

WYKŁAD FIZYKI.

DO UŻYTKU SZKOŁ WOIEWODZKICH

ZASTOSOWANY.

PRZEZ

JANA KANTEGO KRZYŻANOWSKIEGO

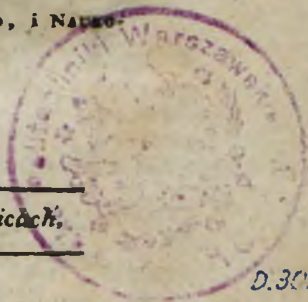
FIL. DOKTORA, CZŁONKA TOWARZYSTWA DO XIĄG ELEMEN-
TARNYCH W KOM. RZĄD. W. R. i O. P., KRÓLEWSKIEGO
PRZYJACIOŁ NAUK WARSZAWSKIEGO, i NAUCZY-
TELEGO KRAKOWSKIEGO.

z figurami w IV. tablicach.

W WARSZAWIE

NAKŁADEM AUTORA, W DRUKARNI SZKOLNEJ.

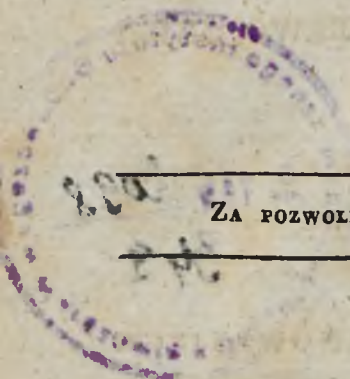
1825.



D.3013



1.2.18011



ZA POZWOLENIEM CENZURY RZĄDOWEY.

~~D. 3013~~



m. 229

BZ09PK102-02

PRZEDMOWA.

Ucząc Fizyki przez znaczny przeciąg czasu w Szkole Woiewódzkiej, starałem się aby mój wykład téy umiejętności pod względem tak na rozciągłość, iak na porządek szczególnych części, ile możności odpowiadał właściwym zamiaróm tego gatunku Instytutów Instrukcyi publiczney. — Stosownie do tego dążenia niniejsze napisane icst dziełko. — Użycie okaze, iak dalece odpowiada zamierzonemu celowi. Połączenie zaś mego osobistego doświadczenia, z doświadczeniem innych osób pracujących w tymże zakresie,

potrafi przysposobić dzieło właściwie elementarne Fizyki, do stopnia Szkół Woiewódzkich zastosowane.— Pod względem więc proby, i materiału do takowego dzieła, niniejsze zostało napisane. Od czego tém śmieley rozpocząć mniemałem, że dotąd właściwie żadnego dzieła Fizyki bezpośrednio dla Szkół Woiewódzkich w ięzyku polskim napisanego nie mamy. Z dwóch bowiem główniejszych dzieł w ostatnich czasach wydanych, iedno to iest, Fizyka X. Bystrzyckiego iest elementarném dla Szkół Wydziałowych, a drugie przez Prof. Drzewińskiego napisane, zastosowane iest do wykładu tegoż przedmiotu w Uniwersytecie Wileńskim, niniejsze zatém co do swojego przeznaczenia, ma uzupełnić pośrednie miejsce.

Odkrycia, wynalazki, i tym podobne szczegółowe prace w przedmiotach fizycznych, są nieiako wyłączną własnością wielorakich pism peryodycznych, i roczników towarzystw uczonych.— Niniejszego więc, równie iak i wszel-

kich tego gatunku dzieł, nie może być zamiarem pierwsze ogłaszanie nowych odkryć i wynalazków, ale raczej stosowne zebranie już ogłoszonych i doświadczeniem popartych.— Gdy zaś wszystkie bez wyjątku tego rodzaju wiadomości, zwłaszcza w dziełku ograniczonego zakresu umieszczone być nie mogą, dla tego zaleta i użyteczność podobney pracy, głównie zależy będzie od doboru przedmiotów, odpowiedniego głównemu dziełu zamiarowi.

W szczególności w książkach na użytek szkolny przeznaczonych, uważając każdy wykład przedmiotów, tak pod względem *środka* służącego do rozwijania władz umysłowych, iako też i *celu* nabycia użytecznych wiadomości, ten dobor miarkowany być powinien podług tego co mogą umieć, tudzież podług tego co wiedzieć powinni. Pierwsze wskazuje stopień Instrukcyi w przedmiotach stycznych, drugie zaś główny zamiar tego stopnia Szkół, dla których dzieło ma być przeznaczone.— Jak dalece niniejsze dziełko

wskazanym warunkóm odpowiedzieć jest zdolne, i iak wielkiego uzupełnienia wymagać będzie, doświadczenie okaże.

Oprócz przytoczonych warunków, równie jest ważnym obowiązkiem należyte połączenie dobranych materyałów, i zachowanie odpowiadającej rozciągłości w opisywaniu. — Co się tyczy porządku, ogólne prawidło postępowania od rzeczy wiadomych do niewiadomych, od łatwiejszych do trudniejszych, tak ażeby tém samém następne części wypływały z poprzedzających, właśnie w przedmiocie Fizyki nie da się z zupełną ścisłością zachować; z przyczyny, że oddzielne przedmioty téy nauki, nie tak za części teyże samey całości, iako raczey za osobne całości uważane bydź muszą. — Dla tego, tak pożądaný zwłaszcza w dziełach tego gatunku ścisły porządek, więcey w rozwinięciu szczegółowych przedmiotów, iak w układzie całej nauki może bydź zachowany.

Chcąc w książce mniejszey obiętości, ile bydź może naywięcey umieścić wypadków, użyty był iak nayzwięzlejszy sposób wysto-
wienia, w przekonaniu, że uczący używać
zwykł podobnego dzieła tylko iako skazówkę
co i w iakim porządku ma wykładać, stosu-
jąc swój wykład obszerniejszy do pojęcia i
usposobienia słuchających; Ucznióm zaś ta-
kowa książka ma tylko służyć do przypomi-
niania tego co było wyłożone. Z resztą spodzie-
wać się należy, że iak w napisaniu ninieyszego
dzieła, pomocne były inne, tak też w zamiarze
obiaśnienia mniej iasno wyłożonych szczegó-
łów, znaydować się będą podręką każdego Nau-
czyciela z dzieł w obcych ięzykach wydanych
przynaymniey następujące, to iest: Fizyka
Fiszera, Neumanna, Biota, Hauyego i Beu-
danta; tudzież dzieła w ięzyku polskim wy-
dane: Drzewińskiego, X. Bystrzyckiego, Osiń-
skiego, Markiewicza, Wolskiego, Stubielewi-
cza, i tłómaczenia Fizyki Bryssona przez
Choynickiego, Fiszera przez X. Sieradzkiego,
Hauyego przez X. Korzeniowskiego, równie

iak i niektóre inne szczególnych przedmiotów wypracowania.

W przypisach głównie odwoływałem się, do robot umieszczonych w pismach peryodycznych tylko krajowych, a to z powodu, że lubo po niektórych Bibliotekach Szkolnych znajdują się w przedmiotach fizycznych i pisma peryodyczne zagraniczne, krajowe jednak we wszystkich znajdować się zwykły-

WSTĘP

1. **P**RZEDMIOTEM *Nauk fizycznych* jest w ogólności przyrodzenie, z kąd i nazwisko Fizyki początek swój bierze. Lecz jak z jednéj strony, wyraz *przyrodzenie* (natura, physis) znaczenie mniej więcej może być ograniczone, a podług tego i zamiar nauk fizycznych w ogólności zastosowany; — tak z drugiéj strony, wielka mnogość przedmiotów, rozmaite w ich poznaniu względy, są powodem do wielorakiego tychże nauk podziału.

2. Wyraz bowiem *przyrodzenie* oznaczać może, już to zbiór wszystkich tych znamion, po których iedynie ciało rozróżnia się od drugiego, i w tém znaczeniu mówimy *np.* że taka jest natura wody, żelaza, powietrza, i t. p. — już to zbiór jestestw świat ten składających, już nareszcie, prawa, według których budowa tego świata, i wszystkie jego części są rządzone,

3. Nauki przyrodzenia częstokroć dzielą się na trzy główne oddziały, to jest: na *Astronomię* której przedmiotem jest położenie i obroty ciał niebieskich, iakimi są, słońce, gwiazdy, planety i t. p. — na *Geografię* której przedmiotem jest kula ziemska; być zaś może fizyczną, matematyczną, po-

lityczną i t. p., i na *Fizykę ogólną* której przedmiotem są ciała kuli ziemskięy. — Ze zaś te ciała, pod wielorakim względem uważane być mogą, ztąd powstał podział Fizyki ogólnęy, na Fizykę właściwą, na Chemią, i na Historją Naturalną. (1)

4. Fizyki właściwęy przedmiotem iest: poznanie własności ciał, i wszelkich zjawień przyrodzenia, tudzież wyprowadzenie skutków i przyczyn tychże zdarzeń.

5. *Ciałem* nazywamy w ogólności wszystko to, co tylko na zmysły nasze działa, i o bytności swoięy nas przekonywa.

6. Ciała przekonywaią nas o swoięy bytności, już to swoieni własnościami, już też działaniami, jakie w tych ciałach postrzegać się daią, które to własności i działania są zarazem przyczyną wszelkich zdarzeń w przyrodzeniu postrzeganych.

7. Wszystko zaś to, co tylko zmysłami postrzegamy, w ogólności nazywa się, *zdarzeniem* lub *zjawieniem* przyrodzenia (*phaenomenum naturae*).

8. Podwóyną drogą dochodzić możemy przyczyn tych wszystkich zdarzeń, równie iak i ogólnych praw przyrodzenia, to iest drogą *postrzeżenia* (*observatio*) i drogą *doświadczenia* (*experimentum*), i tak *np.* postrzegamy bieg ciał niebieskich, zaćmienia słońca lub księżyca, a doświadczamy skutków zgęszczonego lub rozrzedzonego powietrza za pomocą maszyny pneumatycznęy.

(1) Szcęgółowy podział nauk przyrodzenia, znajduie się w Pamiętniku Naukowym, z r. 1819 T. 1. K. 3. i 65.

9. Dla ułatwienia poznania wielorakich zdarzeń przyrodzenia, rozróżniamy ciała przekonywające nas o swoiemy bytności tak własnościami, iako też i skutkami, od ciał które swoją bytność tylko skutkami wskazywać się zdatą; pierwsze nazywają się ciałami *uiegnemi* (coercibilia) a drugie *nieuiegnemi* (incoercibilia), i za nieuiegtne są uważane przyczyny zdarzeń ciepła, elektryczności i magnetyzmu, które *promienistemi* zwykły także bydź nazywane.

10. Stosownie do tego rozróżnienia ciał, po wyłożeniu ich własności w ogólności, początki właściwey Fizyki w dwóch częściach są umieszczone, obeymując w *pierwszey* zdarzenia ciał uiegtnych, a w *drugiej* zdarzenia ciał nieuiegtnych.

11. Pomiiając rozliczne przystosowania nauk fizycznych, w różnych gałęziach przemysłu ludzkiego, — pomiiając wpływ tego gatunku wiadomości na rozwinięcie władz umysłowych, — wyższego nadto względu użytecznością zaleca się ta nauka, to iest wpływem i na ukształcenie moralne, przedstawiając nam ciąglem pasmem dowody wszechmocności, mądrości i dobroci Stwórcy wszech rzeczy, a tém samém wzniecając, i utwierdzając w nas uczucia czei, pokory. i wdzięczności.

12. Przez *własność* rozumiemy okoliczności stałe, obiawiające się w ciałach, i o ich bytności przekonywające. Rozróżniamy ie od *przymiotów* przez które rozumiemy okoliczności zmienne, sztuką y ciałach uskutecznione.

13. Własności są albo ogólne, albo szczególne, do *ogólnych* należą te które wszystkim bez wyjątku ciałom służą, i bez których sobie ciała wyobrazić nie możemy, takimi są rozciągłość, nieprzenikliwość, ciężenie, i t. p. do *szczególnych* zaś należą te, które nie we wszystkich ciałach dają się postrzegać iak np. sprężystość, ciągłość, ściśliwość, i t. p.

§. 1. o Rozciągłości.

14. Naypierwszą własnością w ciałach postrzegać się dającą jest *rozciągłość*, która właściwie rozróżnia ciało od materji. I tak drzewo kamień w ogólności są materją, a kula lub sześcian z drzewa, lub z kamienia, są ciałami bryłami. — Rozciągłość stanowią wymiary długości, grubości i szerokości, od których pewna *wielkość* każdego ciała zawisła, a ta zawsze jest tylko względną, to jest żadne ciało, nie jest samo w sobie, lecz tylko w porównaniu z innemi wielkie, lub małe. Rozciągłość może bydź przedmiotem Matematyki, lub zarazem i Fizyki, podług tego, iak ją uważamy oddzielnie, lub też w połączeniu z innemi ciał własnościami.

§. 2. O kształcie ciał.

15. Granice rozciągłości ciała stanowią jego *kształt*, czyli postać, formę czyli figurę.

16. Kształt ciał stałych bardzo jest różny, i bydź może naturalny, sztuczny lub przypadkowy. — Kształt ciał naturalny, może bydź foremny lub nieforemny, z tych kształty foremne *Kryształami* nazwane, szczególniey, na uwagę zasłu-

gują, tak swoją różnorodnością, zawsze jednak w podobieństwie najregularniejszych brył geometrycznych, jako też i z tego względu, że stanowią, najpewniejszy sposób, rozróżnienia istot mineralnych pomiędzy sobą. — Kształty takowe pomiędzy innymi przedstawia nam kwarc w piramidach sześciobocznych, hałun w ośmiościanach, sól zwyczajna w sześcianach, i t. p. — Kryształy nie tylko w znacznej ilości w naturze się znajdują, lecz i sztuką otrzymane być mogą, a to albo zostawiając rozciecz w spoczynku, albo ją oziębiając, albo ułatwiając. — Kształtów nierównomych jest bardzo wielka różnorodność, co pochodzi od różnych okoliczności towarzyszących skupieniu się cząstek ciał.

17. Kształt naturalny ciał ciekłych w małych częściach jest kulisty, która to kulistość tem jest dokładniejsza, im cieczy większa jest płynność, im mniejsza objętość kulki, im mniejszy zachodzi związek pomiędzy cieczą, a ciałem ją wspierającym, inaczey kulistość coraz się bardziej zmniejsza. Znacznej zaś ilości cieczy, taki jest kształt, jaki iéy nadaie naczynie, w którym zostaje.

18. Kształt naturalny ciał powietrznych w małych ilościach nie jest oznaczony, w większych zaś ilościach ogranicza się naczyniem w którym się znajdują z tą od ciał ciekłych różnicą, iż i w najmniejszych wzięte ilości, wypełniają całe naczynie.

19. Kształt ciał odmieniać się może, nie tylko sztucznie powiększeniem lub zmniejszeniem powierzchni, nadaniem większej lub mniejszej liczby powierzchni, i odmianą położenia wzglę-

dnego powierzchni pomiędzy sobą, — ale i naturalnie, iak to postrzegamy *np.* w czasie wzro-
stu zwierząt i roślin.

§. 3. *O podzielności.*

20. Każde ciało mając pewną rozciągłość, tém samém na części podzielone bydz może, z kąd i własność *podzielności* wypływa. — A że każda rozciągłość może bydz matematycznie lub fizycznie uważana; — tém samém i podzielność iest matematyczna lub fizyczna; — podzielność matematyczna iest nieograniczona, lecz co się tycze podzielności fizycznej, w sobie samey uważaney, nie możemy z pewnością twierdzić czy iest, lub nie iest ograniczoną, i gdzie są iey granice, to tylko poznamy, że dla nas, iako opatrzonych w zmysły i narzędzia ograniczone, podzielność fizyczna także ograniczoną bydz musi.

21. Że jednak ciała w rzeczy samey na nader liczne i drobne części podzielone bydz mogą, wieloliczne tego mamy przykłady, i tak pomiędzy innymi za przykłady wielkiey ciał fizycznych podzielności służyć mogą: farby, istoty woniące, ciągłość niektórych metali, a szczególniey złota, robaczki wymoczkami nazwane, i t. p.

22. Dzieląc ciała doznamy większego lub mniejszego oporu, z kąd wypływa nayogólniejszy podział, na ciała stałe, ciekłe i lotne. — Ciała *stałe* są te, które dzieląc, doznamy oporu, — Ciała *ciekłe* są te, w których podziale medoświadczamy żadnego oporu, — a ciała *lotne* inaczey także powietrznymi lub rozprężliwymi nazywane, są te

w których nie tylko nie doznajemy żadnego oporu w dzieleniu, ale owszem czujemy opór chcąc cząstki w związku utrzymać.

23. Ten rozmaity stan skupienia ciał, można także sobie wyobrazić, iakoby był skutkiem działania we wszystkich ciałach dwóch przeciwnych sił, z których iedne usiłują cząstki wzajemnie do siebie przyciągnąć, drugie zaś usiłują też cząstki oddalać od siebie, a tym sposobem ciała stałe są te, w których siły przyciągające są większe od odpychających, ciekłe w których te siły są równe, a ciała lotne w których siły odpychające są większe od przyciągających.

24. Oprócz tych głównych, są i inne pośrednie stopnie skupienia ciał; — i tak ciała stałe mogą być mnięj więcéj twarde, kruche lub miękkie, — ciała ciekłe płynne, lipkie lub mażące. Ciała zaś lotne podwóynego są gatunku, albo takie które nigdy swojego stanu nie zmieniają, a te w szczególności powietrznemi lub gazami nazywają się, — albo też takie, które oziębione lub ściśnione na ciekłe lub stałe zamieniają się, jakimi są wszelkiego gatunku pary. — Lubo i ten podział ciał lotnych jest tylko względny, iak bowiem poniżej zobaczymy, potrafiiono w tych czasach i te istoty, które dotąd miano za gazy w ściśłym znaczeniu, naciecze zamienić. — Ciała sypkie jakimi są *np.* zboże, piasek i t. p. można uważać za zbior bardzo drobnych ciał stałych.

§. 4: *O twardości i spójności ciał.*

25. Ciała stałe w różny sposób dzielone różny opor czynią, i pod tym względem dzielą się na

właściwe' *twarde* i *wytrwałe* lub *spoyne*. Za właściwie twarde, te są uważane, które znaczny opór czynią instrumentóm ostrym, opór zaś czyniące siłę w wszelki inny sposób działającej, do wytrwałych czyli spóynych są policzane, i tak *np.* szkło w tém znaczeniu jest twarde, znaczny bowiem opór czyni kraianiu, rysowaniu, piłowaniu; lecz mniej jest wytrwałe, przez uderzenie bowiem bardzo łatwo stłuc się dać, — gdy przeciwnie ołów łatwiej jest kraić aniżeli tłuc, a tém samym bardziej do wytrwałych aniżeli twardych policzony być może. W ogólności ciało, które kraie lub rysuje, twardsze od tego ciała, które jest rysowane, i z tego względu, szkło jest twardsze od marmuru, kwarc od szkła a dyament twardszy od kwarcu.

26. Twardość ciał zawisła nie tylko od natury ciała, ale i od związku w jakim cząstki tegoż ciała znajdują się pomiędzy sobą, dla tego marmur jest twardszy od kredy, chociaż są tego samego gatunku. — Oprócz tego, zmienia się także twardość zwłaszcza w metallach, hartowaniem za pomocą młota, tudzież nagłą zmianą temperatury, od czego pomiędzy innymi i dobroć stali zawisła.

27. Gdy od téj własności, twardości i spoyności zależy trwałość i moc budowli wszelkiego gatunku, tudzież wielolicznych narzędzi i sprzętów w społeczeństwie używanych, — nader zatem ważną jest rzeczą zastanawiać się nad temi okolicznościami, które wpływ mieć mogą na większą lub mniejszą spoyność ciał. — W wieloraki sposób dochodzić możemy, spoyności ciał podług tego, iak i siła na nie

wielorako działać może, a w szczególności możemy uważać siły jako działające: uderzeniem, ciśnieniem, kruszeniem, i rozrywaniem.

28. *Co do pierwszego*, działanie siły uderzeniem jest momentalne, a wielkość stłuczenia zależy od mocy uderzenia i od oporu ciała. Gdy uderzenie wywiera się na płaszczyznę brzegami wspartą, natenczas zerwanie związku pomiędzy częstkami ciała poprzedza jeszcze zgięcie, do czego potrzeba pewnego chociaż krótkiego czasu; dla tego gdy działanie nader jest prędkie, natenczas nie straszkawie lecz tylko wybicie otworu powstaie, a ztąd wytfómaczyć można różnicę, iaka się postrzegać daie, gdy szyba zostawie stłuczona kamieniem lub też wystrzałem, tudzież dla czego w bitwach morskich staraia się okręty raczey do siebie przybliżać aniżeli oddalać. Z resztą na opór siły podobnie działający oprócz natury, układu cząstek, i temperatury ma także wpływ i kształt ciała uderzonego, i tak szkło w kształcie rurki lub kuli wydrażonéy większy opór daie, aniżeli to samo szkło w kształcie szyby lub kuli pełnéy: ztąd wytfómaczyć można dla czego butla wodą lub inną cieczą napełniona, małym nawet uderzeniem, łatwiey pęknięciu podpada, aniżeli próżna.

29. *Co do drugiego*, to iest gdy siła działa ciśnieniem, chcąc w tym razie doświadczyć wytrwałości ciał, potrzeba nadać ciału położenie poziome; co w potrójny skuteczniejsz sposób, to iest: gdy albo w jednym końcu iest zaklamrowane (f. 1.), albo dwoma końcami na podporach się wspiera (f. 2.), — albo też w obudwóch końcach iest

zaklamrowane. (f. 3.) — Siła moc swoją największą wywiera w pierwszym razie będąc na końcu wolnym, w drugim zaś i w trzecim będąc w środku, ztąd wypływa zastosowanie, gdzie ciężary mają być stawiane na pułkach lub na podłogach. — Na opór siły w ten sposób działający ma wpływ 1^{od} wymiar ciała opor czyniącego, i jest w stosunku prostym szerokości, w stosunku prostym kwadratu grubości, i w stosunku odwrotnym długości. — 2^{re} Sposób umocowania tak iż moc takowych trzech sposobów jest w stosunku liczb 1: 2: 4: — 3^e Kształt, tak iż tego samego wymiaru większy daje opór walec niżeli równoległoscian, lecz mniej od równoległoscianu płaskiego krawędzią wspartego; — gdy zaś jest w iednym miejscu oklamrowane, natenczas naydogodniejsza postać jest klinowata, podobnież ta sama ilość materyału wewnątrz wydrążona większy opór daje, anizeli pełna, — z kąd okazuje się naywiększa stosowność budowy naszych kości, tudzież piór ptasich. — 4^{te} ma wpływ natura ciał. Doświadczano pod tym względem spyności różnego gatunku drzew, a stosownie do tych doświadczeń w następującym idą porządku: śliwka, wiąz, cis, grabina, buk, dąb, olszyna, jabłoń, kasztan, jodła, sosna, orzech, gruszką, brzoza, wierzba, lipa, i t. p. — Często iednak do budowli jodła lub sosna bardziéy jest używana anizeli dębina, z przyczyny, że lubo mniejszy opór daje, mniej iednak i swoim własnym działa ciężarem; — z resztą ta ich wytrwałość jest różna, podług różności krajów i miejsc w któ-

rych rosną, tudzież podług różności części tego samego drzewa.

30. *Co do trzeciego*, to jest gdy siła ciała skruszyé usiłuje, co się w ten czas przytrafia, gdy działa na ciało wsparte na podstawie nieskończony opór czyniącéy. Na wytrwałość pod tym względem uważaną ma wpływ i od wymiar ciała, a to w tym samym stosunku, iak i w poprzedzającym przypadku, — 2^{re} kształt, tudzież czy jest pełne lub wydrążone, nadto większy opór daje z iednéy, aniżeli z wielu części złożone, i téy to okoliczności przypisać należy wytrwałość dawnych gmachów Rzymskich. Ciało nie tylko działaniem siły zewnętrznéy, lecz i własnym swoim ciężarem może być skruszone, dla tego kolumny im wyższe są, tem z lżeyszych materiałów powinny być stawiane. W ogólności skruszenie poprzedza w metalach zgięcie, a w murach rozpadanie, skutek zatem częstokroć okazuje się nie zaraz, lecz po ciągłym siły działaniu.

31. *Co do czwartego*, to jest gdy siły rozerwać części ciała usiłują; — wytrwałość z tego względu uważana szczególniéy potrzebna jest w łańcuchach, drótach, i sznurach. Ten gatunek oporu iedynie związkowi pomiędzy cząstkami ciała zachodzącemu przypisać należy; z resztą w tym razie wytrwałość nie tak od długości, iako raczéy od grubości i szerokości zawisła, i dla tego opór jest w stosunku prostym iloczynu z szerokości i grubości. — Metale naywiększy opór czynią, który to opór powiększa się większym zbliżeniem cząstek, stopione zatem mniejszy opór czynią, ani-

żeli zbite; — z resztą co do różnicy wytrzymałości metale idą w następującym porządku: żelazo, miedź, platyna, srebro, złoto, cyna, cynk, ołów, tak, iż gdy drót żelazny utrzyma 289 funtów, tego samego wymiaru drót ołowiany ledwie 9 utrzymać jest zdolny. Czynione w podobny sposób doświadczenia i że sznurami wskazują, że im hardziéy są skręcone, tém mniejszy dają opór, i że takie tylko skręcenie jest naystosownieysze, którem pierwiastkowa długość skraca się tylko o $\frac{1}{5}$ część.

§. 5. *O nieprzenikliwości.*

32. Ten opór, którego w działaniu jednych ciał na drugie doznaiemy, nayłatwiéy nas doprowadza do poznania nayogólniejszéy ciał własności *nieprzenikliwością* nazwanéy, dla którój dwa ciała w tym samym czasie na tém samym mieyscu bydz niemogą, a która razem jest naypewnieyszym znakiem bytności ciał.

33. W ciałach stałych i ciekłych, bardzo łatwo o téy własności przekonać się możemy oporem, iaki też ciała sprawiają będąc uderzone, tudzież trudnością, którój doznaiemy chcąc dwa ciała w tém samym pomieścić mieyscu; — równie iak i ztąd wytlómaczyć możemy, dla czego klin wbity pomiędzy cząstki drzewa rozdziela one, tudzież iak woda opierając się wiosłu staie się punktem podpory, za pomocą którego sternik dowolnie kierować może swoim statkiem.

34. Łatwość z iaką ciała w powietrzu poruszać możemy, nie doznając żadnego oporu, zdaie

nam się nieiaką czynić wątpliwość względem nieprzenikliwości ciał powietrznych, z tém wszystkim wieloliczne inne doświadczenia, iawnie nam tę własność i w tych ciałach wskazują, — iako to *np.* moc z iaką na skrzydła wiatraku lub na żagle działa, tudzież opór którego doznaiemy wciśkając stępel w rurkę w iędnym końcu zamkniętą, lub który postrzegamy w czasie spadku ciał mniejszą powierzchnią mających, — co także znane w zbiorach fizycznych narzędzia, podwójny wiatraczek, i młotek wodny, objaśniają. — Nareszcie własność nieprzenikliwości ciał powietrznych potwierdza się niepodobieństwem napełnienia ciecżą naczynia, iuż to za pomocą leyka, gdy otwór jest za szczupły, lub też gdy do cieczy nurza się naczynie prostopadle otworem na doł, — z czego tłómaczy się sposób użycia i zastosowanie tak nazwanego *dzwonu nurków*. (2)

35. Są jednak niektóre zdarzenia, które zdają się przenikliwość ciał wskazywać, iak *np.* gdy gwoźdź w mur lub w drzewo wchodzi, lub gdy mieszaąc wodę z okowitą, i topiąc niektóre metale z sobą mniejsze miejsca zajmują; lecz te i tym podobne przykłady są raczej dowodem ściśliwości, dziurkowatości, lub chemicznego związku, aniżeli przenikliwości ciał.

36. Z tego wypływa, iż we wszystkich ciałach rozróżnić należy *massę* od *objętości*. — *Massę*

(2) O dzwonie do nurzania się w wodzie, obacz wiadomość umieszczoną w Pamiętniku Warszawskim z r. 1821. T. *19*
k. 218.

powietrzem, lub innym subtelniejszym płynem są wypełnione; — te wolne miejsca już to widzimy, iak *np.* w gąbce, trzcinnie; już też o nich ze skutków przekonać się możemy, iak *np.* w kamieniu hydrofan nazwanym z gatunku opalów, na którym tych dziurek okiem nie dostrzegamy, lecz włożywszy go w wodę, widzimy wydobywające się bańki powietrza z tego kamienia, na którego miejsce wchodząc woda, robi go cięższym. — Podobnie postrzegamy ubywanie białka w iaiach, co się nie inaczej iak tylko dziurkowatością skorupy skutecznia, i dla tego to chcąc one w całości, i świeżości zwłaszcza przez dłuższy czas zachować, powlekają się roztopionym woskiem lub oliwą; — a dziurkowatość skóry naszej jest przyczyną transpiracyi. — Z téj saméj ciążliwości wytlómaczyć można poczęści zdarzenia, których przyczyną jest wsiąkanie wilgoci w różne ciała, iak *np.* odstraianie się instrumentów muzycznych, paczenie się drzwi i okien, gdy są z świeżego drzewa zrobione, a pokostem nie pokryte, i t. p.

39. Gdy więc cząstki ciał nie stykają się z sobą bezpośrednio, mogą być jeszcze bardziej przybliżone lub oddalone, a tém samym może być kształt ciał zmieniony, i objętość powiększana, lub zmniejszana co od szczególnych ciałowości zależy, iakimi są: rozszerzalność, ściślność, giętkość, sprężystość, kruchość, i t. p.

40. Przez *rozszerzalność* i *ściślność* rozumiemy tę ciałowość, kiedy objętość powię-

kszona lub zmniejszona byź może, nie zrywając związku pomiędzy cząstkami tyclże ciał zachodzącego; o której własności łatwo się przekonać można w ciałach stałych, i lotnych; — lecz co się tycze ciał ciekłych, te naywiększy czynią opór chcąc ich objętość zmniejszyć, tak iż pospolicie za niesciśliwe są uważane, a nawet pod tym względem używana iest w machinach, do podnoszenia ciężarów ogromney wielkości, za pomocą małej siły.

§. 7. O ciąglności.

41. Zwracając uwagę na tę ciał własność, że ich objętość lub kształt zmienione byź mogą, powstaie różnica pod tym względem ciał ciąglých i sprężystých. — Ciała *ciąglte* są te, w których zmieniwszy objętość lub kształt, pozostają przy téj zmianie nie powracając do pierwotnego swego stanu. — Ciała zaś *sprężyste* są te, których objętość i kształt zmienione wprawdzie byź mogą, lecz gdy siła działająca przestaje, te ciała powracają nazad, do dawnéj objętości i kształtu.

42. Wiele ciał iest znacznie ciąglých, iak *np.* glina wilgotna, kit szklarski, różne tłuszcze i t. p. których ciąglność miękkością także bywa nazywana; inne zaś ciała z większym oporem własność tę wskazują, iak *np.* ołów, cyna, a niektóre metale tylko za pomocą młota, lub wyciągane na dróty o ciąglności swoiey nas przekonują. Stopień ciąglności wiele zależy od temperatury, w którą się doświadczenie czyni, iak

np. szkło, żywice, lak i t. p. są kruchemi na zimno, a ogrzane stają się ciągliwymi. — Podobnież i ciągliwość metalow różni się podług różney temperatury, iak *np.* żelazo do czerwoności rozgrzane, cynk w temperaturze wody wrzącej są ciągliwsze aniżeli na zimno, przeciwnie się zaś ma z miedzią, ołowiem i cyną, które ogrzane mnię są ciągliwymi, aniżeli na zimno. Niektóre metale przez częste młotem uderzanie, lub ciągnięcie w druty przestają być ciągliwymi, i stają się kruchemi lecz przez ogrzanie do czerwoności, powracają do dawney ciągliwości.

43. Robota blach i drótow jest bezpośredniem zastosowaniem ciągliwości metalow, w czem znaczenie się pomiędzy sobą różnią; nietylko w ogólności iedne łatwiej, a drugie trudniej wyciągnąć się dają, ale nadto iedne są zdatniejsze do wybijania naydelikatniejszych blaszek, a inne do wyciągania naycieńszych drutow, iak *np.* ołów jest łatwy do spłaszczenia, złoto nayzdatniejsze do wybijania blaszek, a srebro i platyna do wyciągania naydelikatniejszych drótow. — Dla wielkiej ciągliwości niektórych metali nie mogą być używane w stanie czystym, lecz zmieszane z innemi, iak *np.* cyna z ołowiem, złoto i srebro z miedzią, ztąd powstaie pewna próba srebra od podziału na łuty, a złota od podziału na karaty nazywana, i tak *np.* srebro trzynastey próby oznacza, że w takowem srebrze jest 13 części czystego srebra, a trzy części przydanego innego metalu *np.* miedzi.



nr. 229

§. 8. O sprężystości ciał.

44. Na większą lub mniejszą ciał sprężystość wielki ma wpływ kształt tychże ciał, i tak kółko lub kula wydrążona mocniej odbiia, aniżeli denko, lub kula pełna, odbiia nie się bowiem ciał rzuconych, iedynie téy własności przypisać należy, skutkiem zaś iest powrotu cząstek ciała do pierwiastkowego położenia, z kąd także wytlómaczyć można, dla czego kula z pewnéy wysokości puszczone na stółcieczą potarty, tworzy, nie punkt lecz kółko. — Zmienia się także stopień sprężystości tego samego ciała podwyższoną lub zmniejszoną temperaturą, iak *np.* w metalach, wosku, żywicy i t. p. — Ciał giętkich iak *np.* skór, sznurków, sprężystość wyciągnięciem powiększa się.

45. Téy własności ciał winniśmy wielorakie użycie sprężyn, i t. p. Do sposobów, któremi się sprężystość ciał powiększa należy bicie młotem metal, tudzież ich wzajemne mieszanie, hartowanie, rozcieńczanie, przez co pomiędzy innemi szkło i sprężyna zegarkowa im cieńsze tem sprężystsze. — Tak iak na odwrot, nagłą przemianą temperatury ciała sprężyste stają się twardemi, lecz zarazem kruchemi, od czego zawisło zastosowanie stali na instrumenta ostre, lub też na sprężyny, w pierwszym bowiem razie iest twarda, lecz razem i krucha, a w drugim razie nie tak twarda, lecz za to więcey sprężysta.

§. 9. *O przyciąganiu.*

46. Ten rozmaity stan ciał wskazuje nam, iż iakkolwiek mogą być różne przyczyny oddalające tak ciała, iak i cząstki tychże ciał, ogólną iednak ciał własnością iest, że się nawzajem przyciągają. To zaś *przyciąganie* zachodzi nie tylko pomiędzy cząstkami tego samego ciała, ale nadto pomiędzy wszystkimi ciałami świat ten składającymi.

47. I dla tego albo iest *ciężeniem ogólném* gdy uważamy przyciąganie, iakie zachodzi pomiędzy ciałami niebieskimi, tudzież pomiędzy ciałami ziemskimi a ziemią. W skutek tego przyciągania wszystkie planety około słońca, a księżycy około swoich planet w pewnym i iednostaynym zostają ruchu, dla teyże przyczyny to iest przyciągania ciał do środka ziemi, ciała najmocniey wyrzucone nazad wracają na powierzchnię ziemi, i pomimo ciągłego teyże ziemi obrotu około swojej osi, z ziemi nie spadają.

48. Albo iest *przyłgnieniem* czyli przyciąganiem zachodzącém pomiędzy ciałami, albo raczey powierzchniami ciał, iak to postrzegamy, gdy dwie blaszki lub szybki nawzajem, lub do powierzchni iakięy cieczy przyłożymy, pewney bowiem siły do ich rozłączenia użyć musimy. Takowe przyłgnienie postrzegać się daie nie tylko pomiędzy ciałami stałymi, ale także i pomiędzy ciałami stałymi a ciekłymi i lotnymi, z kąd i wielorakie skutki i zastosowania, iak *np.* klejenia, kitowa-

nia, robienia zwierciadeł i t. p. wytłómaczyć się dadzą.

49. Albo *powinowactwem* przez które rozumiemy to przyciąganie iakie zachodzi pomiędzy cząstkami ciał różnego gatunku iak *np.* związek zachodzący pomiędzy cząstkami cynku i miedzi, w mosiądzu.

50. Albo nareszcie *skupieniem* czyli przyciąganiem zachodzącem pomiędzy cząstkami ciała tego samego gatunku, iak *np.* w kawałku miedzi lub żelaza.

51. To rozróżnienie przyciągania *powinowactwem* i *skupieniem* nazwanego, objaśnia różnicę zachodzącą pomiędzy ciałami lub cząstkami ciał, *jednorodnemi i rożnorodnemi*, tudzież pomiędzy dawnemi elementami, a terażnieyszemi pierwiastkami ciał, albo raczey ciałami prostemi; z których pierwsze oznaczają istoty wchodzące w skład wszystkich ciał, drugie zaś oznaczają tylko ciała dotąd nierozłożone.

52. Nareszcie do ogólnych ciał własności liczymy *ruch* (*mobilitas*) to iest, że każde ciało może bydź z miejsca poruszone.

53. Z tą własnością łączy się wyobrażenie *bezwładności* przez którą rozumiemy ten stan ciał, że sobie same, ani ruchu ani spoczynku nadać nie mogą, ale owszem przyczynie czyli sile nadającej ruch lub spoczynek opór czynią, a to równy sile działającej, i w przeciwnym kierunku, zkad niektóre codzienne zdarzenia wytłómaczyć można, iak *np.* dla czego z naczynia pełnego nagle pociąguio-

nego woda w przeciwną rozlewa się stronę, podobnież gdy prędko niesione nagle się postawi; — tudzież dla czego, gdy się powóz z miejsca rusza, osoba w nim siedząca w tył się nachyla, a przeciwnie gdy nagle stawa, co także i w ten czas postrzegać się daie, gdy statek od lądu odpływa, lub do niego przybija.

I dla tego gdy mówimy, że ciała działając iedne na drugie sprawują iaki skutek, ma się tém samém rozumieć, że pewnego gatunku siły działają za pomocą iednych ciał na drugie, i są oznaczonych skutków przyczyną; — i w tém znaczeniu pomimo ich bezwładności uważać możemy zachodzące działania ciał, — tak np. gdy mówimy że iedno ciało uderza o drugie tém samém rozumie się, że siła poruszająca za pomocą iednego ciała uderza na drugie.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

54. Wszystkie zdarzenia w przyrodzeniu postrzegane, są skutkiem wielorakiego pomiędzy sobą ciał działania. — Wszelkich zaś działań, które nie zmieniają składu ani związku cząstek ciała, nie inne mogą być skutki, iak tylko te dwa, to jest nadanie ciałom *ruchu* lub *spoczynku* które z resztą mogą być bezwzględne lub względne, podług tego, iak ciało w ruchu i spoczynku być może, lub tylko się zdawać że jest w ruchu lub spoczynku, — i tak np. zdaie nam się że ziemia

jest w spoczynku a słońce i gwiazdy w ruchu, lub gdy płyniemy statek wydaie nam się bydz w spoczynku, a przedmioty na lądzie będące w ruchu.

55. Ta część Fizyki, która się zastanawia nad takowemi ciał zdarzeniami, których bezpośrednim skutkiem jest ruch lub spoczynek, *Mechaniką* w ogólności się nazywa, i bydz może *Mechaniką* ciał stałych ciekłych i powietrznych, podług tego, iak w szczególności tych skutków dochodzimy w ciałach stałych, ciekłych lub powietrznych. Ze zaś każdéy z tych w szczególności dwa są główne przedmioty, to jest uważanie ciał w stanie spoczynku lub równowagi, tudzież w stanie ruchu, ztąd powstaie także podział *Mechaniki* ciał stałych na *Statykę* i *Dynamikę*. — *Mechaniki* ciał ciekłych na *Hydrostatykę* i *Hydraulikę* — a *Mechaniki* ciał lotnych na *Aerostatykę* i *Pneumatykę*.

ROZDZIAŁ PIERWSZY

POCZĄKI STATYKI.

§. 10. *O równowadze sił.*

56. Ciało dla bezwładności nie może sobie nadać ani ruchu, ani spoczynku, lecz tylko musi mieć nadane; — wszelka zaś przyczyna nadająca ciału ruch lub spoczynek *siłą* się nazywa, Taką bydz może: *a*) *ciązenie* i ztąd wypływające ciśnienie ciał i tak *np.* w zegarach ściennych siłą poruszającą są zawieszzone ciężary, w młynach ciśnienie wody, a w pompach wznoszenia się wody jest

przyczyną ciśnienie powietrza, — *b)* rozprężliwość szczególniey powietrza i pary wodney iako to w skutkach wiatrowek i machin parowych postrzegamy. *c)* *Sprężystość* szczególniey stali, która iest przyczyną ruchu w zegarkach kieszonkowych. *d)* uderzenie ciała poruszonego szczególniey wody i powietrza, *e)* siła muskularna zwierząt ludzi. — A oprócz sił tego gatunku nayogólniey działających, są i inne ograniczonego użycia iak *np.* siła przyciągania, ciepła, elektryczności it. p.

57, Ciało uważamy wtenczas w spoczynku, gdy ani całe ciało, ani iego cząstki nie zmieniają miejsca w przestrzeni, i bydź może albo właściwym *spoczynkiem*, albo *równowagą* (aequilibrium) podług tego iak albo żadne siły nie działają, albo też gdy siły działające nawzajem się niszczą; — lubo w ścisłym znaczeniu nie ma takiego spoczynku, któryby był skutkiem zupełnego braku sił działających, na ciała bowiem iakkolwiek wsparte, lub zawieszane, jeżeli nie inne siły, to przynajmniej działa siła ciężenia.

58, Chcąc zaś oznaczyć działanie siły, musimy uważać na ich wielkość czyli natężenie, i na ich kierunek. — Wielkość siły zazwyczaj oznacza się długością linii, a kierunek położeniem téj samey linii, — lubo tak iak i każda inna wielkość, siły także wielkość literą lub liczbą może bydź oznaczoną.

59. Każde ciało w tym samym czasie, w iednym tylko kierunku bieg swój odbywać może, iakkolwiek liczba sił na toż ciało działa, więc tém samym iedna siła może to samo uskutecznić,

co te siły pojedyncze razem wzięte. — Siła to samo skuteczniająca co siły pojedyncze nazywa się *siłą wypadkową* (*vis resultans*) a siły pojedyncze którym siła wypadkowa jest równa, *siłami składającymi* nazywają się.

60. Gdy siła wypadkowa czyui równowagę siłom składającym, najgłówniejszym zatem przedmiotem Statyki będzie, wyprowadzenie w każdym razie siły wypadkowej z sił składających, lub na odwrot rozłożenie siły wypadkowej na siły składające.

61. Chcąc w każdym razie oznaczyć wielkość i kierunek siły wypadkowej, możemy uważać siły działające albo na jeden punkt materialny, albo na zbiór punktów niezmiennie z sobą połączonych,

62. Siły działające na jeden punkt, albo działają w tym samym kierunku albo w kierunku ukośnym. — Działając w tym samym kierunku, w tę samą stronę, lub w przeciwne strony działać mogą. — Gdy siły składające działają w tym samym kierunku, i w tę samą stronę, natenczas siła wypadkowa ma także ten sam kierunek, i jest równa summie sił składających. — Jeżeli zaś siły składające działają w tym samym kierunku lecz w przeciwne strony natenczas siła wypadkowa jest równa różnicy sił składających, i działa w stronę siły większej, a wtenczas, gdy siły składające są pomiędzy sobą równe, siła wypadkowa jest $= 0$, i ciało w równowadze zostaje. — W przypadku gdy z obudwóch stron po kilka sił działają

ła, wypadkowa jest równa różnicy, pomiędzy sumami sił każdej strony.

63. Gdy siły składające działają na iaki punkt w kierunku ukośnym, natenczas siły wypadkowéy wielkość i kierunek, oznacza się przekątną równoległoboku uformowanego z sił składających: ta jest główna Statyki zasada, znana pod nazwiskiem *równoległoboku sił*. — Zostawując dowodzenie, teyże zasady wyższyć Matematyce, zrozumienie tey w następujący sposób ufatwić sobie możemy. — Daymy że na punkt A (f. 4.) działają trzy równe siły w równych pomiędzy sobą odległościach, i na tey saméy płaszczyźnie zostające, których kierunki BA, DA, i AC, dzielą tém samém obwód koła na trzy równe części, natenczas punkt A, w miejscu czyli w spoczynku pozostanie, i każdą w szczególności siłę można uważać, iakby czyniącą równowagę dwóm pozostałym; poprowadziwszy zatem linią AE, któraby była w przeciwnym kierunku i równa linii AD, ta linia AE wyobrażać będzie siłę będącą na równowadze z siłą D, a tém samém jest siłą wypadkową sił składających B i C; — na oznaczenie wielkości i kierunku tey siły wypadkowéy, punkta B, E, C, połączmy liniami prostemi, te dwa trójkąty ABE, AEC, przystaną do siebie, gdyż AE jest wspólny, $AB = AC$ z założenia i $BAE = EAC$. — Że zaś trójkąty są równoramienne, więc i kąty przy podstawie są równe, a że kąty BAE i $EAC = 60^\circ$ więc i inne wszystkie $= 60^\circ$ a zatem te dwa trójkąty są także i równoboczne, a tém samém i kąt $BEA = DAC$, a że to są kąty na przemian ległe, linie

zatem BE i AC, tudzież EC i BA, są pomiędzy sobą równoodległe, i cały czworobok ABEC, równoległobokiem, a linia AE wyrażająca siłę wypadkową, przekątną.

64. Ze w rzeczy samej gdy siły działają w kierunkach ukośnych, ciało idzie w kierunku przekątnej, w wielorakich to postrzegamy zdarzeniach, jak *np.* gdy w kulę dwoma na raz młotkami uderzamy, w ruchu ptaków i ryb, w kierowaniu statku z jednéj strony rzeki na drugą, wyskakując z pojazdu lub statku w ruchu będących, i t. p. — Gdy siły w kierunku ukośnym na punkt działające są pomiędzy sobą równe, natenczas siła wypadkowa tём będzie większa, im mniejszy kąt formują siły składające, i przeciwnie tём jest mniejsza, im kąt większy, tak iż jeżeli ten kąt jest $= 180^\circ$ natenczas siła wypadkowa będzie $= 0^\circ$. Gdy siły składające są pomiędzy sobą nierówne, natenczas siła wypadkowa znajduje się bliżej siły większój.

65. Gdy zaś na jeden punkt więcej jak dwie siły działają, w kierunkach nachylonych, natenczas łatwo także wyprowadzić wspólną siłę wypadkową, szukając najprzód wypadkowój z dwóch sił składających potём tej wynalezionój wypadkowój, i jednéj z pozostałych składających, i tak następnie dopóki nieotrzymamy jednéj, taki sam skutek sprawującej, iaki te wszystkie siły sprawują.

66. Podług tych samych zasad, podług których uskutecznia się skład sił, czyli wyprowadzenie siły wypadkowój, uskutecznia się także

rozkład sił wypadkowych na jakąkolwiek liczbę sił składających, podług danych wielkości lub kierunków: w każdym bowiem razie idzie właściwie o wykreślenie trójkąta, którego dane są trzy boki, lub jeden bok i dwa kąty.

67. Uważając zaś działanie sił nie na jeden punkt, lecz na zbiór punktów w niezmiennym związku zostających, czyli w ogólności na ciało stałe, — chcąc wynaleść siłę wypadkową, potrzeba w każdym razie oznaczyć, nie tylko iey wielkość i kierunek, ale nadto i ten punkt w którym działać powinna.

68. Różne zaś są sposoby działania sił na zbiór punktów, mogą bowiem siły działające znajdować się na tych samych płaszczyznach lub na różnych, — mogą w te same, lub różne działać strony, — mogą być pomiędzy sobą w kierunkach nachylonych lub równoodległych, — nareszcie mogą być równe lub nierówne. — Z tych wszystkich zastanowmy się nad trzema w szczególności przypadkami, to jest: gdy znajdując się na téj saméj płaszczyźnie siły równe działają w kierunkach równoodległych, w tę samę stronę, — powtóre gdy w takichże kierunkach równoodległych i w tę samę stronę działają siły nierówne, — potrzebie, gdy siły znajdujące się na téj saméj płaszczyźnie działają w kierunkach nachylonych. — W pierwszym razie siła wypadkowa jest równa summie sił składających, punkt zawieszenia w środku, a kierunek także równoodległy. — w drugim przypadku, wielkość siły wypadkowej jest równa summie sił składających, kierunek także ró-

wnoodległy, a punkt zawieszenia w stosunku odwrotnym sił składających. W trzecim zaś przypadku, wielkość i kierunek siły wypadkowej, oznacza się przekątną równoległoboku z stosunku sił składających uformowanego.

Na objaśnienie tych wypadków posłużyć mogą następujące doświadczenia.

69. *Co do 1go* — Gdy na końcach linii AB, (f. 5.) działają dwie siły równe P, i Q, w kierunkach AP, i BQ, pomiędzy sobą równoodległych i w tę samą stronę; natenczas kierunek siły wypadkowej R, jest także równoodległy od AP, i BQ, przechodzi przez środek linii AB, a co do wielkości wypadkowa jest $= P + Q$. Na dowodzenie tego poprowadzmy linią DE, do którejby kierunki sił P i Q, równoodległych były prostopadłe, tak że można je uważać za działające w punktach D i E. — Siły p i p' tudzież q i q' będąc równooddalone pomiędzy sobą i od sił P i Q czynią tym samym równowagę siłom P i Q które za wypadkowe poprzednich uważać można, a że sił p i q' składających siła wypadkowa jest w kierunku FC, sił p i q jest w kierunku GC, wszystkich więc sił p p' q q' a tym samym i sił P i Q siła wypadkowa jest w kierunku linii FG która dzieli DE a tym samym i AB na dwie równe części.

70. *Co do 2go* Gdy na końcach linii AB (f. 6.) działają dwie siły nierówne P. i Q, w kierunkach równoodległych, i w tę samą stronę, natenczas siła wypadkowa R, jest równa ich summie i do nich równoodległą, a punkt zawieszenia dzieli linią AB, na dwie części będące w stosunku od-

wrotnym sił, tak iż się ma $P:Q = BC:AC$. — Na okazanie tego wniosku podzielmy linią AB w punkcie D , tak, ażeby części téy linii były w stosunku sił składających, to jest ażeby było $P:Q = AD:DB$, a przedłużwszy tę linią z obudwóch stron w ten sposób, ażeby było $AE = AD$, a $BF = DB$, będzie tym samym $P:Q = ED:DF$. — Podzieliwszy AD i DB , na tyle części, ile jest iedności wspólnych w siłach P i Q , i to samo uskuteczniwszy na liniach EA i BF , tem samym cała linia EF , zajmować będzie dwa razy tyle części równych, ile jest iedności w summie dwóch sił P i Q , środki więc tych wszystkich podziałek mogą być uważane za punkta zawieszenia wszystkich sił pomiędzy sobą równych, a siła wypadkowa wszystkich tych sił będzie razem siłą wypadkową sił P i Q . — Wiemy zaś z poprzedzającego iż wypadkowa sił równych i w równych odległościach na téy samej linii zawieszonych jest równa summie wszystkich tych sił, i przechodzi przez środek teyże linii, a tem samym i wypadkowa sił P i Q , jest $= P + Q$ i przechodzi przez punkt C , który jest środkiem linii EF , a że $EF = AB$, więc odcinając wspólną część BC , będzie $AC = BF = BD$, i dla téy samej przyczyny, ponieważ $FC = \frac{1}{2} EF = AB$, będzie $CB = AE = AD$, więc tym samym wypada $P:Q = CB:CA$. — Ta proporcya jest zasadą służącą do ocenienia wszystkich machin.

Mając daną wielkość sił P i Q , tudzież długość linii AB , łatwo wynaleść punkt C , a to za pomocą proporcji $P + Q:Q = AB:CA$, albo też $P + Q:$

$P = AB: CB$. Podobnież mając daną siłę wypadkową i punkt zawieszenia na linii AB , można ją rozłożyć na siły składające P i Q , a to za pomocą następującej proporcji $AB: AC = R: P$, lub $AB: AC = R: Q$.

71. *Co do 3go.* Gdy dwie siły P i Q , (f. 7.) tak na zbiór punktów KL , działają, że ich kierunki schodzą się w punkcie A , jeżeli na tych kierunkach odetniemy AB i AC , w stosunku sił, to jest żeby było $P: Q = AB: AC$, natenczas dopełniwszy równoległoboku, wypadkowa tych dwóch sił będzie w kierunku przekątnej AD , i równa tejże przekątnej. Nie zmieni się bowiem działanie siły gdy je w jakimkolwiek punkcie tego samego kierunku weźmiemy, tak iż te dwie siły działające w punktach K i L , można uważać za działające w jednym punkcie A , a tem samym podług poprzednich wiadomości, oznacza się wielkość i kierunek siły wypadkowej.

72. Spuściwszy zaś z punktu D , do kierunków sił prostopadłe DE i DF , trójkąty BED i CFD , są podobne z przyczyny że kąty E i F , tudzież B i C , są pomiędzy sobą równe, a z tego podobieństwa wypływa $DC: DB = DF: DE$ a że mamy z założenia $P: Q = AB: AC$, czyli $= DC: DB$, więc będzie także $P: Q = DF: DE$, to jest, siły składające są w stosunku odwrotnym ich odległości od kierunku siły wypadkowej; — prostopadłe bowiem spuszczone z któregokolwiek punktu kierunku siły wypadkowej do kierunków sił składających stanowią ich odległości. — Równanie $P \times DE = Q \times DF$ or

znacza iż równowaga w ten czas będzie, kiedy wieloczynny sił przez ich odległości są pomiędzy sobą równe, które to wieloczynny *momentami statycznymi* nazywają się, a zatem równowaga w ten czas zachodzi, gdy momenta statyczne są pomiędzy sobą równe,

73. Gdy wielkości i punkta zawieszenia sił równoległych zostają te same, iakikolwiek z resztą będzie ich wspólny kierunek, siła wypadkowa przechodzi zawsze przez ten sam punkt, i jest równa ich summie. Punkt ten, przez który zawsze przechodzi siła wypadkowa nazywa się *środkiem sił równoodległych*, który zawsze jest na tej samej powierzchni, i na tej samej linii, na której i punkta zawieszenia sił składających. (*)

§. 11. O środku ciężkości.

74. Lubo wszystkie części ciała stałego są przyciągane do środka ziemi, postrzegamy iednak, że, aby ciało nie spadło, nie potrzebujemy całe ciało podierać, lecz tylko ieden punkt, który gdy jest podparty, tym samym, i całe ciało w spoczynku zostaje. Punkt ten *środkiem ciężkości* nazywa się, który właściwie niczem innym jest, tylko punktem zawieszenia siły wypadkowej. Możemy bowiem wyobrazić sobie, iż w każdym cie-

(*) Zupelniejszy wykład tych zasad znajdzie się w dziele pod tytułem: Wykład Statyki dla użycia Szkół Wydziałowych i Wojewódzkich, autora Monge, tłumaczenia O. Lewockiego, w Warszawie 1820 r. — Które to dzieło, również iak jest w tym przedmiocie klasyczne, — tak też i dokładnie w języku oczyszczonym oddane.

le, tyle jest sił działających ile cząstek ciała, które wszystkie w jednakowych kierunkach działają, równoodległych pomiędzy sobą, a tém samym siła wypadkowa jest równa ich summie czyli wadze całego ciała, kierunek iéy jest także równoodległy do kierunków sił składających, a punkt zawieszenia przypada w punkcie, środkiem ciężkości, nazwanym.

75, Linia, po którój iakakolwiek cząstka ciała sobie saméy zostawiona spada na ziemię, a która tém samym jest kierunkiem siły ciężenia nazywa się *pionową* , ta wszędzie jest prostopadłą do powierzchni ziemi, albo raczéy do powierzchni wody spokojnéy, a płaszczyzna gdy jest prostopadłą do linii pionowéy nazywa się *poziomą* . Kierunki pionowe siły ciężenia zchodziłyby się w iednym punkcie, to jest w środku ziemi, gdyby była zupełnie kulistą, ztém wszystkiém gdy odległość pomiędzy cząstkami ciała, w porównaniu do odległości środka ziemi jest nieskończenie małą, wszelkie zatém kierunki pionowe cząstek tegoż samego ciała za równoodległe pomiędzy sobą uważać można. — Możemy zatém uważać wszystkie cząstki ciał ciężących, iako ciągle do ziemi ciągnięte od sił dla kaźdey cząstki stałych, które w kierunkach równoodległych i w tę samą stronę działają, a zatém wszystko tu zastosować można cokolwiek się powiedziało o równowadze sił działających w kierunkach równoodległych. Stąd także wypływa, iż iakiekolwiek ciału nadamy położenie, kierunki sły wypadkowéy we

wszystkich położeniach w tymże samym przecina-
ją się punkcie, zmieniając bowiem położenie cia-
ła, nie zmienia się wielkość sił na cząstki działają-
cych, równie iak te siły zmieniając tylko położe-
nie względem ciała, nie przestają być pomiędzy
sobą równoodległymi. Co się mówi o iednym
ciele, to się rozumie i o zbiorze ciał niezmien-
nie z sobą połączonych. — Można zatém wagę
ciała uważać za siłę w kierunku pionowym u środ-
ka ciężkości ciała zawieszoną, a tём samém mo-
żna uczynić równowagę przydając w tym punkcie
w kierunku pionowym w stronę przeciwną, równą
siłę. Tak iak na odwrót, gdy iaka siła czyni ró-
wnowagę wagóm wszystkich cząstek ciała, na-
tenczas kierunek tey siły iest pionowy, i przechod-
dzi przez środek ciężkości ciała. — Ztąd wypły-
wa prosty sposób wynalezienia praktycznie środka
ciężkości, iakiegokolwiek kształtu ciała, zawieszając
następnie to samo ciało w dwóch różnych pun-
ktach iego powierzchni, i od tych poprowadzi-
wszy wewnątrz tego ciała dwa kierunki pionowe,
gdzie się te przetną, tam będzie środek ciężko-
ści ciała.

76. Rozróżnić należy *środek wielkości* od *środ-
ka ciężkości*: pierwszy iest środkiem objętości czyli
bryłowości ciał, drugi zaś środkiem masy ciała. —
Jakożkolwiek ten środek ciężkości iest środkowym
punktem masy, może się iednak zewnątrz mas-
sy tegoż ciała znajdować iak *np.* w kołku, lub
w kuli wydrążonéy.

77. W ciałach jednorodnych środek ciężkości przypada w tém samym miejscu, gdzie i środek bryłowości ciał, łatwo więc za pomocą wiadomości geometrycznych w każdym razie z pewnością może być oznaczony, — z których, pomiędzy innemi wypada, że środek ciężkości kuli, jest w środku tejże kuli, walca w środku osi, — w trójkącie na końcu $\frac{2}{3}$ części linii od wierzchołka do środka podstawy trójkąta poprowadzonéj, w piramidzie na końcu $\frac{3}{4}$ części linii od wierzchołka do środka wielkości podstawy poprowadzonéj, i t. p. — W ciałach zaś różnorodnych, w różnych te dwa punkta przypadają miejscach, i tylko praktycznie, zawieszając ciało w różnych położeniach, lub kładąc na krawędzi ostréj, środek ciężkości wynalezionym być może.

78. Utrzymanie ciała stałego w spoczynku, zależy od podparcia środka ciężkości, które znajdować się powinno na linii pionowéj z tegoż środka wyprowadzonéj, i może być albo w samym środku ciężkości, albo powyżej, albo nareszcie poniżej tegoż środka. Jeżeli się znajduie w samym środku ciężkości, ciało, iakiekolwiek nadawszy mu około tego punktu położenie, w spoczynku zostawać nie przestaje. — Jeżeli jest powyżej środka ciężkości, ciało natenczas jest *zawieszona*, a ruszone z miejsca, powraca nazad do swojego kierunku pionowego, z pewnym ruchem iaki w wahadłach postrzegamy. — Jeżeli nareszcie jest niżej środka ciężkości, ciało jest *podparte*,

a poruszone z miejsca upada, gdy linia pionowa występuje za miejsce podporą zajęte.

79. I od tego właśnie zawisła moc, z jaką ciało na miejscu pozostają, tudzież równowaga pomiędzy wszystkimi częściami, teyże saméy całości, zachodząca; — a z tego różne zdarzenia codziennie postrzegać się dające wytlómaczyć można, iak np. dla czego wieże w Pizie i Bononii na 300 i 180 stóp wysokie, na 12 i 9 stop nachylone nie upadają, — tudzież dla czego ciało mały podstawy trudno jest postawić. — Podobnie wielorakie ludzkie poruszenia, nie czém inném są, tylko ciągłą usilnością podparcia środkaciekkości, i ciąglem zapobieganiem upadkowi. — Środek ciężkości ciała ludzkiego w ogólności jest w środku jego wysokości, ażeby zatem mógł się utrzymać, powinna pionowa z tego punktu wyprowadzona przypadać na przestrzeń nogami zajętą; dla tego to, tém mocniéy człowiek stoi, im bardziey się rozkracza, przeciwnie postawa jego tém jest słabszą, im te nogi bardziey są do siebie zbliżone. Podług zaś różnych położeń ciała ludzkiego, w różnych także miejscach przypada środek ciężkości, i tak gdy jedną rękę wyciągnie, w tę także stronę nachyla się środek ciężkości, dla tego wchodząc do góry naprzód się schyla, a przeciwnie zchodząc w tył się nagina. — Podobnie sobie postępuje, gdy iaki ciężar przed sobą, lub na plecach niesie. — Na takowéy wprawie utrzymania środka ciężkości nawet na naywęższej podstawie, zależy sztuka tańcuących na li-

nach i t. p. Tu także należą rozmaite fizyczne zabawki iak *np.* toczenie się podwójnego stożka, lub walca pod górę, osóbki z rdzenia ołowiem obciążone, które w iakikolwiek sposób są rzucone, w téj saméj stawiają postawie, i wiele innych, które podobnież od połączenia ciał różnorodnych i różnéj wagi zawisły.

§. 12. *O Machinach.*

80. *Machiną* nazywamy poсполicie wszystko to, za pomocą czego siła nadaie ruch, lub utrzymuie w spoczynku iakie ciało, nie znaydując się w tém samém kierunku.

81. Zamiarem maszyny iest udzielenie sile dogodnego kierunku, tudzież oszczędzenie siły lub czasu.

82. W każdéj maszynie szczególniey na te cztery zważać należy okoliczności, to iest na siłę czynną czyli poruszającą, na siłę opór czynjącą czyli ciężar, — na punkt podpory, czyli ten punkt około którego maszyna w ruchu zostaię, — narreszcie na odległość siły i ciężaru od punktu podpory, którą stanowią prostopadłe spuszczone z punktu podpory do kierunku siły i ciężaru, a które odległości ramionami także nazywaie się zwykły.

83. Maszyny są albo pojedyncze, albo składane. Do pojedynczych należą: drążek, blok, koło na walcu, równia pochyła, klin i szruba. Z których właściwie dwie są nayistotniejsze, to iest dzwignia, i równia pochyła.

84. Główną zaś zasadą wszystkich machin, służącą do ocenienia ich użyteczności jest: iż siły do ciężarów są w stosunku odwrotnym odległości siły i ciężaru od punktu podpory, a tём samém w stosunku odwrotném czasów.

85. *Drażek*, niekiedy także *dzwignią* nazywany, jest pręt drewniany lub metalowy nie guący się, do utrzymania lub podnoszenia ciężarów używany. — Uważać go najprzód należy, iakoby nie miał żadnego ciężaru, ani wymiaru oprócz długości, i taki nazywa się *drażkiem matematycznym*; gdy zaś w używaniu drażek zwyczajnie ma pewną wagę, a czasem jest i zakrzywiony, waga jego będzie należeć albo do siły poruszającej, albo do siły opor czyniącej a to stosownie do położenia środka ciężkości tegoż drażka; — krzywość zaś nie stanowi, lecz tylko prosta odległość siły i ciężaru od punktu podpory, ramiona bowiem drażka, wtenczas tylko są razem i odległościami, gdy są proste, tudzież gdy kierunki siły i ciężaru, są pomiędzy sobą równoodległe. — Drażek jest potrójnego gatunku, — pierwszego gatunku drażkiem w ten czas się nazywa, gdy podpora jest pomiędzy siłą a ciężarem (f. 8.) — drugiego gdy się ciężar pomiędzy siłą a podporą znajduje (f. 9.), — trzeciego nareszcie gatunku w ten czas, gdy siła jest pomiędzy podporą i ciężarem (f. 10) — Pierwszego gatunku nazywa się także (*heterodromus*) różnobiegowy, a drugiego i trzeciego (*homodromus*) iednobiegowy. Pierwszego gatunku drażek służyć może równie do oszczędzenia siły iak i do nadania znaczney prędkości ciężarowi, drugiego słu-

ży tylko do oszczędzania siły, a trzeciego gatunku do nadania ciężarowi znaczniejszój prędkości; — co wszystko zależy od różnego pomiędzy sobą położenia tych trzech punktów, na które w drążkach, równie iak i w wszelkich innych machinach szczególnie zważać nam należy, to iest punkt podpory, tudzież punkta zawieszenia siły i ciężaru.

Wszelkiego gatunku drążków zasady są: 1^o iż każda siła tak poruszająca, iak i opór czyniąca, tém więcéy za pomocą drążka dokazać może, im bardziéy iest od podpory oddalona — 2^o dwa ciężary równe zawieszona na drążku, póty się tylko w równowadze utrzymują, póki są w równém od podpory oddaleniu, 3^o dwa ciężary nierówne wtenczas będą w równowadze, gdy są w stosunku odwrotnym odległości od podpory. Co wszystko łatwo okazać można, za pomocą tego twierdzenia, że siły i ciała są w równowadze, gdy momenta statyczne są pomiędzy sobą równe. — Z resztą ta machina iak ze wszystkich iest nayprościeysza, tak użycie iéy nayrozleglejsze,

86, *Ważki* właściwie są drążkiem pierwszego gatunku, i jeżeli podpora znajdzie się w samym środku iest właściwą *szalką*, w przeciwnym razie nazywa się *przezmianem*, lub *wagą Rzymską* (Statera) — Dobroć i sprawiedliwość szalki zawisła od tego, ażeby ile możności iak naymnieysze zachodziło tarcie, żeby ramiona były jednakowéy długości, i żeby środek ciężkości znajdował się iak naybliżéy punktu podpory poniżéy teyże podpory.

Fałszywości wagi pomiędzy innemi mogą być przyczyny, gdy ramiona jednakowo ważące, nie jednakowey są długości, — gdy przy równości ramion, haczyki do zawieszania sznurków z miseczkami służące, w nierówny od podpory znajdują się odległości, i t. p. — Fałszywość wagi łatwym sposobem poznana być może samem tylko ciężarków przełożeniem. — Z resztą znany sposób *podwójnego ważenia*, jest najpewniejszym sposobem dóścia ciężaru nawet za pomocą fałszywéy wagi, który na tém zawisł, że się na téy saméy miseczce kładzie najprzód to ciało którego wagi dochodziemy, i ułożywszy go z czymkolwiek do równowagi, następnie w miejsce tego ciała kładą się ciężarki wskazujące wagę ciała. — Waga z wszelką dokładnością zrobiona, a razem i do ważenia ciał stałych w płynach zastosowana *waga hydrostatyczną* w szczególności nazywa się.

87. Przemian tém się od szali różni, że tamta nie może być w równowadze, tylko gdy ciężary są równe, w przemianie zaś ciężary także i bardzo pomiędzy sobą nie równe, mogą się w równowadze utrzymywać. W szali potrzeba wiele ciężarków, przemian zaś jednym wszelkiéy wielkości przedmioty waży. Z resztą jest podwójnego gatunku, to jest albo z ciężarkiem, albo z podporą ruchomą. Dokładność zaś przemiana szczególnie zawisła od stosownego podzielenia ramienia dłuższego.

88. Oprócz szalki i przemianu, mogą także przedmioty być ważone za pomocą tak nazwanych *Dynamometrów*, narzędzi bezpośrednio prze-

znaczonych do mierzenia natężenia sił, a których główną częścią jest sprężyna w kształcie kółka, która tém większy wymaga siły lub ciężaru, im ją bardziej wyprostować usiłujemy.

89. *Krążek* czyli *blok* jest talerzyk drewniany lub metalowy na obwodzie wydrążony, tak ażeby się w tém wydrążeniu, sznur lub łańcuch utrzymywał. — Jest podwójnego gatunku, to jest albo *nieruchomy*, gdy się około osi nieruchomej obraca, albo też *ruchomy* gdy się wraz z osią i ciężarém porusza. — Właściwie blok nieruchomy jest drążkiem pierwszego, a ruchomy drążkiem drugiego gatunku.

90. W bloku nieruchomym ma się siła do ciężaru, iak promień do promienia tego samego koła, czyli że w tym bloku wtenczas tylko będzie równowaga, gdy siła równa ciężarowi. — Lubo się użyciem tego gatunku bloku siła nie oszczędza i czas nie skraca, w wielu iednak razach wygodnym jest do podnoszenia ciężarów, z przyczyny że mniejsze zachodzi tarcie w sznurach przez te bloki przechodzących, że siła na dole będąc może tym blokiem ciężar do góry podnieść, przeto wygodne ma położenie, nareszcie, że oprócz wywieranej mocy, siła własnym swoim ciężarem działać może. — W bloku ruchomym ma się siła do ciężaru iak promień do średnicy tego samego koła, a tém samém siła dwa razy większy ciężar podnieść może, — lecz to tylko wtenczas, gdy kierunki siły i ciężaru są pomiędzy sobą równo odległe, w innych bowiem razach ma się siła do ciężaru, iak promień do ciężkiwu łuku sznurem

zaiętego, o czém łatwo samém wykryśleniem przekonać się można.

91. *Koło na walcu inaczey kołowrotkiem lub windą* zwane jest machina, w której około jednéj osi obraca się i walec pewnéj grubości, i koło, zamiast którego mogą się znajdować drążki u walca umocowane, lub też korba; w téj machinie pospolicie ciężar znajduje się na walcu, siła zaś na kole, i nie jest czém inném, iak tylko drążkiem pierwszego lub drugiego gatunku, w którym ma się siła do ciężaru, iak promień walca do promienia koła. — Różne téj maszyny mogą być kształty, iuż to z walcem poziomym, iuż z pionowym, iuż nareszcie i z ukośnym; — podobnie i koło w wieloraki może być urządzone sposob, podług tego, iak od różnych sił ma być poruszane. — Wciągu roboty tą maszyną zważać należy na powiększający się ciężar, przez okręcenie się sznurów około walca, a tém samém przez powiększenie się jego grubości. Z resztą w każdym razie, z czterech wyrazów, to jest wielkości koła, grubości walca, wielkości siły i ciężaru, mając którekolwiek trzy znane, łatwo czwarty wynaleziony być może. — Gdy zaś idzie nie tak o zmniejszenie siły, iako raczej o nadanie znacznej prędkości, natenczas odwrotnie siła znajduje się na walcu, a ciężar na kole, iak się to przestrzegać daie w kołowrotkach używanych do przeczenia nici i kręcenia sznurów. — Podobnie jeżeli siła poruszająca kołowrot w natężeniu coraz słabieie, a opór do pokonania niezmienny pozostae, natenczas téj siły odległość w podobnym

stosunku wzrastać powinna. Dla tego w zegarkach sztuka na którą się nakręca łańcuszek ciągnięty przez sprężynę, ma kształt ostrokągu, iak na f. 11 gdzie punkt podpory znajduje się na linii AB, odległość oporu od punktu podpory stanowi linia AH, a odległościami siły, są linie, BC, BD, BE, powiększające się, w miarę zmniejszania się natężeń siły, rozwinięciem się sprężyny wywieranej. — Im zaś za pomocą koła na walek większy chcemy ulżyć sile, tym większego promienia koło użyć potrzeba, czemu zaradzić można zamieniając jedno wielkie koło na kilka mniejszych, zębatymi lub palczastymi nazwanych.

92. Płaszczyzna, która ani jest równoodległą ani prostopadłą do poziomemu stanowi *równią pochyłą*. — W téj maszynie na trzy okoliczności zważać należy, to jest: na długość, podstawę i wysokość równi pochyłej. — Siła za pomocą téj maszyny dwoiako działać może, to jest albo równoodlegle do długości, albo równoodlegle do podstawy. — W pierwszym razie ma się siła do ciężaru, iak wysokość do długości, w drugim zaś razie iak wysokość do podstawy. — Co nam objaśnić może, nie tylko porównanie dróg pomiędzy siłą i ciężar, ale nadto i następujące wykreślenie. Niech ABC, (f. 12) wystawia nam równią pochyłą w której AC jest długością, AB wysokością, a BC podstawą, po téj ciału kształtu kulistego może być ciągnięte kierunkiem MO, lub kierunkiem NO. Gdyby to ciało nie było wsparte równią pochyłą, spadłoby kierunkiem OT,

dla działania siły ciężenia, — że zaś jest okrągłe, więc się tylko jednym punktem równi pochyłej dotyka, który wskazuje prostopadłą spuszczone z punktu O. — Zatem P będzie punktem podpory sił działających w kierunku OP i OM, spuściwszy więc prostopadłą PS, OPS wystawiamy drążek pierwszego gatunku, w którym ma się $S: C = SP: OP$, a że trójkąty OPS i PSR, są sobie podobne z przyczyny, iż z kąta prostego spuszczone została prostopadła do przeciwprostokątnej; będzie zatem $SP: OP = SR: PR$, a że trójkąty PSR i RTC, są także podobne, równie iak i trójkąty RTC i ABC, będzie zatem $RS: PR = RT: RC$ tudzież $RT: RC = AB: AC$, a zatem ma się także $S: C = AB: AC$. Podobnym sposobem okazać można, iż gdy siła działa w kierunku ON, będzie $S: C = AB: BC$. — Działając za pomocą téj maszyny zmniejsza się siła, gdyż siła pewną tylko część ciężaru utrzymuje, pozostała zaś oporem równi pochyłej utrzymywana zostaje, dla tego widzimy ją w codziennem używaniu, iak np. przy ładowaniu i wyładowaniu wozów i statków wodnych, przy znoszeniu i spuszczeniu ciężarów, i t. p; schody także i dachy są téj maszyny zastosowaniem.

93. *Klin* jest to samo co równia pochyła, w którym ma się siła do ciężaru, iak grubość klina do długości, gdy bowiem wbijamy klin w drzewo, postrzegamy iż części drzewa, tak daleko się od siebie oddalają, iak jest grubość klina, gdy tymczasem siła wciskająca przebiega długość klina, — dla tego to kliny, im są cieńsze tem łatwiej

w drzewo wbić się dadzą, dla teyże przyczyny noże, brzytwy, siekiery i t. p. im są cieńsze i szersze, tém zdolnieysze do kraiania i rąbania.— To jednak tu przydać można, iż w téy machinie trudnieyszą jest rzeczą, anizeli w innych machinach, oznaczyć z pewnością wielkość siły i ciężaru, dla trudności wymierzenia w każdym razie związku pomiędzy częstkami ciał zachodzącego, tudzież mocy uderzenia.

94. Podobnie i *Szruba* jest gatunkiem równi pochyłéy, o czém naocznie nieiako przekonać się można. Okręciwszy bowiem około wałeczka wystrzyżony z papieru trójkąt prostokątny, uformuje się postać szruby wewnętrzney lub zewnętrzney. — W téy odległość dwóch naybliższych gwintów oznacza wysokość równi pochyłéy, obwód iednego gwintu długość, a grubość szruby podstawie, którą przydaniem drażków znacznie powiększyć można, z resztą w każdéy szrubie tyle jest równi pochyłych ile gwintów. — Gwintów kształt pospolicie jest albo czworograniasty, albo tróygraniasty, pierwszy postrzegać się daie w dużych szrubach żelaznych lub mosiężnych, drugi zaś w szrubach drewnianych, a to dla zmniejszenia tarcia. — Ponieważ szruba jest to samo co równia pochyła, łatwo zatem wyprowadzić można w jakim się stosunku sile dopomaga. Siła podnosząc ciężar szrubą lub go opuszczając tak się ma do ciężaru, iak odległość dwóch gwintów naybliższych do grubości szruby. Albowiem siła podnosząc lub opuszczając za pomocą szruby ciężar, przebiega grubość szruby w tym samym

czasie, w którym ciężar podnosi się na wysokość jednego gwinta. A oprócz tego siła doznaje i przez to ulgi, że tym sposobem podnoszony ciężar, nie opada nazad, chociaż siła działać przestaje. — Do odmiennego kształtu szruby należą także tak nazwana szruba Archimedesowa, którą jest wężownica na około walca okręcona, służąca do wznoszenia wody do pewnej wysokości; — i szruba nieustająca, powstająca z połączenia szruby, koła zębatego, i koła na walcu.

95. Z powyższych wyłożonych powstają różnego gatunku maszyny składane, których główną zasadą jest, iż w tych jest siła do ciężaru w stosunku składanym wszystkich stosunków odpowiadających maszynom pojedynczym, z których maszyna złożona powstaje, wszelki bowiem ciężar najpierwszej maszyny pojedynczej, można uważać za siłę w następnej.

96. Do maszyn składanych liczymy: drążki składane, przemiały składane, bloki składane, różnego gatunku koła zębate i palczaste, lewar, szruba nieustająca, tudzież różnego gatunku żorawie, kafary, i wiele innych. Z tych najpospolicię używane są: bloki składane, i koła zębate.

97. *W blokach składanych*, albo mogą być wszystkie bloki ruchome, albo część ruchomych a część nieruchomych, iakie zazwyczaj są w używaniu; a te znowu mogą być z sobą połączone tak, iż albo się znajdują jeden nad drugim, albo też jeden obok drugiego. We wszystkich razach, skutek łatwo być może oznaczony, gdy

pomniemy na to, że w każdym pojedynczym bloku nieruchomym, ma się siła do ciężaru iak 1: 1, a w ruchomym iak 1: 2.

98. *Koło palczaste* pod innemi także różnemi znawiskami znane, podług tego iak palce lub zęby na wierzchu, lub na boku obwodu koła są umieszczone, tudzież podług tego iak są proste lub ukośne; a w szczególności *cewami* się uazywają, gdy zamiast palców, są drążki pomiędzy dwiema kołami osadzone. — W podobnych machinach palce koła większego chwytają za palce koła mniejszego gdzie idzie o oszczędzenie siły, przeciwnie się zaś dzieje, gdy idzie o oszczędzenie czasu. — Wszelkiego gatunku koła zębate nic innego nie są, tylko koła na walcu czyli kołowroty, łatwo zatem w nich wynaleść stosunek siły do ciężaru: Jeżeli iedno tylko koło zębate w ruchu zostające uważamy, natenczas ma się siła do ciężaru, iak liczba palców kółka mniejszego, do liczby palców koła większego, gdy siła iest umieszczona na kole większym; w przeciwnym zaś iest stosunku gdy się znajduie na kole mniejszem. — Połączenie kilku, lub kilkunastu kół zębatach stanowi tak nazwaną *Machine Pankration*, w której ma się siła do ciężaru, iak liczba zębów w kółkach mniejszych rozmnożonych pomiędzy sobą, do liczby zębów kół większych, także pomiędzy sobą rozmnożonych. — Na stosownem połączeniu różnych kół zębatach zależy układ wszelkiego gatunku ze-

garów, równie iak i nayglównieyszą są częścią w młynach, wiatrakach, papierniach i t. p. (*)

99. Doświadczenie codzienne przekonywa, że w machinach znacznie większy siły użyć potrzeba od téy, iaką poprzedzające zasady wskazują, Przyczyną tego są różne przeszkody do których glównie należą: opor środka, tarcie, i tęgość sznurów.

100. Przez *środek* rozumie się ten plyn w którym machina, lub iakiekolwiek ciało ruch swój odbywa iak *np.* powietrze i woda. Opor z tego względu powstający zawisł od powierzchni przedmiotu w ruchu zostającego, od gęstości środka, od prędkości ciała bieżącego, i od prędkości środka poruszonego.

101. *Tarcie* pochodzi od nierówności powierzchni, a które iak w wielu razach iest użyteczne *np.* w chodzie zwierząt robiąc go przez to bezpiecznieyszym, tak przeciwnie iest szkodliwym w wszystkich machinach. Tarcie iest podwóynego gatunku, pierwszego gatunku iest wtenczas, kiedy ciało w ruchu będące, tém samém punktem powierzchni się dotyka, a drugiego gatunku, gdy się ciągle innym dotyka punktem. Tarcie pierwszego gatunku *posuwne*, a drugiego gatunku *obrotowém* także zwykło byđz nazywane, i iest

(*) O machinach tak pojedynczych iak i składowych wiele użytecznych w praktyczny sposób wyłożonych wiadomości, znajduie się w dawnieyszym dziele Fizyki pod tytułem: Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadających przez X. Józefa Rogalińskiego, w Poznaniu 1765.

mniejsze od pierwszego; dla tego to *np.* łatwiej ciężar popychać podłożywszy wałeczki, a przeciwnie w zjeżdżaniu z góry dla powiększenia tarcia hamują się koła. — Dochodzi się tego oporu tarcia większą lub mniejszą pochyłością powierzchni z której ciało, dla samego tarcia spada, i dla tego opór tarcia ma się iak styczną kąta nachylenia, który się także kątem tarcia nazywa. — Narzędzia służące do dochodzenia wielkości tarcia nazywają się w szczególności *Trybometrami*. — Czynione tym sposobem doświadczenia pokazują, iż na większe lub mniejsze tarcie mają wpływ, gładkość powierzchni, wielkość powierzchni i wagi, rozmaistość ciał w zetknięciu będących, tudzież różne smarowania, które działając iuż to mechanicznie, iuż chemicznie, albo do zmniejszenia, albo do powiększenia tarcia przyczynić się mogą. I tak tarcie tém jest większe im powierzchnia jest bardziej chropowata, — gdy ciało w spoczynku będące poruszone zostaje jest większe aniżeli gdy iuż jest w ruchu, — przy téj saméj zaś wadze tarcie nie powiększa się chociaż powierzchnia powiększoną zostanie, — wilgoć w drzewach a ciepło w metalach powiększa tarcie, — podobnież większe jest tarcie w drzewie gdy się włókna krzyżują, aniżeli gdy są pomiędzy sobą równoodległe, i t. p.

102. Co się tycze sznurów, przeszkody z tego względu w machinach powstające, a które siła ma przewyciężać, tém są większe im sznur jest grubszy, im mniejsza średnica ciała około któ-

rego sznur jest okręcony i im większy na nim zawieszony ciężar.

ROZDZIAŁ DRUGI.

POCZĄTKI DYNAMIKI.

103. Ta część Mechaniki obeymuie zdarzenia ruchu uważanego w ogólności, tudzież ruchu ciał stałych w szczególności.

§. 14. *O ruchu w ogólności.*

104. W każdym zdarzeniu ruchu, następujące okoliczności zwracają uwagę: ciało poruszone, siła poruszająca, droga, kierunek, czas, prędkość, i wielkość ruchu.

105. Wszelka przyczyna ruch sprawująca w ogólności *siłą* się nazywa, i pod tym względem ruch dzieli się na *pojedynczy* i *składany* podług tego, iak na ciało iedna, lub kilka sił działa.

106. Wielkość drogi i iey kierunek, wskazuje linia, którą kreśli w ruchu zostające ciało. — Pod względem kierunku zwykł się ruch ciał dzielić na prostoliniowy i krzywoliniowy, i tak spadek ciał jest przykładem ruchu prostoliniowego, a poruszenia wahadła, ruchu krzywoliniowego.

107. *Czas* jest trwanie ruchu pewną miarą oznaczone, ciągnące się pomiędzy początkiem i końcem ruchu.

108. Zachodzący stosunek pomiędzy przebieżoną drogą, i czasem do tego użytym, stanowi *prędkość* ciała będącego w ruchu, czyli droga

przebieżona w oznaczonym czasie za jedność wziętym, jeżeli więc za takową jedność sekundę uważać będziemy, droga w jednéj sekundzie przebieżona oznacza prędkość tegoż ciała; a z tego wypływa, iż gdy czas i droga nie jest wiadoma, prędkość także wiadomą być nie może, lecz na odwrot, mając z tych trzech okoliczności, to jest drogi, czasu, i prędkości którekolwiek dwie wiadome, i trzecia wynalezioną być może. — Prędkość zaś ciała poruszonego; tém jest większa, im większą drogę w tymże samym czasie przebiega, lub też im krótszego czasu potrzebuje do przebieżenia téj saméj drogi, czyli że prędkości są w stosunku prostym drogi, a odwrotnym czasu, a tém samym, że w ogólności mają się iak drogi podzielone przez czasy; — Oznaczywszy bowiem dwóch ciał prędkości przez P i p , drogi przez D i d , a czasy przez C i c , ma się $P: p = D: d$, tudzież $P: p = c: C$ a tém samym $P: p = Dc: dC$ czyli $P: p = \frac{D \cdot d}{C \cdot c}$.

109. Pod względem prędkości rozróżniamy ruch iednostayny, i nieiednostayny czyli zmieniający się podług tego, iak ciało w równych czasach przebiega drogi równe lub nierówne; — nieiednostayny zaś może być przyspieszony lub opóźniony, podług tego iak drogi w równych czasach są albo coraz większe, albo coraz mniejsze, — nadto tak przyspieszony iak i opóźniony może być iednostaynie lub nieiednostaynie przyspieszonym i opóźnionym.

110. Pod względem przestrzeni i ciał otaczających, ruch może być prawdziwym lub łądzącym, (54) tudzież wspólnym lub właściwym. *Właściwy* ruch nazywa się gdy ciało zmienia położenie względem wszystkich innych ciał, *wspólny* zaś wtenczas, gdy kilka ciał razem w ruchu będących nie zmieniają pomiędzy sobą położenia, i tak *np.* ruch człowieka chodzącego po statku płynącym jest ruchem właściwym, a ruch wszelkich innych przedmiotów na tymże statku znajdujących się jest ruchem wspólnym. — Nadto rozróżniamy także ruch wirowy od postępnego. *Wirowy* jest wtenczas, gdy wszystkie części jakiego ciała w koło téj saméj linii osi nazwanej w ruchu zostają, które ciało może albo w tém samym mieyscu pozostać, albo go też i zmieniać. — *Postępny* zaś jest, gdy ciało w ruchu będące istotnie swoje miejsce zmienia, — a ta zmiana mieysca, albo może być nieograniczona, albo pewną przestrzenią ograniczona. Nieograniczony ruch postępnny może być, prosto lub krzywoliniowy, ograniczony zaś może być kołowy lub wahadłowy. — Przykładem ruchu wirowego jest ruch bloku około osi, — ruchu postępnego prostoliniowego, spadek kamienia, — ruchu postępnego krzywoliniowego, poruszenie ciała ukośnie do poziomemu wyrzuconego, — ruchu ograniczonego kołowego, poruszenie dookoła kamienia na sznurku umocowanego, — a wahadłowego zwyczajne zegarowe wahadła.

111. Jak z iednéy strony, ażeby ciało mogło bydz poruszone, potrzeba pewnéy siły, tak z drugiéy strony ciało w ruchu będące może inne ciała poruszyć, czyli wywiéra pewne działanic, którego wielkość zawisła od wielkości massy i prędkości, a tém samem iest równe iloczynowi massy przez prędkość; — z dwóch bowiem ciał równéy wagi czyli massy, to ciało mocniéy uderza, które się z większą porusza prędkością i podobnież z dwóch ciał równą prędkością poruszanych, to mocniéy uderza, którego massa iest większa, a tém samem ciała mającego *np.* dwa razy większą masę i prędkość od drugiego, moc uderzenia czyli skutek iest cztery razy większy, — lecz i na odwrot na poruszenie ciała dwa razy większéy wagi, i nadania temuż ciału dwa razy większéy prędkości, potrzeba cztery razy większéy siły. — Tak iż ten iloczyn massy przez prędkość znany pod nazwiskiem *wielkości ruchu* lub też *momentu ruchu* (*momentum motus*) równie wskazuje wielkość skutku ciała poruszonego, iak i wielkość siły poruszaiącey. — Z tego że wielkość skutku zawisła od massy i prędkości różne codzienne zdarzenia wytłómaczyć można, dla czego *np.* położenie na gwozdziu znacznego nawet ciężaru nie sprawi tego skutku, co pomierne młotkiem uderzenie, tudzież dla czego ten sam młotek, o dłuższéy rękoieści większe sprawnie uderzenie, podobnież większe uderzenie koniec aniżeli środek kiiia lub pałasza, — Nie mniéy dla czego gdy kiy zaczynamy obracać, łatwiéy go zatrzymać uchwy-

ciwszy za koniec, a przeciwnie gdy już jest rozpędzony wstrzymując w środku — w pierwszym bowiem razie mamy tylko utrzymać ciężar kija, a tём samém im w większém od podpory oddaleniu, tём to mniejsza skutecznieć potrafi siła; w drugim zaś razie idzie o zniszczenie wielkości ruchu, która w środku jest mniejszą aniżeli na końcu kija, z przyczyny mniejszey prędkości, pręt bowiem poruszony wtymże samym czasie daleko mniejszy łuk przebiega środkiem aniżeli końcem.

112. Ciało dla bezwładności nie może sobie nadać ruchu, lecz iak wiemy musi być iaka przyczyna ruch udzielająca, do tego udzielenia ruchu potrzeba pewnego iakkolwiek krótkiego czasu, z kąd także wytómaczyć się dadzą niektóre potoczne zdarzenia, i tak np. gdy na szklanice położymy kartę a na tей pieniądz, za prędkim karty pociągnięciem pieniądz w szklankę wpada, gdy zaś to zwolna uskuteczniamy natenczas kartę wraz z pieniądzem z ściągamy, — podobnież gdy rurkę szklaną na włoskach w dwóch końcach zawieszoną z prędkością uderzamy, rurka ta stuczona zostaje bez zerwania włosków, — zrywają się zaś powolném na też rurkę działaniem.

§. 14. *O ruchu iednostaynym.*

113. Ruch iednostayny w tenczas ma miejsce gdy siła poruszająca ciało działa momentalnie, czyli gdy poruszywszy więcéy nie działa, ciało bowiem dla bezwładności ani ruchu zmienić, ani wstrzymać same siebie nie może. — Lubo i w tym razie pomnieć należy na różnego gatunku prze-

szkody zmniejszające nadaną ciału prędkość, dla których np. prędkość kuli po równi poziomym toczący się, coraz się bardziej zmniejsza, aż nareszcie do spoczynku wraca.

114. W ruchu iednostaynym droga przebieżona tēm będzie większa, im przez dłuższy czas i z większą prędkością w ruchu zostaje, a tēm samēm w ruchu tego gatunku droga równa się iloczynowi z czasu przez prędkość, ieżeli bowiem ciało na każdą sekundę ubiega 15 stop, a bieży przez sekund 10, droga całkowita będzie wynosić 150 stop.

115. Z czego łatwo wyprowadzić można w iakim stosunku są pomiędzy sobą drogi, czasy i prędkości w ruchu iednostaynym, tudzież iakim sposobem, mając iedne wiadome, inne mogą być oznaczone; gdy bowiem $D = PC$ tudzież $d = pc$ będzie tēm samēm $D : d = PC : pc$, tudzież $C : c = \frac{D}{P} : \frac{d}{p}$ a $P : p = \frac{D}{C} : \frac{d}{c}$.

116. Podobnie łatwo okazać można że w ruchu iednostaynym wielkości ruchu są w stosunku składanym iloczynów massy i drogi, a odwrotnym czasu, a tēm samēm że massy są w stosunku składanym wielkości ruchu i czasów, a odwrotnym drogi, — że drogi są w stosunku składanym wielkości ruchu i czasu, a odwrotnym massy, — nareszcie że czasy są w stosunku składanym prostym massy i drogi, a odwrotnym wielkości ruchu. — Jeżeli bowiem wielkości ruchu dwóch ciał oznaczymy przez W i w , a massy przez M i m , wiedząc z poprzedzającego (111) że $W = MP$ i

$w = mp$, tém samém masię $W: w = MP: mp$
 a zamiast P i p . położywszy odpowiadają-
 ce znaczenia, będzie $W: w = \frac{MD}{C} \cdot \frac{md}{c}$ a tém sa-
 tém $D: d = \frac{WC}{M} \cdot \frac{wc}{m}$ tudzież $C:c = \frac{MD}{W} \cdot \frac{md}{w}$.

§. 15. *O ruchu niejednostaynym.*

117. Gdy siła ciągle działa, natenczas i pręd-
 kości także ciągle wznatają, czyli powstaie ruch
 przyspieszony, który będzie jednostaynie przy-
 spieszonym, gdy siły działającej to samo po-
 zostaie natężenie.

118. Może jednak siła ciągle działająca spra-
 wieć ruch nie przyspieszony lecz tylko jednostay-
 ny, gdy zachodzące przeszkody tego są gatunku,
 iż właśnie tylko powiększenie się prędkości ni-
 szczą. Tego gatunku przeszkod używa sztuka
np. w zegarach dla otrzymania ruchu zawsze ie-
 dnostaynego, w których ciągle działanie zawie-
 szonych ciężarów, przydaniem wahadeł tak się
 zmienia, iż ztąd nie przyspieszony lecz jednostay-
 ny ruch powstaie.

119. W ruchu jednostaynie przyspieszonym
 w miarę powiększania się czasu w tym samym
 stosunku powiększa się także i prędkość, w drugiéy
 bowiem sekundzie ciało dla bezwładności byłoby
 poruszone prędkością nabytą w pierwszéy sekundzie,
 lecz gdy oprócz téy nabytéy prędkości udzielana
 mu jest nowa prędkość taka sama iaką miało
 w pierwszéy sekundzie, ciągłym siły działaniem,
 tém samém na końcu drugiéy sekundy prędkość

jest dwa razy większa aniżeli na końcu pierwszej, podobnie na końcu dziesiątej, dziesięć razy większa, czyli że w ruchu iednostaynie przyśpieszonym prędkości wzrastają w stosunku szeregu liczb naturalnych, to jest iak 1, 2, 3, 4, i t. p.

120. Ciało poruszone przez pewny przeciąg czasu biegiem iednostaynie przyśpieszonym, nabywa w tym czasie pewney prędkości. Gdyby ta prędkość była na początku ruchu, i następnie taka pozostała przez cały czas, natenczas ruchem iednostaynym ubiegłoby ciało pewną drogę oznaczoną iloczynem z teyże prędkości przez czas. Lecz gdy w ruchu iednostaynie przyśpieszonym, nie było téy prędkości przez cały czas, z początku bowiem będąc równą zero następnie dopiero wzrastała, tém samym i droga w tym czasie ubieżona mnieyszą bydz musi w ruchu iednostaynie przyśpieszonym. — Gdy więc jest pytanie, o ile droga w ruchu iednostaynie przyśpieszonym jest mnieyszą od drogi ruchu iednostaynego, lecz z prędkością iakiey ciało ostatecznie nabyło w ruchu iednostaynie przyśpieszonym? Łatwo przekonać się można, że jest o połowę mnieyszą. — Prędkość bowiem od zera wzrasta następnie aż do pewney oznaczoney końcowey prędkości, ciało zatem postępuje w każdéy następuéy chwili z cokolwiek większą prędkością, aniżeli w chwili poprzedzającéy; a tém samym droga w całym tym czasie przebieżona, musi bydz odpowiednią wszystkim tym prędkościom od naysierwszego do ostatniego momentu czasu, i właśnie dla tego przebieży taką drogę iakąby przebiegło mając środkową pręd-

kość od początku do końca wziętą, o ile bowiem pojedyncze prędkości od początku do środka są mniejsze, o tyle następne od środka do końca są większe. Lecz gdy środkowa prędkość jest połową końcową, tём samém i droga, którą ciało w pewnym czasie tą środkową prędkością ubiega jest tylko połową téy drogi, iakąby przebiegło w tymże samym czasie w ruchu iednostaynym, prędkością końcową.

121. Drogi zatém w ruchu iednostaynie przyśpieszonym, w czasach równych osobno uważanych, nie są w stosunku prędkości końcowych, ale raczej prędkości środkowych, jeżeli zatém końcowe prędkości mają się iak 1, 2, 3, 4, 5, środkowe będą się miały iak $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ czyli iak $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{7}{2}$; z czego wyptywa iż środkowe prędkości, a tём samém i drogi w czasach równych osobno uważanych mają się iak liczby nieparzyste, 1, 3, 5, 7, i t. p.

122. Dodając prędkości czasów osobno uważanych, okazuje się że prędkości, a tём samém i drogi w czasach razem braanych mają się iak kwadraty liczb czas wyrażających czyli iak 1^2 , 2^2 , 3^2 , 4^2 , i t. p.

123. Te uwagi wskazują nam ogólnie prawa ruchu iednostaynie przyśpieszonego, a te są 1^o że końcowe prędkości wzrastają tak iak czasy, a zatém tak iak liczby zwycajne, — 2^o że drogi w czasach osobno uważanych są iak środkowe prędkości, czyli w stosunku liczb nieparzystych, 3^o że drogi, w czasach razem uważanych,

maią się iak kwadraty z czasów, lub iak kwadraty z liczb zwyczajnych, — 4^{ie} nareszcie, że gdy ciało^o końcową prędkością idzie biegiem iednostaynym, natenczas, w tymże samym przeciągu czasu ubiega dwa razy większą drogę; — które to prawa Matematyka w wieloraki objaśnia sposób.

124. Ruchu iednostaynie przyspieszonego przykład przedstawia nam spadek ciał, którego przyczyną jest siła ciężenia ciągle działająca. I dla tego wiedząc z czynionych doświadczeń, że ciało wolno spadające w pierwszój sekundzie przebiega stop 15, łatwo podług powyższych zasad znając czas przez który ciało spada, można wyznać wysokość lub głębokość miejsca iakiego i odwrotnie, — uważając bowiem te 15 stop za końcową prędkość pierwszój sekundy, tem samem podług (120) szukaną drogę otrzymaną mnożąc kwadrat z czasu przez $\frac{1}{2}$. Że zaś ciała wolno spadające, nie wszystkie zdają się z tą samą spadać prędkością, lubo ta sama siła działa na wszystkie ciała, przyczyną tego jest opór środka to jest powietrza, o czem nas doświadczenie przekonywa, w czczem bowiem miejscu, wszystkie ciała nayważniejsze i naylżeysze z równą spadają prędkością.

125. Wszystkie zasady ruchu iednostaynie przyspieszonego, naocznie nieiako przedstawione bydź mogą, za pomocą znanój maszyny Atwooda, — którój głównym zamiarem jest ruch ciała spadającego uczynić wolnieyszym, nie zmieniając własności ciał spadających, przez co nietylko zmiany prędkości są widoczniejsze, ale nadto opór po-

wietrza bardzo mało zmienia prędkość ciała spadającego, ten bowiem opór, tém jest większy, im w tymże samym czasie większą drogę ciało przebiega. — Istotne zaś takowéy maszyny części są, wahadło wymiar czasu wskazujące, blok z iak największą łatwością około osi obracający się, na którym zawieszony jest sznurek iedwabny z dwoma równemi ciężarkami, tudzież w kierunku téż nitki podziałka na równe części podzielona iak na (f. 13). Dla małego tarcia i nie znacznéy wagi sznurka zawieszone ciężarki w każdym miejscu zostają pomiędzy sobą w równowadze, i gdy na ieden ciężarek działa iaka siła, tenże na dół opada biegiem iednostaynym, działanie bowiem siły ciężenia na ciężarek opadający, zniesione zostaje działaniem siły ciężenia w przeciwnym kierunku na ciężarek wznoszący się. Gdy następnie do iednego z tych ciężarków dodamy inny daleko mniejszy, ten gdyby sam zostawał, spadałby prędkością odpowiednią wszystkim ciałom wolno spadającym, gdyż miałby do przewyciężenia tylko opór powietrza, w tym zaś razie połączony z dwoma innemi ciężarami spadając, musi także i te poruszyć, o tyle więc z własnéy prędkości traci, ile tymże ciężarom udziela, tak iż gdy *np.* ten ciężarek waży 1 gran, a zawieszone ciężary 59 granów, natenczas prędkość iednego grana rozdziela się pomiędzy te 59 gran, a zatem spada $\frac{1}{60}$ cząstką pierwiastkowéy prędkości, gdyby więc oddzielnie przebiegło w iednéy sekundzie drogę 15 stop, połączone z temi ciężarkami, w tym samym czasie przebieży tylko 3 cale,

w drugiéy 9 cali, w trzeciéy 15 i t. p. Za pomocą zaś podstawek w podłuż podziałki w każdym miejscu umocować się dających, nie tylko opadający ciężar w każdéy chwili wstrzymany być może, lecz także może być odjęty przydany ciężarek nie wstrzymując całego ciężaru, przez co ruch przyspieszony zamienia się na iednostayny, i podaje sposobność przekonania się także i o czwartéy zasadzie (123) ruchu iednostaynie przyspieszonego.

126. Z zastosowania zasad ruchu iednostaynie przyspieszonego, do ciał wolno spadających różne potoczne zdarzenia wytómaczyć można, iak np. dla czego ciało, im z wyższego miejsca spada tém mocniéy uderza, tudzież dla czego skok z wyższego miejsca iest niebezpieczniejszy, i t. p. — Z resztą nie tylko ciała wolno spadające, ale i po równi pochyłéy ztaczające się, idą biegiem iednostaynie przyspieszonym, gdyż i w tym razie siła ciężenia iakkolwiek oporem równi pochyłéy zmniejszona, pozostała iednak częścią ciągle i iednostaynie, na ciało spadające działa.

127. Ciało pewną prędkością poruszone, doznając ciągłego działania siły w przeciwnym kierunku, bieży ruchem opóźnionym który będzie ruchem iednostaynie opóźnionym, gdy opór, lub iakkolwiek siła w przeciwnym kierunku ciągle i iednostaynie działa. Za przykład tego gatunku ruchu służyć mogą w górę wyrzucone ciała, iak np. kula działowa, w tym bowiem razie siła rzutu nadaie ciału ruch iednostayny, a siła ciężenia w przeciwnym kierunku działająca zamienia ten-

że na ruch iednostaynie opóźniony, nie zważając na opor, iaki oprócz siły ciężenia i powietrze wywiera.

128. Zasady tego ruchu są zupełnie te same co i ruchu iednostaynie przyspieszonego, zamieniając tylko w tych zasadach prędkości końcowe na początkowe i odwrotnie. — Dla tego i w tym razie, mając wiadomy czas lub początkową prędkość wynaleś można wysokość do której ciało wyrzucone dochodzi.

§. 16. *O ruchu rzutu.*

129. Na ciało wyrzucone działają dwie siły, to jest siła rzutu, i siła ciężenia, mogą zaś te siły w potrójny działać sposób: to jest, albo w tym samym kierunku, albo w przeciwnym kierunku, albo nareszcie w kierunku ukośnym.

130. W pierwszym razie dodając, a w drugim odciągając działanie tych dwóch sił, łatwo oznaczyć można wielkość drogi przebieżonéy, i tak jeżeli ciało jest rzucone w kierunku pionowym na dół siłą nadającą ciału prędkość 20 stop na 1 sekundę, na ten czas to ciało przebieży w pierwszej sekundzie $20 + 15$ stop, w drugiej $20 + 45$, w trzeciej $20 + 75$ i t. p. — Przeciwnie gdy ciało było wyrzucone pionowo w górę siłą nadającą ciału prędkość 90 stop, na ten czas droga przebieżona w pierwszej sekundzie będzie $90 - 15$ w drugiej $90 - 45$ w trzeciej $90 - 75$ w czwartej $90 - 105$ czyli że w tej sekundzie ciało wyrzucone nie tylko się wzniesie w górę, ale nadto i spadnie tą ilością, którą siła cięż-

żenia przewyższa siłę rzutu to jest na 15 stop, i t. p.—
W trzecim zaś razie, gdy kierunek siły rzutu z kierunkiem siły ciężenia formują kąt, natenczas ciało idzie po linii krzywéy najwięcécy zbliżaiącćy się do téy, która w Matematyce parabolą się nazywa. Co się w tenczas przytrafia, gdy ciało jest wyrzucone nie w kierunku pionowym, lecz albo w kierunku ukośnym albo równoodległym do poziomemu. Ciągła zmiana stosunku sił działających przyczyną jest formowania się takowéy linii krzywéy, przez cały bowiem czas trwania ruchu ciała, pomijając zachodzące przeszkody, i tem bardziéy ieszcze ten stosunek zmieniające, siły rzutu iednostayny pozostaie skutek, gdy w tym samym czasie działanie siły ciężenia ciągle się powiększa lub zmniejsza, podług tego iak ciało wyrzucone w górę się wznosi, lub na dół opada.

131. Oddzielna nauka matematyki zastosowanéy Ballistyką nazwana, wskazuje różne kształty takowych linii krzywych, powstaiących przez ruch ciał wyrzuconych muiąc wzgląd na natężenie siły rzutu, rozmaite nachylenie do poziomemu, na opór powietrza i na wielorakie zachodzące przeszkody.

§. 17. *O ruchu środkowym.*

132. Ruchem *środkowym* w ogólności nazywamy ten, który ciało odprawia około tegoż samego punktu; co się w ten czas przytrafia, gdy na ciało tak działaią siły, iż iednych kierunek po-

zostaje niezmienny do tego samego oznaczonego punktu, a innych odmienny, lecz zawsze oznaczony w porównaniu do poprzedniego kierunku, to jest w kierunku styczney do linii krzywey bieg ciała wyrażaiący, — Z tych pierwsze nazywaią się siły *dośrodkowe* lub *wśródpędne* (centripeta) drugie zaś *odśrodkowe*, *odśrodpędne* (centrifuga) lub też *styczne* (tangentialis). — Ten zaś punkt około którego ruch ciała się odbywa nazywa się *środkiem sił*. — Drogi ciał ruchem środkowym przebieżone wielorakiego bydź mogą kształtu, główniejsze zaś są: koło w którym środek sił znajduje się w środku i Elipsa w której środek sił znajduje się w jedném ognisku; linij tych krzywych własności szczegółowe Matematyka wskazuje; — a dla zrozumienia ogólnego prawa ruchu po linii krzywey, znaczenie tylko promienia wodzącego (radius vector) przytaczamy, przez który rozumie się linia prosta od środka sił poprowadzona do tego punktu, w którym się ciało poruszone znajduje. (*)

133. W następujący zaś sposób powstawanie ruchu środkowego wystawić sobie możemy, niech na ciało w punkcie a będące (f. 14) działaią dwie siły, z których iedna porusza to ciało w kierunku am , z taką mocą, ażeby w pewnym oznaczonym czasie przebiegło drogę ab , druga zaś siła

(*) O naturze i wielkości siły odśrodkowey obacz rozprawę R. Markiewicza w Roczniku Towarzystwa Naukowego w Krakowie T. 4, k. 196.

pociąga to ciało do punktu c , działając zaś iednostaynie, w każdym innym mieyscu znajdujące się ciało a , do tego samego punktu c pociąga, i z taką mocą, ażeby w tym samym czasie w kierunku ac , przebiegło drogę ad , w którym dla działania pierwszey siły przebiega drogę ab , — przekątnia zatem ae , równoległoboku $abcd$, wskazuje drogę w tym pierwszym czasie przebieżoną. Gdyby następnie żadna siła nie działała, w ten czas poruszone ciało dla bezwładności zostawałoby w ruchu w kierunku en , a w równym przeciągu czasu przebiegłoby drogę $ef = ae$. Lecz dla stałego działania siły dośrodkowey ciało to iest pociągane w kierunku ec , — dajmy że w tymże samym czasie w którym przebiega drogę ef , przebiegłoby dla działania téy siły drogę eg , przebieży zatem przekątnią eh , równoległoboku $efhg$. — W trzeciej równey iedności czasu, ciało dla bezwładności przebiegłoby drogę $hi = eh$, a dla działania siły dośrodkowey drogę hk , tem samym przebiega hl , przekątnią równoległoboku $hilk$, i t. p. Czyli że ciało poruszone przebiega drogę w kierunku linii złamaney $aehl$. — Że zaś te zmiany kierunków ciała poruszonego skuteczniaią się w czasach nieskończenie małych, dla tego i te nieskończenie małe przekątne zamiast linii złamaney uformuią linią krzywą.

134. Ogólném zaś prawem ruchu środkowego iest, że promień wodzący w równych czasach równe odcina powierzchnie, czyli że powierzchnie tym sposobem odkryślone, są w stosunku cza-

sów. — Jeżeli więc ciało poruszone w równych czasach przebiega linie *ae*, *eh*, *hl* tém samém trójkąty *ace*, *ech*, *hcl*, co do powierzchni są pomiędzy sobą równe. — Z czego wypływa że gdy promienie wodzące w kole są równe, w Elipsie zaś nierówne, tém samém, gdy ciało poruszone kreśli koło, w równych czasach równe przebiega drogi, czyli że zostaje w ruchu iednostaynym; w Elipsie zaś w równych czasach nierówne przebiegając drogi, zostaje w ruchu nieiednostaynym.

135. Naycelniejszym przykładem ruchu środkowego, jest bieg wszystkich ciał niebieskich, w którym siłą dośrodkową jest ogólna siła ciężenia, siłą zaś odśrodkową jest przyczyna ruch tym ciałom nadająca, która ze swojego tylko skutku jest znaioma. — Główne zasady biegu ciał niebieskich, znane są pod nazwiskiem praw Keplera, a temi są: 1^{od} że planety obracają się około słońca w ten sposób, iż powierzchnie promieniami wodzącemi zakreślone są w stosunku czasów. — 2^{re} że linie krzywe obrotem ciał niebieskich nakreślone są Elipsami, w których iednym ognisku znajduje się słońce iako siła dośrodkowa, i że podobnież księżycy około swoich planet kreślą Elipsy, w których ognisku też planety znajdują się. — 3^{cie} że kwadraty czasów biegu dwóch planet są w stosunku sześcianów ich średniey odległości od słońca. — Gdy zaś nie tylko planety od słońca, a księżycy od planet są przyciągane, ale nadto to przyciąganie zachodzi pomiędzy wszystkimi planetami, powstają ztąd

różne odmiany, w tymże biegu ciał niebieskich postrzegane, które w szczególności Astronomia wskazuje i tłumaczy. Z resztą to wzajemne pomiędzy sobą działanie ciał niebieskich jest także przyczyną i zdarzenia na kuli ziemskiej postrzeganego, to jest peryodycznego wznoszenia się i opadania morza (fluxus et refluxus maris).

§. 18. *O ruchu wahadła.*

136. Każde ciało tak zawieszone, ażeby się wolno około punktu zawieszenia poruszać mogło, nazywa się *wahadłem*, i jest albo *pojedyncze* czyli *matematyczne* w którym ciało uważane jest iako punkt ciężki zawieszony na pręcie niegnącym się i nic nieważącym, a tem samém iak gdyby na linii geometrycznej, albo *składane* czyli *fizyczne*. — Jakkolwiek pojedyncze wahadło w ścisłym znaczeniu, w naturze się nie znajduje, przypuszczamy go jednak w zamiarze oznaczenia ogólnych zasad tego gatunku ruchu. Długość wahadła pojedynczego stanowi odległość punktu zawieszenia od punktu ciężkiego. — Długość zaś wahadła składanego stanowi odległość punktu zawieszenia od pewnego punktu wewnątrz wahadła znajdującego się, środkiem wahanja zwanego który każdemu właściwy jest wahadłu.

137. Wahadło dla działania siły ciężenia może być w spoczynku tylko w ten czas, kiedy zostanie w kierunku pionowym. — Gdy więc wahadłu *cd* (f. 15) nadamy położenie *ca*, w ten czas

to wahadło usiłować będzie spaść kierunkiem ac lecz gdy to nastąpić nie może, opada łukiem ad' — kąt acd nazywa się kątem wzniesienia. — Gdy punkt ciężki przyjdzie do swojego najniższego położenia d powinienby pozostać w spoczynku; a że spadając nabył pewną prędkość, więc tą nabytą prędkością dla bezwładności z punktu d usiłuje poruszać się w kierunku prostym i poziomym po linii df : — lecz że tego dla oporu nitki lub pręta skutecznie nie może, wznosi się z drugiej strony po łuku koła db . — Opadanie skutecznia się biegiem przyspieszonym, a wznoszenie się biegiem opóźnionym, — które sobie zupełnie są odpowiednie, czyli że w równych odległościach z obudwóch stron od linii pionowej cd ta sama jest prędkość wahadła; — dla tego też gdy nie zważamy na zachodzące przeszkody, ciało do jakiej wzniesione zostało wysokości, do takiej samy wzniesie się z przeciwny strony, następnie opadając z drugiej strony, znowu się wznosi z pierwszej strony, tak iż gdyby nie tarcie i opor powietrza, wahadło z położenia pionowego wzruszone, nigdyby więcej do spoczynku nie wróciło: — Poruszenia te wahadła są równoczesowe, isochronicznemi nazwane, dla tego też wahadło nastęcza najwłaściwszy sposób mierzenia czasu na równe części.

138: Trwanie zaś wahań zawisło, od długości wahadeł, i od wielkości sił działających, tak iż jest w stosunku prostym kwadratu z długości wahadła, a w stosunku odwrotnym kwadratu

działających. Im więc wahadło jest krótsze, i im się bliżej znajdzie bieguna ziemi, tćm trwanie wahań jest mniejsze i odwrotnie.

139. Z tych zasad ruchu wahadeł wyłtywa, iż długość wabadła sekundowym nazwanego, właściwa jest kaźdemu w szczególności miejscu, i łatwo oznaczoną być może, wiedząc że trwanie kaźdego w szczególności poruszenia wabadła, jest w stosunku prostym kwadratu z długości; — liczba bowiem wahań w tym samym czasie będzie w stosunku odwrotnym kwadratu z długości; — Tuzdież iż długość wabadła sekundowego nie tylko jest różna w różnych szerokościach geograficznych, ale nawet i w tćy samey szerokości w różnych od środka ziemi odległościach z przyczyny że tym sposobem zmienia się wielkość siły działającej, którą jest siła ciężenia. — Nareszcie z tychże zasad wyłtywa, że za pomocą tego samego wabadła w różne miejsca przenoszonego, można oznaczyć właściwy kształt wypukłości kuli ziemskiej, w którym bowiem miejscu w tynże samym przeciągu czasu większa będzie liczba wahań, takowe miejsce będzie wypukłe albo raczej mniej oddalone od środka kuli ziemskiej, gdyż działanie siły ciężenia jest większe. Nauka zaś o ciepłiku wskaże nam sposoby któremi zapobiedz można zmianom długości wabadła w różnćy temperaturze.

§. 19. *O uderzeniu się ciał.*

140. Zdarzenia z uderzenia się ciał stałych powstające, bardzo różne być mogą, podług róż-

żnéy natury tychże ciał, różnego kształtu i sposobu uderzenia. — Dla łatwiejszego obięcia uważamy uderzenia zachodzące pomiędzy ciałami kształtu tylko kulistego, twardemi lub sprężystemi, które z resztą uderzenia mogą bydź, albo środkowe, albo mimośrodkowe.

141. Skutki z uderzenia się ciał twardych czyli niesprężystych powstające oznaczyć możemy podług téy ogólnej zasady, że wielkość ruchu po uderzeniu jest równa wielkości ruchu przed uderzeniem. Uważając ciała niesprężyste téy samey natury i wielkości mogą bydź następujące przypadki, albo jedno spoczywa a drugie jest w ruchu, — albo obadwa są w ruchu z różną prędkością, i w tę samą stronę, — albo obadwa są w ruchu w przeciwną stronę z równą lub różną prędkością. — W pierwszym razie po uderzeniu obadwa ciała są w ruchu z połową prędkości ciała uderzającego, — w drugim razie z połową summy prędkości ciał obudwóch, — w trzecim razie po uderzeniu się ciał powstaie spoczynek, — w czwartym nareszcie przypadku poruszają się z prędkością, która jest równa połowie różnicy zachodzącej pomiędzy prędkościami ciał w przeciwnych kierunkach w ruchu zostających. — Wiedząc zaś że wielkość ruchu zależy nie tylko od prędkości, ale i od massy, łatwo oznaczyć będzie można, iaka jest prędkość w miarę powiększania się lub zmniejszania massy ciała uderzającego lub uderzonego; — i tak np. przypuścemy że jedno ciało jest w spoczynku, a drugie uderzające jest w ruchu z prędkością 6. natenczas iczeli są równéy

wielkości, po uderzeniu się obadwa zostają w ruchu z prędkością 3, jeżeli uderzające jest dwa razy większe od uderzonego nabywają prędkości 4, w przeciwnym zaś razie, gdy uderzone jest dwa razy większe od uderzającego, poruszone są prędkością 2; — w podobny sposób oznaczyć można skutek i we wszystkich innych razach.

142. Ta sama zasada, która służy do wytlómaczenia zdarzeń powstających z uderzenia ciał niesprężystych służy także i do wytlómaczenia zdarzeń powstających z uderzenia ciał sprężystych, — W czém iednak na to mieć wzgląd należy, że w ciałach sprężystych przez uderzenie powstaje nie tylko udzielenie ruchu, ale nadto i zmiana kształtu ciała, tudzież powrót do dawnego kształtu, który z pewną mocą w przeciwną skutecznia się stronę, co zarazem jest przyczyną, że ciała sprężyste po uderzeniu nabywają prędkości dwa razy większy lub dwa razy mniejszy, od tój iakieyby nabyły, lub straciły w tych samych zostające okolicznościach ciała niesprężyste. — Łatwo zatem oznaczyć można skutki, na wszelkie przypadki w uderzeniu się ciał sprężystych zachodzące. — I tak uważając ciała tój samy wielkości gdy iedno jest w spoczynku a drugie w ruchu, po uderzeniu odwrotny następuje skutek, to jest uderzające spoczywa, a uderzone jest poruszone prędkością ciała uderzającego; gdy obadwa ciała zostają w ruchu z różną prędkością, po uderzeniu iedno ciało nabywa prędkości drugiego i odwrotnie drugie prędkosci pierwszego, — gdy obadwa zostają w ruchu w prze-

ciwnym kierunku, z tą samą prędkością po uderzeniu zostają także w ruchu z tą samą prędkością, lecz w przeciwne strony, — gdy się nareszcie uderzają zostając w ruchu w przeciwnym kierunku z różną prędkością, po uderzeniu odskakują w przeciwne strony z przemienioną pomiędzy sobą prędkością. — W podobny sposób oznaczyć można wypadki uderzenia się ciał sprężystych różnocy wielkości.

143. Do sprawdzenia tego gatunku zdarzeń na ciała nie sprężyste używają się kulki z gliny wysuszony, a na ciała sprężyste kulki z kości słoniowey, zawieszane okok siebie na nitkach (f. 16) z którymi z łatwością powyższe doświadczenia powtarzać można. — Do tych zaś i to ciekawe doświadczenie policzyć możemy, że gdy kilka lub kilkanaście kulek z kości słoniowey tak zawiesimy, ażeby ich środki na iednocy linii prostey równoodległey do poziomu znajdowały i z sobą się stykały, natenczas wzniosłszy z iednego końca kulkę, i puściwszy ją nazad, postrzegamy że wszystkie środkowe w spoczynku zostają, i tylko ostatnia z drugiego końca do takiej wysokości odskoczy, z takiej pierwsza spuszczoną została, — podobnie jeżeli to samo z dwiema lub trzema kulkami zrobimy, dwie także lub trzy z drugiego końca odbite zostaną.

144. W uderzeniach zaś mimośrodkowych, oprócz odmiennego kierunku ciała uderzającego i uderzonego, zachodzi nie tylko ruch postępujący, ale i ruch wirowy, — które to skutki postrzegać się dają szczególnię w ude-

rzeniach kul billardowych, — i oznaczone z łatwością byź mogą rozkładać kierunek ukośny na kierunek prostopadły i równoległy od linii styczney przez punkt zetknięcia się tych dwóch kul przechodzący.

145. W uderzeniach ciał poruszonych na płaszczyznę niewzruszoną, skutek różny byź może, podług tego iak ciało uderzające jest niesprężyste lub sprężyste, tudzież podług kierunku w jakim uderza. Gdy ciało niesprężyste w kierunku prostopadłym uderza na powierzchnię niewzruszoną, natenczas cała ciała poruszonego prędkość zniszczoną zostaje, gdy zaś uderza w kierunku ukośnym natenczas po uderzeniu zostaje poruszone w kierunku równoodległym do powierzchni uderzonej. — Ciało sprężyste uderzając w kierunku prostopadłym, z taką samą odbija się prędkością w kierunku przeciwnym z iaką i spada, — uderzając zaś w kierunku ukośnym, odbija się pod takim samym kątem w przeciwną stronę, pod jakim na tę płaszczyznę pada, — co wszystko doświadczeniem łatwo stwierdzić można.

146. Do skutków z uderzenia się ciał, wytlómaczyć się dających, należy poczęści i to ważne w zastosowaniu zdarzenie, rozsadzania skał i kamieni za pomocą prochu, piaskiem lub trocinami pokrytego, którego przyczyną jest coraz bardziej zmniejszająca się prędkość, powstająca z uderzenia szeregu ciał w zetknięciu będących twardych lub bardzo mało sprężystych. — W zamiarze bowiem rozsadzania skały, zamiast wypełnienia prochem całego wykutego otworu, wypełnia się tyl-

ko w części tymże prochém, a reszta pokrywa się piaskiem lub trocinami, przez które przechodzi szczupły otwór, albo raczéy słomka prochem wypełniona, służąca do zapalenia pod spodem będącego prochu; — ten sposób rozsadzania skał nie tylko jest tańszy, ale nadto wygodniejszy i bezpieczniejszy.

ROZDZIAŁ TRZECI.

HIDROSTATYKA.

§. 20. *O ciśnieniu cieczy na boki.*

147. Ciecz uważana w stanie spoczynku wywiera działanie szczególnie swoim ciśnieniem. — Pomiedzy zaś ciśnieniem ciał stałych, a ciśnieniem ciał ciekłych ta zachodzi różnica, — że ciała stałe w jednym tylko kierunku to jest pionowym z góry na dół, i właściwie jednym tylko punktem, to jest środkiem ciężkości cisną; — ciała zaś ciekłe cisną wszystkimi swoimi cząstkami, i we wszystkich kierunkach.

148. Ciśnienie cieczy na dno naczynia w którym się znajduje zależy, nie tak od ilości cieczy, iako raczéy od wielkości powierzchni dna, i od wysokości cieczy powyżéy tegoż dna znajdujący się, — i równe jest wadze kolumny cieczy mającéy za podstawę dno naczynia, za wysokość zaś, wysokość cieczy powyżéy tego dna znajdujący się. — Dla tego gdy dno i wysokość jest ta sama ciśnienie także będzie równe, iakkolwiek boki takowego naczynia mogą być do dna prostopadłe, lub

tylko równoodległe, tudzież nachylone wewnątrz lub zewnątrz, a tém samém chociaż ilość cieczy jest różna, — co łatwo i doświadczeniem także stwierdzić można, za pomocą znaney wagi Paskala (f. 17) która tak jest urządzona, iż na iednój stronie zamiast zwyczajnego talerzyka znajduje się dno ruchome, do tego przydawane byź mogą naczynia szklane różnego kształtu lecz téy samey wysokości; ta sama ilość ciężarków z drugiej strony znajdujących się utrzymuje dno w nie wzruszonym położeniu, gdy iakiekolwiek będzie osadzone naczynie, a tém samém iakkolwiek różna ilość będzie cieczy.

149. Podobnie wielkość ciśnienia cieczy na boki naczynia zawisła od powierzchni tegoż boku i od wysokości cieczy, — gdy zaś wysokość jest różna w różnych częstkach tego samego boku, będąc większą dla niższych a mniejszą dla wyższych części tego, — wspólną zatem wysokość wszystkich części tego samego boku stanowi prostopadła wyprowadzona z środka wielkości boku na który ciecz ciśnie, do wierzchniey powierzchni cieczy; — Całkowite zatem ciśnienie cieczy na bok jest równe wadze kolumny cieczy, mającay za podstawę ten bok, a za wysokość, wysokość cieczy powyżey środka wielkości tegoż boku znajdującey się. — Co także w podobny sposób iak powyżey, za pomocą ruchomego boku z ramieniem wazki złączonego, naocznie okazać można. — Oznaczone ciśnienie na boki jest większe gdy te boki są nachylone do dna; wtenczas bowiem ciecz nie tylko ciśnie w kierunku poziomym,

ale i w kierunku pionowym z góry na dół, lub z dołu do góry, — dla tego ciecz wypływająca otworem w takowych bokach zrobionym, ma kształt przekątni tych dwóch kierunków.

150. Lecz ciecz podobne ciśnienie wywiera nie tylko w kierunku pionowym z góry na dół, i w kierunku poziomym na boki, ale nadto i w kierunku pionowym z dołu do góry, — które podobnie równe jest wadze kolumny cieczy mającący za podstawę dno wierzchnie na które ciśnie, a za wysokość, tę samą co ciecz powyżej tegoż dna znajdujący się; — tak, iż bardzo mała ilość wody znaczny ciężar utrzymać jest w stanie, co doświadczeniem stwierdzić można, biorąc dwa dwa połączone skorą, i przydając do dna wierzchniego rurkę, — im w takowym narzędziu średnica den będzie większa, a rurka węższa i dłuższa, tym mniejsza ilość wody znaczniejszy utrzyma ciężar, czyli że daleko większych potrzeba będzie ciężarów, do zbliżenia tych den pomiędzy sobą.

151. Ważne zastosowanie ciśnienia cieczy na dno postzegamy w tak nazwaney prasie Reala, używaney do robienia Extraktów z istot szczególniej roślinnych, którey części są następujące: wałec metalowy, takięj grubości ażeby mógł wytrzymać ciśnienie cieczy, przedzielony wewnątrz na dwie części denkami sitkowemi; w niższy przedział kładzie się rozdrobniona, i ugnieciona ta istota z której Extrakt ma być robiony, na drugie zaś denko nalewa się woda, spirytus, lub inna jaka ciecz; następnie na wierzch tego walca szrube się denko w pośrodku którego osadzona

jest rurka, która się podobnąż wypełnia cieczą, a w miarę wysokości rurki, ciecz ta odpowiadające wywiera ciśnienie na istotę wewnątrz znajdującą się, a tём samém ciśnieniem ułatwia rozpuszczenie się cząstek w cieczy, przez co zazwyczaj otrzymują się mocno nasycone ekstrakta. — Ta prassa łączy te dogodność, że działając na zimno nie zmienia tych własności, któreby działaniem ciepła zmienione być mogły.

Zastosowanie zaś ciśnienia cieczy na boki naczyń postrzegamy, w tak nazwanej maszynie Segnera, i młynie Beckera; — pierwsze jest naczynie zawieszone lub osadzone na ostrzu, tak ażeby się wolno poruszać mogło, i mające w boku otwor; tym gdy ciecz wypływa, naczynie całe zostaje w ruchu, w kierunku przeciwnym, co jest skutkiem równego ciśnienia cieczy na wszystkie strony. — Tego ruchu użył Becker zamiast koł zębatych do poruszenia kamienia młyńskiego.

152. Ciśnienie cieczy w wszelkich kierunkach jest także przyczyną i tego zdarzenia, że ciecz znajdując się w tak nazwanych naczyniach lub rurkach spółkujących, iakiegokolwiek one z resztą będą kształtu, we wszystkich układając się do równowagi, w równych utrzymuje się wysokościach, czyli że we wszystkich takowych rurkach powierzchnie znajdują się na tøy samej linii równoodległej od poziomu. — Co jednak w ten czas tylko postrzegać się daje, gdy we wszystkich takowych naczyniach spółkujących znajduje się ciecz tego samego gatunku, i tøy samej gęstości, — gdyż w przeciwnym razie płyny różne

go gatunku znajdujące się w naczyniach spółkuiących układając się do równowagi, ich wysokości są w stosunku odwrotnym gęstości. — Najbliższe zastosowanie, takowego układania się cieczy do równowagi w rurkach spółkuiących mamy w sprowadzaniu wody za pomocą rur z jednego miejsca na drugie, chociaż te miejsca mogą być przedzielone nierównościami położenia, co w wielu razach nader jest rzeczą potrzebną i użyteczną; — gdy jednak w takowych rurkach ciecz daleko większe wywiera działanie ciśnieniem w częściach niższych, stosownie więc i do tego różnego ciśnienia urządzone być powinny rury wodę przeprowadzające. Dalsze zastosowania téj saméj zasady przedstawiają fontanny, tudzież narzędzia do równoważenia używane, o których ponizéj mowa będzie.

§. 21. *O ciśnieniu cieczy na ciała zanurzone.*

153. Wkładając ciała stałe w ciecz, potrójny byź może przypadek: albo ciało téj saméj jest ciężkości gatunkowéj, — albo byź może więk-széj, — albo nareszcie mniejszéj ciężkości gatunkowéj aniżeli ciecz. — W pierwszym i drugim razie ciała zanurzają się, z tą tylko różnicą, iż w pierwszym ciało w cieczy w każdym miejscu w spoczynku zostaje, — w drugim razie na dno opada, — trzeciego zaś gatunku ciała pływają na powierzchni cieczy.

154. Ciał zanurzonych główną jest zasadą, że te stają się lżeysze o tyle ile waży ciecz pod ob-

iętością ciał zanurzonych. — Gdy bowiem zanurzymy w wodzie jakie ciało *np.* w kształcie walca, zanurzony walec zajmie to miejsce, które zajmowała część wody wypchnięta; z jaką więc mocą, cząstki płynu, poniżej się znajdujące utrzymywały część wody wypchniętą, z taką samą utrzymywać będą i walec zanurzony, — że zaś część wody pod objętością tego walca, z taką mocą była w górę ciśnioną, z jaką swoim własnym ciężarem, czyli właściwą sobie wagą na dół działała, tém samém i ten walec ciśniony będzie do góry od otaczającej wody siłą, równą wadze wody pod objętością tegoż walca. — Ta więc część wagi walca zanurzonego będąca w równowadze z ciśnieniem cieczy do góry tém samém już na inną siłę, swoim oporem nie działa. — Słowem ciało gatunkowo cięższe opada na dół przewyżką iaka zachodzi pomiędzy siłami na dół, i do góry działającymi, czyli pomiędzy wagą ciała wraz z ciśnieniem cieczy nad ciałem się znajdującą, — a ciśnieniem cieczy z dołu do góry, — które to wynalezienie siły wypadkowej doprowadza nas do tego samego wniosku, że działanie wagi samego ciała jest zmniejszone o tyle, ile ciecz pod tąż objętością waży.

155. Dla objaśnienia téj zasady wystawmy sobie (f. 18) ciało *mnrs* zanurzone w cieczy, — to ciało ciśnie na dół swoją wagą którą oznaczymy przez *W*, i ciśnieniem cieczy z góry na dół, czyli ciśnieniem wagi kolumny cieczy mającej za podstawę *mn* a za wysokość *mo*, którą wyrażmy przez $mn \times mo$, — lecz na to ciało wywiera tak-

że ciśnienie cieczi w kierunku z dołu do góry, które iak wiemy z poprzedzającego jest równe, wadze kolumny cieczi mającay za podstawę rs , a za wysokość ro , czyli $rs \times ro$, — działaią za-
 tém dwie siły w przeciwnych kierunkach, to jest z góry na dół $W + mn \times mo$ a z dołu do góry $rs \times ro$ którą rozłożywszy na $rs \times rm + mn \times mo$ tém samym o ile $W + mn \times mo$ będzie większe od $rs \times rm + mn \times mo$ czyli odiąwszy części równe, o ile W będzie większe od $rs \times rm$, o tyle większą siłą spada ciało zanurzone na dół, a że $rs \times rm$ oznacza wagę kolumny cieczi pod objętością tego ciała, tym samym potwierdza wskazaną zasadę ciał zanurzonych.

156. Doświadczeniem także rzeczywistość téy zasady okazać można w następujący sposób: wzięwszy sześcian, lub walec metalowy ieden pełny a drugi wydrążony, tak ażeby ieden w drugi szczelnie wchodził, i zawiesiwszy pełny pod wydrążonym na ramieniu szalki, ażeby były w równowadze z ciężarkami na drugiey stronie znaydującemi się, natenczas zanurzywszy walec lub sześcian pełny w cieczi, dostrzegamy, że tém samym ciężarki z drugiey strony będące, przeważaią, i do równowagi w tedy dopiero powracaią, gdy sześcian lub walec próżny, tą samą cieczią wypełniony zostanie.

157. Lecz ta część którą traci ciało zanurzone nie ginie, ale przybywa cieczi, o czém także następny doświadczeniem przekonać się można: wzięwszy pewną ilość w naczyniu, i zawiesiwszy to naczynie u ramienia szalki, tak ażeby było

w równowadze, gdy następnie iakie ciało tak zanurzymy w téj wodzie, ażeby się nigdzie ścian naczyńia nie dotykało, postrzegamy że to naczynie z wodą przeważa, a równowaga wtenczas się przywraca, gdy z drugiey strony przydamy tyle ciężarków, ile waży nie ciało zanurzone, lecz ciecz pod objętością ciała zanurzonego,

158. Z powyższéy zasady ciał zanurzonych następujące wnioski łatwo się dają wyprowadzić: to jest, że im objętość ciała jest większa, równie iak i gęstość cieczy, tém ciało zanurzone staje się lżeysze, — tudzież że ciało stałe będące równéy ciężkości gatunkowéy z cieczą, zanurzone, traci całą swoją wagę.

§- 22. *O ciśnieniu cieczy na ciała pływaiące.*

159. Ciał pływaiących zasadą jest, że te, taką się tylko częścią zanurzaią, ażeby ciecz pod objętością części zanurzoney tyle ważyła, ile waży całe ciało. Co jest skutkiem równowagi zachodzącéy pomiędzy ciśnieniem cieczy do góry, a działaniem wagi ciała na dół, te więc równe pomiędzy sobą bydź muszą, — ciśnienie zaś cieczy do góry większe lub mnieysze zawisło od téy ilości, którey miejsce ciało stałe zajmuie. Waga bowiem ciała (f. 19) *murs* pływaiącego, wystawia nam siłę z iaką toż ciało na dół opaść usiłuie, ciśnienie zaś cieczy z dołu do góry na powierzchnią *rs* wystawia nam siłę w przeciwnym kierunku, która jest równa wadze kolumny cieczy maiącey za podstawę *rs*, a za wysokość *ro* czyli jest równa $rs \times ro$, a że to ciało ani na dół opada, ani zewnątrz

cieczy jest wypchnięte, więc tem samém wskazuje, że te dwie siły to jest waga ciała pływającego i waga cieczy pod objętością części zanurzonej są pomiędzy sobą równe.

160. Doświadczeniem o téj zasadzie przekonać się można, biorąc naczynie z otworem w boku, wlawszy w to naczynie cieczy równo z tym otworem, gdy następnie w takowe włożymy jakie ciało lżejsze od cieczy, natenczas pewną tylko częścią zanurzy się, a ciecz której miejsce to ciało zaięło bokiem odpłynie; poczem zważywszy część wypchniętą, postrzeżemy, że właśnie tyle waży ile całe ciało do doświadczenia wzięte.

161. Wnioskiem zaś powyższej zasady jest, że ciało tém się większą częścią zanurzy, im ciężkość gatunkowa ciała zanurzonego będzie większa, a cieczy będzie mniejsza i odwrotnie; tak iż ciało po jednęj cieczy pływające, w drugiey zatonać może, dla téj to przyczyny ponieważ woda morska jest gęstsza od rzecznej, okręty, gdy z morza wchodzą w uścia rzek, ażeby nie zatoneły, ich ładunek zmniejszony byź powinien. Lubo i to przytrafić się może, że ciało przez pewny przeciąg czasu pływające następnie dopiero tonie, co się w tenczas wydarza, gdy to ciało ciecz w siebie wciąga.

162. Ażeby zaś ciało pływało, nie konieczną jest rzeczą, ażeby wszystkie tegoż cząstki były gatunkowo lżejsze od cieczy w której się znajduje, dosyć bowiem jest tylko, ażeby całe ciało mniej ważyło, aniżeli ciecz pod objętością tegoż ciała; — i tak ciała gatunkowo cięższe iak *np.*

metale pływają, gdy są wydrążone; lub z lżeyszymi połączone ciałami, i dla tego też pływają kule wydrążone, butelki próżne i t. p. Nadto pływają także mogą takowe ciała, gdy się w drobnych cząstkach na powierzchni cieczy znajdują, czego przyczyną jest związek zachodzący pomiędzy cząstkami cieczy, lub też że takowe cząstki są otoczone pewną warstwą powietrza, i tak cienka igła pływać po wodzie będzie, ostrożnie na powierzchni tejże wody w podłuż położona.

163. Najcelniejsze zastosowanie ciał pływających mamy w okrętach, i w wszelkiego gatunku statkach wodnych, których budowa zapobiega że nie toną, iakkolwiek powiększły części złożone są, z części gatunkowo cięższych. — Robią iednak łódki do ratowania ludzi przeznaczone z drzewa korkowego, które wypełnione nawet całkowicie wodą, nie toną. — Co się tyczy człowieka, ten zazwyczaj jest nieco cięższy od wody, lubo trafiają się tacy, którzy są i gatunkowo lżeysi, — ażeby zatem człowiek nie utonął, albo się otacza ciałami lżeyszymi, albo też zapobiega temu różnemi stosownemi ciałami poruszeniami, a wpływaniu szczególniey strzedz się należy, wyciągać ręce zewnątrz wody, ale raczy utrzymywać je należy poniżej powierzchni wody, i t. p.

164. Jak pływanie ciał stałych zawisło od względnej ciężkości gatunkowej cieczy i tego ciała, — tak znówu położenie ciała pływającego zawisło od środka ciężkości całego ciała, i środka wielkości części zanurzonej, tak iż w ten czas tylko ciało pływające w spoczynku zostaje, gdy obadwa te punk-

Ma znajdować się na téj saméj linii pionowéj. — Mogą zaś te dwa punkta w potrójnym względem siebie bydź położeniu, to jest: albo się znajdują obadwa w tym samym punkcie, albo środek wielkości znajduje się powyżej środka ciężkości, albo nareżcie poniżej. Najpewniejszy zaś położenie ciała pływającego, jest w ten czas, gdy środek ciężkości znajduje się poniżej środka wielkości, — ztąd wykazuje się potrzeba dostatecznego obciążania okrętów.

165. Ciała pływające używają się nie tylko do przenoszenia wodą ciężarów, ale także i do podniesienia tychże na dnie rzeki znajdujących się, co następującym skutecznym sposobem, do statku lub galaru głębię w wodę za pomocą znacznego ładunku zanurzonego przywiązanie się np. kamień na dnie rzeki będący, następnie zdejmie się ładunek z owego statku, przez co się także razem z przymocowanym kamieniem podnosi, co w czyszczeniu koryta rzek bardzo jest przydatne. — Lubo w tymże samym zamiarze użyte bydź mogą i ciała pływające czyli ciała gatunkowo lżejsze, iak tego przed 30 lat na okręcie trzymostowym Royal George nazwanym, doświadczone. Okręt ten został za pomocą dobrze zaszpuntowanych a przez nurków przymocowanych beczek w górę wzniesiony. — Używa się nadto ciał pływających, do utrzymania cieczy w téj saméj wysokości w sadzawkach, lub tym podobnych naczyniach, łącząc pokrycie otworu, którym zbędna ciecz ma odpływać, z ciałem pływającym, tym bowiem sposobem w miarę przybywania cie-

czy, podnosi się ciało pływające, a wzrosząc się podnosi i pokrycie otworu, którym do póty ciecz odpływa do póki powierzchnia wody do pierwszój nie opadnie wysokości, i otwor nazad zamkniętym nie zostanie.

§. 23. *O Areometrach.*

166. Od powyższój zasady hydrostatycznój ciał pływających, zawisło urządzenie narzędzi *Areometrami* nazwanych, które służą do dochodzenia ciężkości gatunkowój ciał stałych i ciekłych, tudzież do oznaczenia gęstości i mocy téj samój cieczy. — Areometra w ogólności są podwójnego gatunku to jest: z ciężarkami, i z podziałkami.

167. Do pierwszego gatunku należy: Areometr Nickolsona, i temuż bardzo podobny Areometr Fahrenheita, pierwszy używa się do dochodzenia ciężkości gatunkowój ciał stałych i ciekłych, drugi zaś tylko ciał ciekłych. — Robią się za zwyczaj z blachy lakierowanój lub też ze szkła, zwłaszcza gdy się mają używać do dochodzenia ciężkości gatunkowój cieczy gryzących jak *np.* kwasow: — Z resztą jest to walec wydrażony, w jednym końcu zakończony, w Areometrze Nickolsona koszyczkiem (f 20), a w Areometrze Fahrenheita gałeczką (f 21) i w tém mieyscu obadwa obciążone są ołowiem lub merkuryszem, ażeby w cieczy mogły się pionowo utrzymywać, — z drugiego zaś końca wystaje cienki drót, utrzymujący talerzyk, na którym kładą się ciężarki. — Nim się zaś takowe Areometra użyją, wiadoma poprzednio powinna być ich waga. —

W użyciu bowiem tego gatunku Areometrów ta przewodniczy zasada, że tyle waży ciecz pod objętością tego Areometru, ile waży cały Arcometr wraz z przydanemi ciężarkami, lub tém ciałem, którego ciężkości gatunkowey dochodziemy.

168. Drugiego zaś gatunku Arcometrów zasada jest: że to samo ciało, tém więcej się zanurza, im ciecz jest gatunkowo lżeysza, a takowe Arcometra, albo mogą być *ogólne* służące do dochodzenia ciężkości gatunkowey wszelkich cieczy, — i takim jest walec wzdłuż na równe części podzielony, im bowiem ten walec więcej lub mniej zanurza się, tem mniejszą lub większą wskazuje ciężkość gatunkową cieczy, — albo też mogą być *szczególne* do każdéj wyłączenie cieczy zastotowane, które nie tak służą do dochodzenia ciężkości gatunkowey, iako raczej do oznaczenia różnéj gęstości téj saméj cieczy, tudzież stosunku mieszaniny, co do wagi, lub co do objętości.

169. Pomiedzy temi, główniejszy jest Arcometr Beaumego do spirytusu zastosowany, inaczej pod nazwiskiem *próbki do wódki* znany, — lubo podobne są także urządzone i do oznaczenia wody słonéj, różnych kwasów, ługów, i t p. — Naypospolitsze takowych Arcometrów urządzenie jest następujące: dwie bańki szklane połączone z sobą (f. 22) z których dolna obciążona jest śrótem lub merkuryuszem, a u górnéj znajduje się rurka szklana, w téj umieszczona jest podziałka do pewnéj tylko cieczy zastosowana, która to podziałka w następujący otrzymuje się sposób: zanurza się *np.* w najtęższym spirytusie. i micy-

sce do którego się Areometr zanurzył oznacza się na rurce, potem dolewa się do tego spirytusu pewna ilość wody, przez co staje się gęstszy, a Areometr głębię się zanurza, to miejsce podobnie iak i poprzedzające na rurce się oznacza, — tak następnie przydając coraz więcej wody, i oznaczając na rurce te miejsca, otrzymujemy podziałkę, która w każdym innym spirytusie wskazuje w jakim stosunku znajduje się czysty spirytus i woda. — Podobnie się postępuje chcąc urządzić tego gatunku próbki do wody słonej, kwasów i t. p. — W użyciu iednak areometrów względ mieć należy na iednostayność temperatury, o której wpłynie później mówić będziemy. (*)

§. 24. *O sposobach dochodzenia ciężkości gatunkowéy.*

170. Nayważniejszém zastosowaniem zasady ciał zanurzonych i pływających iest dochodzenie ciężkości gatunkowéy wszelkich ciał. Chcąc mieć wiadomą ciężkość gatunkową ciał musimy je pomiędzy sobą porównywać, pod tą samą wagą co do objętości, lub pod tą samą objętością co do wagi (37). — Lecz gdy nader trudną iest rzeczą mieć wszystkie ciała pod tą samą wagą lub objętością, dla tego nie porównujemy pomiędzy sobą, lecz porównujemy wszystkie ciała

(*) Oprócz przytoczonych, obacz opis Areometru przez Brewstena podanego, umieszczony w Pamiętniku Naukowym z r. 1819 t. 1 k. 193.

z iednem, to iest wodą, którćy gęstość bierze się za iedność, — tćy waga pod obiętością tego ciała którego dochodzimy ciężkości gatunkowćy, wiadomą zawsze bydź może, przez samo zanurzenie ciała w tćyżć wodzie; w każdćm zaś razie ma się ciężkość gatunkowa wody, do ciężkości gatunkowćy ciała danego, iak się waga wody, do wagi tegoż ciała; a że ciężkość gatunkowa wody bierze się za iedność, więc ciężkość gatunkowa każdćgo innego ciała wynayduie się dzieląc wagę ciała, przez wagę wody, — biorąc wodę tćy samćy zawsze gęstości, a zatćm destylowaną i tćy samćy temperatury. — Dochodzić zaś możćmy ciężkości gatunkowćy ciał stałych, ciekłych, i lotnych.

171. Ciężkości gatunkowćy ciał stałych dochodzimy 10d. Zanurzaiąc ciało w cieczy, iuż to zawiesiwszy ie na włosku, lub na dróćiku platynowym, iuż używaiąc do tego przeznaczonego kubćka. 2re Za pomocą Areometru Nickolsona. — 3cie używaiąc flaszeczkiz szlifowanym koreczkiem. — W pierwszćm razie waży się ciało w powietrzu, a potćm zanurzywszy toż ciało w wodzie, dochodzi się ile straciło z swćy wagi, a ubytek ten wagi ma się tak do wagi ciała, iak ciężkość gatunkowa cieczy, do ciężkości gatunkowćy danego ciała, — iezeli zatćm to ciało waży np. w powietrzu 40 granow, a zanurzone w wodzie tylko 30, tćm samćm stosunek ciężkości gatunkowćy wody i tego ciała bćdzie iak 10: 40 czyli iak 1: 4. — W drugim razie maiąc poprzednio wiadomą wagę Areometrów, tudzież tć ilość ciężarków, iaka iest potrze-

bna ażeby się Areometr zanurzył, do oznaczo-
 nego na druciku miejsca, następnie zamiast tych
 ciężarków kładzie się na wierzchnim talerzyku
 ciało dane, i przykłada się ciężarków tyle tylko,
 ile potrzeba dla zanurzenia Areometru do ozna-
 czonego miejsca, — różnica pomiędzy ciężarka-
 mi zachodząca wskazuje nam wagę ciała w powie-
 trzu, poczem to ciało z talerzyka wierzchniego
 przekłada się w koszyczek poniżej Areometru
 zuaydujący się; po zanurzeniu potrzeba nową ilość
 na talerzyk wierzchni przydać, ażeby Areometr
 do tego samego zanurzył się miejsca, a ilość cię-
 żarków przydana wskazuje, ile ciało w wodzie
 straciło ze swojej wagi, czyli ile waży woda pod
 objętością tegoż ciała, co zarazem wskazuje sto-
 sunek ciężkości gatunkowej;—i tak daymy że Areo-
 metr sam waży 700 granów, tudzież że potrze-
 ba 300 granów, ażeby się zanurzył do oznaczo-
 nego miejsca, zamiast tych 300 granów poło-
 żywszy ciało którego dochodzimy ciężkości ga-
 tunkowej, niech się okaże, że potrzeba przydać
 42 gran dla zanurzenia Areometru do tego same-
 go miejsca, — te 42 gran odciągnąwszy od 300
 pozostałe 258 gran wskażnią wagę ciała w po-
 wietrzu, — po przełożeniu ciała do koszy-
 czka gdyby należało przydać 60 gr: dla utrzy-
 mania Areometru w tém samym iak poprzednio
 zanurzeniu, te 60 gr. wskażnią wagę wody pod
 tą samą objętością pod iaką ciało waży 258 gran,
 czyli że ciężkość gatunkowa tego ciała $= \frac{258}{60} =$
 4, 3. — Używając zaś do dochodzenia ciężkości
 gatunkowej ciał stałych trzeciego sposobu, flasze-

czka wodą wypełniona waży albo raczém wkłada się do równowagi, co pospolicie tarowaniem nazywamy, poczem ciało dane kładzie się obok flaszeczki na szalce, a przydane z drugiey strony ciężarki wskazują wagę tegoż ciała; następnie ciało dane wkłada się w flaszeczkę przez co tyle cieczy ubywa, ile miejsca ciało zajął, dla utrzymania zatem równowagi wypada nieco ciężarków z drugiey szalki ująć, lub do téy saméy na której flaszeczka stoi przydać, a te wskazują wagę cieczy pod objętością ciała danego; — ilość ciężarków pierwszych podzielona przez ilość ciężarków drugich stanowi ciężkość gatunkową ciała, i tak *np.* niech użyta woda w flaszeczce waży 300 granów, ciało którego dochodzimy ciężkości gatunkowéy niech waży 100 gr: po włożeniu woda wraz z tym ciałem waży 380 gr: co okazuje że woda ubyła pod objętością tegoż ciała waży 20 gr: a tém samem ciężkość gatunkowa tego ciała będzie $= \frac{100}{20} = 5$. — W użyciu tego sposobu trzeba zachować należy ostrożność, ażeby zanurzając ciało zwłaszcza w drobnych cząstkach, oddzielić przez poruszenie flaszeczki przylegające do tych cząstek powietrze.

172, W dochodzeniu ciężkości gatunkowéy ciał stałych, nie iednakowo ze wszystkiemi postępować można. — Mogą bowiem bydź ciała, które się w wodzie rozpuszczają iak *np.* sól, cukier, a wtenczas zanurzają się nie w wodzie, lecz w innéy iakiej cieczy, w której się nie rozpuszczają, i której ciężkość gatunkowa jest wiadoma, pomnąc na to, że gdy jest wiadomy stosunek dwóch wiel-

kości do trzeciéy, tém samym i pomiędzy temiż jest oznaczony.— Mogą bydź które wciągają w siebie ciecz, w tedy chcąc wiedzieć ciężkość gatunkową co do massy ciała, waży się najprzód w powietrzu, następnie wkłada się w wodę, dopóki zupełnie nie nasiąknie, i wazy się podobnież w powietrzu, a dopiero po tém powtórnem zważeniu, zanurza się ostatecznie w wodzie, i uważa na ubytek wagi, która porównana z pierwszą wagą ciała w powietrzu, wskazuje właściwą ciężkość gatunkową: — chcąc zaś mieć wiadomą ciężkość gatunkową co do objętości, natenczas nim się zanurzy w cieczy pokrywamy to ciało cienką warstwą pokostu. — Mogą nareszcie bydź ciała, które jako gatunkowo lżeysze pływają po wodzie, w tedy dla oznaczenia ich ciężkości gatunkowéy, łączą się z ciałami cięższymi, których waga i ciężkość gatunkowa poprzednio oznaczoną została, lub też używając Areometru Nickolsona, odwraca się koszyczek, i takowe ciała kładą się nie na koszyczku, lecz pod koszyczkiem.

173. Ciężkości gatunkowéy ciał ciekłych dochodzić możemy: 1^od zanurzając pewnéy objętości to samo ciało w różnych cieczach, i porównywając straty wagi w każdéy szczególności cieczy; — do czego iednak takiego używa się ciała na które ciecze nie działają, a za takie naydogodniéy użyty bydź może sześcian lub walec pełny ze szkła lub platyny. — 2^oe Areometrem zwłascza Fahrenheita porównywając wzajemnie wagę Areometru z przydawanemi w różnych cieczach ciężarkami, które tém będą większe, im ciężkość

gatunkowa cieczy jest większa. — 3cie Ważąc różne cieczy w téżże saméy flaszeczce szczelnie zamkniętęy, tym bowiem sposobem otrzymujemy wagi różnych cieczy pod tą samą objętością. — 4te nareszcie za pomocą rurek spófkuiących, w których cieczy układając się do równowagi, zajmują miejsca będące w stosunku odwrotnym ciężkości gatunkowéy.

174. Ciężkości gatunkowéy ciał powietrznych zazwyczaj dochodzimy, za pomocą balonu szklanego oznaczoney i znaczney objętości, który wazy się po wyciągnienu powietrza, następnie dochodzi się waga wody w tymże balonie pomieścić się mogącęy, — i to ważenie powtarza się, gdy w miejsce wody wtenże balon powietrze, lub inny iaki gaz wpuszczone zostało, a porównanie tych wag pomiędzy sobą wskazuje właściwą ciężkość gatunkową. — Na iakie zresztą okoliczności w czynieniu takowych doświadczeń zważać należy, szczegółowy wykład zdarzeń powietrza objaśni.

175. Znaiomość ciężkości gatunkowéy, nie tylko jest potrzebną do rozróznienia ciał, ale służyć także może do oznaczenia wagi ciał, gdy ich ciężkość gatunkowa i objętość jest wiadoma. — Nie mniej za pomocą ciężkości gatunkowéy można oznaczyć, w iakim stosunku znajdują się ciała w danéy mieszaninie, przypuszczając, że ich gęstość w tém połączeniu zmienioną nie została. — Zagadnienie to znane jest od dawna w Arytmetyce pod nazwiskiem zagadnienia Archimedesza, który ważąc korone złotą w powietrzu i w wodzie, miał

wykazać w iakiéy ilości w téy koronie znajdowało się złoto, a w iakiéy ilości srebro. — Z czynionych powyżéy wskazanemi sposobami doświadczeń okazuje się, że ze wszystkich ciał znaiomych najgęstsze jest platyna do 20 razy cięższa od wody, a najlżejsze gaz wodorodny, będąc 13 razy lżeyszy od powietrza atmosferycznego.

§. 25. *O zdarzeniach włoskowatości.*

176. W poprzednim wykładzie (152) widzieliśmy, że w rurkach spółkuiących ciecz układając się do równowagi, w iednakowéy we wszystkich znajduie się wysokości, spostrzegamy z tém wszystkim, że jeżeli pomiędzy temi rurkami, iedne będą obszernieysze, drugie zaś znacznie szczuple, w tenczas w iednych ciecz wyżéy, w innych zaś utrzymnie się poniżéy iak *np.* w rurkach szklanych woda wyżéy, a merkuryusz utrzymnie się poniżéy powierzchni teyże cieczy zewnętrznéy. — Takowe pozorne zboczenia od ogólnego prawidła, znane są pod nazwiskiem zdarzeń włoskowatości, chociaż się okazują i w rurkach obszernieyszych aniżeli średnica włosa. — Do tego samego gatunku zdarzeń należy wznoszenie się lub zniżanie cieczy nie tylko w rurkach, ale także i pomiędzy iakiemikółwiek dwiema tafelkami w cieczy zanurzonemi, tudzież kształt powierzchni cieczy w naczyniach się znajdujący wklęsły lub wypukły.

177. W ogólności skutki wznoszenia się cieczy, na takich postrzegać się dają ciałach, które włożone w ciecz mokremi się stają, przeciwnie zaś się dzieieł, gdy ciała stałe w ciekłych zanurzone,

suchemi pozostaia, i tak widzimy że szkło zanurzone w wodzie pokrywa się wilgocią, w merkuryuszu zaś nie przestaje być suchem, gdy przeciwnie blaszka cynowa włożona w merkuryusz pokrywa się kroplami tegoż płynu; — dla tego też merkuryusz znajduje się poniżej poziomu w rurkach włoskowatych szklanych, a w cynowych lub ołowianych powyżej; — w rurkach szklanych których wewnętrzna powierzchnia tłustością jest pokryta, i woda także utrzymuje się poniżej poziomu. Nadto skutki tego gatunku połączone są z pewnym kształtem powierzchni cieczy, i tak wznoszące się są zawsze zakończone powierzchnią wklęsłą, a przeciwnie poniżej poziomu utrzymujące się powierzchnią wypukłą.

170. Wszystkich tego gatunku zdarzeń przyczyną jest przyciąganie zachodzące pomiędzy cząstkami cieczy, tudzież pomiędzy cieczą, a ciałem stałym w cieczy się znajdującem, — i podług tego, albo to przyciąganie jest równe, natenczas ciecz zakończona jest powierzchnią płaską, i równo z poziomem się utrzymuje, — albo cząstki cieczy z większą mocą są przyciągane od ciała stałego aniżeli pomiędzy sobą, natenczas ciecz zakończona jest powierzchnią wklęsłą, i wznosi się wyżej nad poziom, — albo nareszcie cząstki cieczy z większą się mocą pomiędzy sobą przyciągają, aniżeli od ciała stałego są przyciągane, a natenczas ich powierzchnia jest wypukła, i utrzymują się poniżej poziomu. Z resztą tak wznoszenie się, iak i opadanie tym jest większe im średnica rurki mniejsza. — Jak dalece w zdarzeniach tego gatunku, wielkość skutku zawisła, tak

od wzajemnego przyciągania, iako też i od kształtu powierzchni cieczy, okazał to sławny Laplace, za pomocą wyższego rachunku (*).

179. Do tego gatunku zdarzeń, należy bardzo wiele codziennie przedstawiających się wypadków, iako to: wznoszenie się w knotach oliwy lub spirytusu, tudzież roztopionego łoju i wosku, — wznoszenie się różnych płynów w cukrze, gdy ten tylko końcem zanurzony zostanie, — wsiąkanie wody i atramentu w bibule, ziemi, piasku, drzewie i t. p, tudzież dla czego przez bibułę z łatwością woda przecieka, merkuryusz zaś wcale nie przechodzi, — równie że i rośliny przez rurki kapilarne soki w siebie ciągną. — Z téżże saméy zasady wiele innych skutków higrometrycznych wyśómaczyć można. — Nie mniey dla czego kulki zrobione z takich ciał, które się zmaczać dadzą na powierzchni cieczy umieszczone do brzegów naczynia są przyciągane, a przeciwnie zrobione z takich ciał, które w cieczy umieszczone suchemi pozostają, od tychże brzegów są odpychane i t. p.

ROZDZIAŁ CZWARTY.

HIDRAULIKA.

§- 26. *O ruchu cieczy w ogólności.*

180. W wieloraki sposób może być ciecż w ruchu uważana, zkąd i różne zdarzenia, równie iak

(*) Wyobrażenie skutków kapilarnych, i rozbiór sił tworzących skutki kapilarne znajduie się wyłożone w Pamiętniku Naukowym z r. 1819 t. I. k. 195, 203, 235 i 277.

i tychże zastosowania powstają. — I tak możemy uważać ciecz wypływającą z jakiego miejsca lub naczynia zawsze pełnego, lub ciągle wypróżniającego się, i to albo otworem w boku lub dnie zrobionym, albo też przydaną rurką do tegoż dna lub boku, — nadto płynącą rurami lub korytami, — w różnych nareszcie kierunkach. — Wskazanie zasad tego gatunku zdarzeń, i wyprowadzenie różnych zastosowań, szczególnym jest przedmiotem tej części ogólnej Mechaniki, którą Hydrauliką nazywamy.

181. Dla równego ciśnienia cieczy na wszystkie strony, ażeby ciecz w spoczynku pozostać mogła, musi być także ze wszystkich stron wspartą, — inaczej uczynionym otworem w dnie lub boku wypływa. Wczynie takowego wypływu postrzegać się dają następujące okoliczności: to jest, że nie tylko te cząstki cieczy, które się nad otworem znajdują, lecz i wszystkie inne w naczyniu będące są w ruchu w kierunku pionowym, o czem przekonać się można, za pomocą drobnych cząstek jakiego ciała w pośród cieczy zawieszonych; nadto że w czynie wypływu cieczy powierzchnia jej zostaje poziomą, aż blisko dna, gdzie się lekkość w tejże powierzchni formuje, która prędzej powstaie, gdy przed wypływaniem ciecz poruszoną została.

182. Gdy ciecz wypływa z naczynia otworem w dnie lub boku zrobionym, postrzegamy, że wypływając nie cały wypełnia otwór, czyli że średnica wypływającej jest mniejsza od średnicy otworu, co jest skutkiem ciśnienia tejże cieczy

nie tylko w kierunku pionowym ale i w kierunku poziomym, i nazywa się *żyłą ściśliwości* cieczy wypływającej; ma się zaś średnica żyły ściśliwości, do średnicy otworu iak δ : δ . — Postrzegać się daie ta żyła ściśliwości, nie tylko przy wypływie dolnym i bocznym, ale nawet i w czasie wytryskania cieczy w górę. — Oprócz téj żyły ściśliwości przy wypływie na dół dla ruchu przyśpieszonego, żyła co raz iest cieńszą, a przy wypływie w górę dla ruchu opóźnionego, coraz iest grubszą. — Z resztą żyła cieczy wypływającej czasem bywa skręcona, a czasem lejkowatą, co zależy od nierówności boków, lub gdy cała ciecz poruszoną została.

§. 27. *O ilości cieczy wypływającej.*

183. Ilość cieczy wypływającej zależy od wielkości otworu, tudzież od prędkości cieczy płynącej. — Prędkość zaś cieczy wypływającej zawiśła od wysokości cieczy w naczyniu się znajdującą; ciecz bowiem przy otworze takię nabywa prędkości, iakieby nabyło iakiekolwiek inne ciało spadające z wysokości, równęj wysokości cieczy w naczyniu, z przyczyny że krople przy otworze się znajdujące są przyciskane od kropli powyżej będących, które to działanie tém iest większe, a tém samém i skutek czyli prędkość tem będzie większa, im kolumna cieczy powyżej się znajdującą iest wyższa. — z resztą wyższa Matematyka dowodzi że to ciśnienie taką samą nadaie prędkość, iakieby te krople cieczy nabyły wolno z podobnej wysokości spadając.

184. Wiedząc zatem z poprzedzających zasad w Dynamice wyłożonych, że ciało wolno spadające w jedney sekundzie przebiega 15 stop, tudzież, że gdy bieg jednostajnie przyspieszony, zamienia się na bieg jednostajny, ciało w równym czasie przebiega dwa razy większą drogę, — mając daną wysokość cieczy łatwo oznaczyć można w każdym razie właściwą prędkość, za pomocą wiadomej zasady; że prędkości są w stosunku pierwiastku kwadratowego z drogi czyli wysokości; jeżeli więc *np.* wysokość cieczy wypływającej jest 4 stop, prędkość ięj wynayduie się za pomocą proporcji $\sqrt{15} : \sqrt{4} = 30 : x$. Wynaleziony czwarty wyraz wskaże, iaka jest długość kolumny cieczy w jedney sekundzie wypłynioney, która pomnożona przez powierzchnią otworu, tém samem stanowi całkowitą ięj ilość w calach lub stopach sześciennych. — A tak następnie nie tylko na jedną sekundę, lecz i na każdy inny dany czas wyrachować można ilość cieczy wypływającej. — Zeby zaś wypadek zgadzał się z rachunkiem, potrzeba mieć wzgląd na żytę ściśliwości, dla tego iloczyn z otworu i prędkości potrzeba pomnożyć przez $\frac{5}{8}$ czyli przez stosunek iaki zachodzi pomiędzy średnicą otworu, a średnicą żyty cieczy wypływającej, tak iż tę ilość cieczy wypływającej wyrazić możemy przez $I = \frac{5}{8} OP$ oznaczając przez O otwor, a przez P prędkość z iaką ciecz wypływa.

185. Taki jest wypadek, gdy ciecz wypływa otworem z naczynia zawsze pełnego. — W naczyniu bowiem ciągle wypróżniającem się ta zachodzi różnica, że w tym samym czasie ilość cieczy wy-

płynioney, jest dwa razy mnieysza, aniżeli w pierwszym razie.

186. Z powyższey zasady wypływa, że w naczyniach równego otworu, lecz różuęy wysokości, ilości cieczy wypływaiący są w stosunku pierwiastku kwadratowego z wysokości, — przy równęy wysokości a różnych otworach są w stosunku powierzchni tychże otworów, — a przy nierównęy tak wysokości, iak i nierównym otworze są w stosunku składanym z otworów i pierwiastku kwadratowego wysokości, czyli że $I: i = \sqrt{W}: \sqrt{w}$, lub $I: i = O: o$, lub nareszcie $I: i = \sqrt{W} \times O: \sqrt{w} \times o$.

187. Przydane rurki do otworu w różny sposób zmieniaią ilość cieczy wypływaiący, co od ich kształtu, długości i położenia zawisło. — W ogólności iednak w ten czas tylko powiększenie ilości cieczy wypływaiący następuje, gdy pomiędzy cieczą a bokami rurki zachodzi nieiakie przylgnięcie, inaczej bowiem tego skutku przy wypływie *np.* wody nie otrzymamy, gdy boki przydaney rurki tłustością iaką są pokryte, — niemnięy potrzeba ażeby takowy wypływ uskuteczniał się w środku opor czyniącym, w próżnem bowiem mieyscu to powiększenie nie nastąpi. — Że zaś pomimo zmniejszonęy prędkości dla zachodzącego tarcia cieczy o boki rurki, ilość cieczy wypływaiący w ogólności powiększa się, przyczyną jest, że w tym razie ciecz całym otworem rurki wypływa nie formuiąc żyły ściśliwości. — Ilość zaś cieczy tym sposobem wypływaiący wyraża się przez

$I = \frac{11}{10} \times \frac{5}{8} OP$, czyli $= \frac{11}{16} OP$, lecz to tylko w ten czas gdy kształt rurki jest walcowaty, a długość równa połowie średnicy otworu.

188. Przydanemu bowiem rurkami ilość cieczy wypływającej nie tylko może być mniej więcej powiększona, lecz może być także równą tej ilości, iakaby wypłynęła otworem do którego rurka jest przydana, a nawet może być i mniejszą. — I tak powiększa się w rurkach kształtu walca, a jeszcze bardziej kształtu stożka, którego koniec szerszy na dół jest obrócony, — w takich zaś w których koniec dolny jest węższy, ilość cieczy wypływającej albo jest równa, gdy kształt tej rurki jest podobny do kształtu żyły ściśliwości, albo jest większa gdy się bardziej zbliża do kształtu walcowego, — albo nareszcie jest mniejsza, gdy znacznie jest zwężona w tym końcu, którym ciecz wypływa. Tem mniejsza także będzie ilość cieczy wypływającej, im przydana rurka jest węższa, i bardziej zakrzywiona.

189. Na ilość cieczy wypływającej nie tylko mają wpływ rurki do otworów przydane, podług tego co się powyżej (187 i 188) powiedziało, ale i te także rurki któremi ciecz ciągle płynie, — i w tym względzie lubo w ogólnosci, iak doświadczenie uczy, im rurka jest dłuższa, tem większa ilość cieczy w tym samym czasie wypływa, pomimo zachodzącego tarcia, ta jednak długość ma swoją granicę, nad którą prędkość i ilość cieczy wypływającej zmniejszać się poczyna. Że się zaś cieczy płynącej rurkami prędkość powiększa, to zdaie się być skutkiem związku zachodzącego pomiędzy cząstkami cieczy, dla którego związku ciecz po-

niżej będąca spadając biegiem przyspieszonym, pociąga z sobą cząstki powyżej się znajdujące. Dopóty więc takowemi rurkami większa ilość wypływać będzie, dopóki tarcie nie przewyższy związku zachodzącego pomiędzy cząstkami cieczy. — Nadto oprócz długości ma wpływ położenie mniej więcej do poziomu nachylone, tudzież różne zgięcia, które najznaczniejszy mogą czynić opór, dla tego ile możliwości powinny te zgięcia nieznacznie być uskutecznione, to jest w kształcie łuku, nie zaś kąta.

§. 28. *O ciśnieniu cieczy płynącej.*

190. W czasie płynienia wody rurami, nie tylko różna jest prędkość cieczy płynącej, a tém samym i ilość cieczy wypływającej, ale nadto postrzegać się także daie różne ciśnienie na boki teyże rury. — W ogólności, gdy koniec rury jest zatkany, a tém samym, gdy ciecz w niej się znajduje jest w spoczynku, ciśnienie na każdą cząstkę boków rury jest równe wadze kolumny cieczy, mającej za podstawę tę cząstkę boku, a za wysokość, wysokość cieczy powyżej się znajdującą; — gdy zaś ciecz płynie rurą, natenczas ciśnienie zawisło nie tak od wysokości iako raczej od prędkości tey cieczy. — I tak jeżeli ciecz płynie taką prędkością, iaka odpowiada wysokości cieczy (183) natenczas ciśnienie iey na boki rury jest = 0, co się w ten czas przytrafia, gdy położenie rury jest poziome, albo raczej o tyle tylko nachylone, ażeby opór tarcia został tą pochyłością przewyciężony, — o czém przekonać się

można zrobiwszy w rurze otwory, ciecz bowiem płynąc temi otworami nie wypływa, nawet gdy te otwory ze spodu są zrobione; a jeżeli wypływa, to bardzo małą ilością, gdyż jest tylko skutkiem ciśnienia téj małej kolumny cieczy, która się nad otworem w rurze znajduje. — Gdy prędkość cieczy jest większa aniżeli iakiéy nabyła przy otworze, natenczas ciśnienie iéy jest mniejsze, aniżeli boków na nią, co się przytrafia, gdy ciecz rurami wypływa z góry na dół, — przekonać się o tém można zrobiwszy otwór w boku rury pionowej, i z tego otworu wyprowadzoną rurkę zanurzywszy w inném naczyniu cieczą napełnioném, wtédy w tymże samym czasie, gdy iedna ciecz płynie na dół rurką, druga z naczynia dla większego ciśnienia, pędzona jest zrobionym otworem wtę rurę. — Nareszcie gdy się prędkość zmniejsza, ciśnienie cieczy powiększa się, o czem przekonać się można wkładając w rury, któremi ciecz płynie iakie przeszkody, w tenczas bowiem zrobionemi otworami woda w górę wytryska.

191. Tego postrzeżenia nayważniejsze zastosowanie zrobione jest przez Montgolfiera w tak nazwanym *taranie hydraulicznym*, którego przeznaczeniem jest wznoszenie wody do pewney wysokości, — w tem bowiem narzędziu woda z nieznaczney nawet wysokości spadająca, płynie rurą w końcu zamkniętą, i mającą na swojej powierzchni otwory, z których iedne mają kłapy poniżej a drugie powyżej, a tém samym gdy ciecz płynąc doznaie oporu ciśnie na kłapy, ten

samem zamyka iedne otwory, a drugie otwierając wchodzi w miejsce, z którego wznosząc się coraz bardzięy, dochodzi do oznaczoney wysokości. Fig. 23 przedstawia takowe narzędzie w przecięciu bocznem, poziomem i pionowem, w którym woda spadając z wysokości C i płynąc rurą AB w końcu doznając oporu wytryska z początku zewnątrz otworami DD, lecz zarazem i zamyka te otwory kulkami pod spodem będącemi, a wtenczas wywierając działanie na klapy III, podnosi one, i wchodzi w miejsce I, następnie klapy DD opadają, a nowa ilość wody przyływająca znowu tym samym sposobem w miejsce II przybywa, a z tego rurą FG do wysokości zamierzoney wzniesioną zostaje, tak ciśnieniem ciągle przybywającej wody, iako też i parciem powietrza dzwonem E zaiętego.

192. Woda bywa z iednego miejsca na drugie sprowadzana, iuż to rurami, iuż to korytami, iakiemi są wodociągi, kanały i rzeki — pomiędzy którymi ta główna zachodzi różnica, że w pierwszych różna może być ilość cieczy wypływającej, gdy przeciwnie w drugich, iaka ilość przybywa, taka sama ilość i wypływa, dla tego to, iakkolwiek sprowadzenie wody korytami iest trudniejsze i kosztowniejsze, częściej iednak ten sposob iest używany, z przyczyny że w skutkach swoich iest pewniejszy, zwłaszcza, gdy w odleglejsze miejsca woda ma być sprowadzoną.

193. W płynieniu wody korytem różna postrzegać się daie prędkość, i tak iezeli położenie ko-

ryta jest poziome, ciecz płynęłaby ruchem iednostaynym, lecz dla zachodzącego tarcia o dno, powstaje ruch opóźniony, przez co cząstki następne są wstrzymywane od poprzedzających, i jest przyczyną kształtu powierzchni wałowego, to jest cząstki wstrzymane wznoszą się nad wstrzymujące, a potem znowu iak gdyby po równi pochyłej posuwają się ruchem przyspieszonym, i tak następnie.— Zmienia się także prędkość płynącej cieczy, różną szerokością koryta powiększając się lub zmniejszając, podług tego iak szerokość koryta zmniejsza się lub powiększa. — Tarcie nie tylko zmniejsza prędkość cieczy płynącej na dnie, ale i po bokach, i z tego względu prędkość tém jest mniejsza im boki są bardziéj nachylone, albowiem tym sposobem powiększa się i powierzchnia boku i szerokość kanału, tak, że gdy wśródku rzeka jest bystrą, po bokach ledwie się zdaie poruszać. — Nareszcie nie tylko dno, boki, i szerokość koryta, ale nadto i powietrze wywierając tarcie, zmniejsza prędkość cieczy płynącej, i dla tego naywiększa prędkość cieczy tym sposobem płynącej jest poniżej wierzchniej powierzchni,— o czem łatwo przekonać się można, puszcżając na bieżącą wodę dwie kulki z sobą nitką połączzone, tak ażeby iedna pływać, druga zaś zanurzyć się w wodzie mogła, postrzeżemy że kulka zanurzona zawsze wyprzedza kulkę pływającą.

§. 29. *O wypływie wody w górę czyli fontannach.*

194. Wypływ wody w górę, stanowi tak na-

zwane fontanny, i te właściwie nie czem innym są, tylko rurkami spófkuiącemi, w których iedno ramie iest krótsze, — w iakiéy więc wysokości ciecz się znayduie, do takiéy w powietrzu wznosić się powinna wypływając ramieniem krótszem, — lubo mogą bydź i takiego gatunku fontanny, w których zamiast dłuższego ramienia, ciecz do pewnéy wysokości działaniem iakiéy inney siły iest pędzona.

195. Ze zaś nie zupełnie do takiéy saméy wytryska wysokości z iakiéy spada, przyczyną iest opor powietrza, tarcie o boki rurki, tudzież ciecz wyżéy się znayduiąca, która wznosząc się biegiem opóźnionym, wstrzymuie ruch cząstek następujących, a tém bardziéy opadaiąc nazad, — dla tego fontanny zbaczaiące od kierunku pionowego wyżéy wytryskuią, aniżeli pionowe. — Zresztą na ilość cieczy tym sposobem wypływaiącey podobnie ma wpływ prędkość, kształt otworu, tudzież przydana rurka, — doświadczenie zaś wskazuie, że woda naywyżéy się wznosi, gdy wytryska otworem zrobionym w boku pokrywaiącym to miejsce, z ktorego woda w górę wypływa.

§. 30. *O działaniach cieczy płynącey.*

196. W rurkach spófkuiących ciecz układaiąc się do równowagi, iéy powierzchni znayduią się we wszystkich rurkach na téy saméy linii pozioméy, — gdy więc iakimkolwiek sposobem zerwana zostanie równowaga, i ciecz w iednéy rurze zniżona, tém samém w drugiém ramieniu wznie-

się się o tyle, o ile w pierwszym niżoną była.— Gdy siła przestanie działać, ciecz układając się do równowagi, wraca do swojego pierwotnego położenia, lecz tu postrzegamy, że nie tylko ciecz wraca do tej samej wysokości, w jakiej się wprzód utrzymywała, ale nadto wznosi się w pierwszym ramieniu do tej, do jakiej wzniesiona była w drugim, następnie ten sam ruch skutecznia się w przeciwną stronę; — to wznoszenie i opadanie trwa przez niejakı czas, dopóki ciecz do spoczynku nie powróci. Opadanie jest skutkiem siły ciężenia, a wznoszenie się skutkiem nabytej prędkości; — słowem ten ruch w cieczy postrzegać się dający jest zupełnie podobny do ruchu wahadeł, — tak, iż raz ciecz tym sposobem poruszona nieskończenioby w ruchu pozostać musiała gdyby nie opór powietrza i tarcie o boki rurki; — zawsze jednak te poruszenia są równoczesowe, a ich trwanie jest równe trwaniu ruchu wahadeł połową krótszych, — tem samym z trwania wahań cieczy w rurkach spółkuiących, oznaczyć można odpowiednią na każde miejsce długość wahadeł.

107. Do tego gatunku ruchu cieczy, należy i ten, który postrzegamy, gdy powierzchnia wody w spoczynku zostającą poruszoną zostanie, przez co powstają fale coraz bardziéj się rozchodzące, a które podobnie są skutkiem ciężenia i nabytej prędkości, a zatem ruch podobny do ruchu wahadeł, — i tu także matematyczne z doświadczeniem połączone badania odkryły pewny stosunek zachodzący pomiędzy szerokością fal, a czasem ich trwania, który jest odpowiednim stosun-

kowi w ruchu wahadeł postrzegać się dającymu.— Wysokość zaś powstających fal zależy od wielkości siły działającej. — Nadto w tego gatunku poruszeniach cieczy, to szczególnie widzimy, że fale napotykaące się z sobą bynajmniéy swego ruchu nie zmieniaią, — lecz gdy taka fala natrafi na przeszkodę opor czyniącą, natenczas odbiia się nie zmieniając ani wielkości, ani kształtu, — gdy zaś w téy przeszkodzie czyli w tym boku znajduie się otwor, w tenczas z drugiéy strony przeszkody powstaią podobne fale spółśrodkowe, których otwor iest spółnym środkiem, — co się wtenczas przytrafia gdy otwor iest mały; — bo gdy tenże iest nieco większy, rozchodzenie się fali z drugiéy strony, tak się skutecznia, iak gdyby wcale téy przeszkody nie było.

198. Ciecz w iakikolwiek sposob poruszona działać może, albo uderzeniem, albo tarcieć co inaczey wymulaniem nazywamy. Co do siły uderzenia, w tym względzie, możemy uważać albo ciecz w spoczynku a ciało stałe w ruchu, albo odwrotnie ciecz w ruchu a ciało stałe w spoczynku, albo naręszcie tak ciecz iako i ciało stałe w ruchu bydź mogą. — W pierwszym i w drugim razie skutek od tych samych zawisł okoliczności, to iest od gęstości cieczy, od prędkości ciała poruszonego, od wielkości powierzchni uderzonéy i od kierunku w którym ciało poruszone uderza, — tak iż podług tych okoliczności oznaczyć można w każdym razie wielkość działania, — którego wiadomoć w wielu razach iest bardzo potrzebną;

od tego bowiem powiększcy części zawisła moc i budowa mostow, tam, i wszelkiego gatunku statków wodnych; — lubo w budowie tych ostatnich nie tylko o to idzie, ażeby były wytrzymałe na uderzenie, ale nadto żeby z łatwością mogły być w wodzie poruszane. — Gdy zaś tak ciało stałe, iak i ciecz w ruchu zostają, natenczas skutek z uderzenia powstający, albo się powiększa albo zmniejsza, podług tego iak kierunki ruchu idą w te same strony, lub w przeciwnie.

199. Ten opor cieczy względem ciała stałego, okazuje się i w ten sposób, że gdy ciało stałe rzucimy na powierzchnię cieczy w kierunku pionowym, natenczas przebiegając ciecz nie zmienia swojego kierunku, lecz zmniejsza się tylko tego ciała prędkość, — gdy zaś rzucimy w kierunku ukośnym, natenczas w pośród cieczy zbacza z tego kierunku przybliżając się do linii poziomey, — a gdy ten kierunek jest znacznie ukośny, i do powierzchni cieczy zbliżony, natenczas nie tylko następuje złamanie pierwiastkowego kierunku, ale i odbicie się ciała stałego od powierzchni cieczy. — Na tę zachodzącą zmianę kierunku ciała rzuconego na powierzchnię cieczy, równie iak i na złamanie się światła zważać należy, chcąc wystrzałem trafić w przedmiot w wodzie zanurzony.

200. Co się tycze działania cieczy tarcie, czyli wymulania, wielkość skutku, tak w rzekach iak i kanałach zawisła od głębokości cieczy, i od tęj prędkości. Wywiera się zaś to działanie równie na dno iak i na boki. — Bezpośrednim skutkiem

tego działania jest nierówność dna, gdy bowiem cieczy płynący nie jednakowa jest głębokość, lub gdy dno nie jest iednostaynyé natury, któreby czyniło we wszystkich miejscach równy odpor tarcia, tém samém w iednych miejscach mocniej działając, cząstki wymulone z sobą unosi; i dla tego to w takowych miejscach większa powstaje głębokość, a razem jest przyczyną powiększenia się w tych miejscach prędkości; — tam zaś gdzie się ta prędkość zmniejsza, uniesione cząstki opuszcza, — dla téy przyczyny w miejscach w których rzeka jest szerszą, dno się wznosi, i coraz się płytsza staje. — Co się zaś tycze brzegów, na te, działanie wymulania jest w tedy najmniejsze, gdy mają kierunek równoodległy i prosty, — w wszelkich zaś zagięciach tarcie się powiększa, i dla tego szczególniéy w takich miejscach zazwyczaj postrzega się podrywanie ładu od wody, i wyrywanie brzegów. — Z resztą i w wymulaniu brzegów, wielkość skutku zawisła także i od natury materyalu tychże brzegów.

ROZDZIAŁ PIĄTY.

AEROSTATYKA

201. Wyłożone poprzednio zasady Hidrostatyki są wspólne tak dla ciał ciekłych, iak i dla ciał powietrznych, o tyle o ile te ostatnie uważamy za działające swoją ciężkością. — Że zaś ciała powietrzne nie tylko ciężkością lecz i sprężystością działają, ztąd też i różnica postrzegać się dać po-

między zasadami Hidrostatyki, a zasadami Acrostatyki, iak to poniżey zobaczymy.

§. 31. *O ciężkości powietrza w ogólności.*

202. Powietrze oblewające całą kulę ziemską, powietrzem atmosferycznem lub Atmosferą nazywa się. — Przez długi czas powietrze uważane było iako ciało nie ciężkie, i dopiero Galileusz przekonał się o tøy spólney wszystkim ciałom własności, zgęszczając mieszkciem powietrze w naczyniach kruczkiem opatrzonych, a potem wazząc te naczynia,

203. Przypadek zwrócił szczególnéy uwagę na to działanie powietrza które swoją ciężkością wywiera, — a tym przypadkiem było zrobienne pompy w Florencyi, wyższéy nad zwyczajny wymiar, która zresztą zwyczajnym sposobem urządzona gdy wody dostarczać nie chciała, była powodem, że Galileusz naybiegleyszy w owym czasie Fizyk badanym był o przyczynę tego wypadku; — ten nieumiejąc natychmiast naznaczyć tego prawdziwéy przyczyny, a stosując się do mniemania owych czasów, gdzie podnoszenie się wody w pompach przypisywano ieszcze zdaniu, iż natura niecierpi czczości (natura horret vacuum) odpowiedział, iż to tylko do pewnego wydarza się stopnia, a zaspokoiwszy tą odpowiedzią pytających sam zajął się dochodzeniem przyczyny tego zjawienia i odkrył, iż tą było ciężenie powietrza, czyli że powietrze, tak iak i wszystkie inne ciała iest ciężkie.

204. Twierdzenie Galileusza dowiodł uczeń jego Torricelli, używając rurki szklaney na trzydzieści kilka cali długiey z iednego końca otwartey a z drugiego zamkniętęy, wypełniwszy ją merkuryuszem, i otworém na dół obróconym wstawiwszy w naczynie podobnież merkuryuszem wypełnione, — postrzegł że ani się merkuryusz całkowiec z rurki wylewał ani całej rurki zajmował, utrzymując się na 28 cali powyżęy powierzchni zewnętrznej, a ta wysokość wskazywała mu razem i te, do jakiey woda w pompach dla ciśnienia powietrza wzniesioną być może, pomnąć że woda jest 13 razy lżeyszą od merkuryusza.

205. Ta ważna w Fyzyce wiadomość stwierdzoną nareszcie została doświadczeniami Paskala, który z taką rurką, znaną pod ówczas pod nazwiskiem rurki Torricellego wychodząc na góry w Auvergne, postrzegł że merkuryusz w rurce będący wyżęy się utzymywał u stopy, a niżęy na wierzchołku góry, co przekonało, że w miarę iak wysokość powietrza się zmniejsza, tak się też zmniejsza i tegoż ciśnienie. Do oznaczenia i wymierzenia skutków z działania powietrza powstałych, szczególniey służą, Machina Pneumatyczna i Barometr, o tych więc poprzednio mówić wypada.

§. 32. *O Machinie Pneumatycznej.*

206. Machina pneumatyczna jest to narzędzie służące do rozrzedzenia lub zgęszczenia powietrza, przez Otto Guericke Burmistrza Magdeburgskiego wynalezione, a następnie w różny sposób udosko-

nalone. — Do istotnych téy maszyny części należą: 1^o *Walec* wydrążony, a za pomocą rurki połączony z miejscem w którym powietrze ma być rozrzedzone lub zgęszczone, czyli połączony z talem na którym stawiają się dzwony szklane lub inne tego gatunku naczynia. Ażeby zaś dokładnie do powierzchni talerza przystawały, ich brzegi pocierają się zazwyczaj jaką tłuściością. 2^o *Stempel* za pomocą drążka zębatego w tym walcu poruszany; który może być pełny, lub też przdziurawiony i klapką opatrzony. 3^o *Nareszcie, kruczek* lub *klapki*, i pod tym względem dwa są główniejsze gatunki machin pneumatycznych to jest, maszyny w których używane są same kruczki, a w takowych stempel jest pełny, tudzież takie maszyny, w których używane są klapki i kruczki, a w tych stempel może być pełny lub wydrążony.

207. W pierwszego gatunku machinach, — kruczek pomiędzy walcem a talerzykiem znajdujący się ma w sobie dwa na wylot zrobione otwory jeden w poprzek a drugi w podłuż, tak iż za pomocą pierwszego daie się komunikacya, pomiędzy talerzykiem a walcem, za pomocą zaś drugiego może być w komunikacyi z powietrzem zewnętrznem, powietrze znajdujące się albo w walcu, albo w naczyniu na talerzyku umieszczoném.

208. Chcąc tak urządzoną Maszyną pneumatyczną rozrzedzić powietrze, w następujący postępuje się sposób: wepchnąwszy stempel w walec daie się za pomocą kruczka komunikacya walcowi z talerzem i wyciąga się stempel, przez co powietrze będące pod dzwonem dla swoiocy rozszerza-

ności, zajmuje przestrzeń tak dzwona iak i walca, — następnie daie się komunikacya walcowi z powietrzem zewnętrznem, poczem wypcha się stempel, atém samém powietrze z walca zewnątrz wypchęte zostaje, — i tym sposobem następnie toż samo powtarza się działanie.

209. Chcąc zaś zgęścić powietrze, przymocowawszy dzwon do talerzyka, i dla bezpieczeństwa otoczywszy go siatką drucianą odwrotnie się postępuje, to iest, wepchnąwszy stempel w walec, daie się komunikacya walcowi nie z dzwonem, lecz z powietrzem zewnętrznem, a wyciągnawszy stempel, daie się komunikacya walcowi z dzwonem, wypchając zatém nazad stempel, powietrze w walcu się znajdujące pędzone iest do dzwona.

210. W drugiego gatunku machinach pneumatycznych znajduje się w dnie walca otwor, nad którym umieszczona iest kłapa w jedną tylko stronę podnosząca się, tak iż podług tego iak stempel w pychany lub wyciągany zostaje, kłapa ta także zamyka lub otwiera otwor. — Najprościejszy skład maszyny pneumatycznej z kłapkami przedstawiają fig. 23 i 24, z których pierwsza służy do rozrzedzenia, a druga do zgęszczenia powietrza. — Pospolicięj iednak w takowych machinach przez stempel przechodzi pręcik zakończony ostrokrażkiem ściętym szczelnie otwor wypełniającym, który za wyciągnięciem stempla razem się podnosi, a przeciwnie za opuszczeniem tegoż stempla otwor zamyka. Zazwyczaj takie maszyny mają dwa walec, w których ruch stempli tak iest urządzony, iż

w miarę iak ieden się wznosi, drugi w tymże samym czasie opada.

211. W Machinach drugiego gatunku, ta przestrzegać się daie dogodność, że nie potrzeba za każdym obrotem stempla odmiennego nadawać położenia kruczkowi, tak iak w machinach pierwszego gatunku, — nadto do poruszenia stemplami równy zawsze potrzeba siły, gdy tym czasem w pierwszych które zazwyczaj są o pojedynczym walcu, przy wyciąganiu stempla coraz większego doznaiemy oporu dla ciśnienia powietrza zewnętrznego. — Lecz za to, gdy pierwszego gatunku służyć mogą tak do rozrzedzenia, iak i do zgęszczenia powietrza, drugie nie mogą być użyte, tylko do rozrzedzenia, a odmiennego urządzenia muszą mieć klapki, gdy mają służyć do zgęszczania.

Z resztą tak w iednych, iak i w drugich machinach, walec może się znajdować albo poniżej talerza w położeniu pionowym lub poziomem, albo się też może wznosić obok talerza.

212. Do powyższych przydać ieszcze można ten gatunek machin pneumatycznych, hydraulicznymi nazwanych, w których ciecz, iaką zazwyczaj jest merkuryusz, zastępuje właściwy stempel, i takową w nayprościejszym składzie przedstawia f. 26, w téy ciecz wypełniając miejsce A, i nazad przez opuszczenie rurki *ab* opadając, a w tymże samym czasie kruczek C odpowiednie obracając, jest przyczyną coraz większego rozrzedzenia się powietrza w miejscu B. Z tego gatunku machin szczególny na uwagę zasługuie skład maszyny pneumatycznej, podany przez Professora Uniwersytetu

Warszawskiego Dra Mile, w której ciecz nie tylko zastępuje stempel, ale i wszelkie kruczki i klapki. (*)

§. 33. O Barometrze.

213. Powyżéy wspomniane doświadczenie (204) przez Torricellego skutecznione dało początek narzędziu, nayogólniejszego w Fizyce użytku, *Barometrem* nazwanemu, — które służy do okazania większego lub mniejszego ciśnienia powietrza. — Niewłaściwie nazywa się Ciężkomierzem, większe bowiem lub mniejsze ciśnienie powietrza nie tylko jest skutkiem ciężkości, lecz i sprężystości, — równie iak w pospolitéw użyciu niewłaściwie się uważa za pewną skazówkę pogody lub słoty, gdy te nie tylko ciśnienia powietrza, lecz i innych przyczyn są skutkami.

214. Nayprościejszy, a razem prawie i naydokładniejszy, zwłaszcza gdy potrzebne ostrożności zachowane będą, skład Barometru jest: rurka szklana na 30 cali długa w iednym końcu zamknięta, która merkuryuszem wypełniona, otwartym końcem wstawiona jest w naczynie podobnież merkuryuszem napełnione; wysokość kolumny merkuryuszu w rurce się znajduiącý większa lub mniejsza, tém samém mniejsze lub większe ciśnienie powietrza wskazuje. — Może zaś byđz Barometr uważany za rurkę spółkuiącą, w której iedném ramieniu znajduje się merkuryusz a

(*) Szczegółowy téy maszyny opis, znajduje się w Rocznikach Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego w Tomie 16 a niektóre ulepszenia téżé maszyny w Tomie 17.

w drugim powietrze, zostające pomiędzy sobą w równowadze, — w podobny więc sposób iak w rurkach spółkniących iakkolwiek różnéy średnicy, płynów różnorodnych wysokości są zawsze w stosunku odwrotnym gęstości, tak i w Barometrze iakieykolwiek wielkości będzie powierzchnia zewnętrzna, wysokość merkuryuszu w rurce, jest zawsze ta sama, gdy gęstość i rozprężliwość niezmiennie pozostają.

215. Narzędzie to w rozmaity bardzo sposób było urządzone i udoskonalane. — Wszystkie zaś te odmiany mają za zamiar, albo poznanie najmniejszey zmiany w ciśnieniu powietrza; — albo dokładne oznaczenie długości kolumny merkuryuszu ciśnieniem powietrza utrzymywanej.

216. Pospolicie rozróżniamy je na naczynkowe, i lewarkowe. — Do pierwszych należą te, w których rurka umieszczona jest w naczyniu (f. 27), lub zakrzywiona i zakończona nieco obszerniejszą bańką (f. 28). — Do drugich zaś takie, w których rurka równéy średnicy jest tylko zakrzywiona (fig. 29)

217. W Barometrach naczynkowych zachodzi trudność w ściśłem oznaczeniu długości kolumny merkuryuszu, z przyczyny że podług tego iak merkuryusz w rurce podnosi się lub opada, zmienia się także i powierzchnia merkuryuszu zewnętrzna, od której właściwie rozpoczyna się wysokość kolumny. — Tey niedogodności w rozmaity zapobiega się sposób, iak *np.* obszernością naczynia tak, ażeby średnica rurki była bardzo małą w porównaniu z średnicą powierzchni zewnętrznej, —

albo biorąc naczynie z dnem ruchomem, któreby zapomocą szruby poniżej będącý mogło bydź tak wznoszone lub opuszczane, ażeby powierzchnia zewnętrzna pomimo przybycia lub ubycia merkuryusza zawsze w tém samym miejscu dotykała się rurki. W tak nazwanych Barometrach lewarkowych, cała podziałka lub też rurka są ruchome, ażeby za każdą zmianą do tego samego punktu można przywieść powierzchnię merkuryusza w otwartéj rurce znajdującego się; — lub też wogólności w takowych Barometrach każde wzniesienie się lub opadnięcie merkuryusza bierze się dwa razy większe, i tak *np.* gdy merkuryusz wznosi się w rurce o dwie linie, tem samym wskazuje że ciśnienie powietrza o tyle się powiększyło, że jest w stanie utrzymać kolumnę merkuryusza o cztery linie dłuższą; — w tym bowiem razie nie tylko przedłużyła się kolumna merkuryusza o dwie linie z iednego końca, lecz o takąż ilość przedłużyła się i z drugiego końca, czyli że w drugim ramieniu o tyle się zniżyła ta powierzchnia, od której właściwie wymierza się wysokość merkuryusza w rurce; — podobnież gdy opada na dwie linie, wskazuje zmniejszone ciśnienie powietrza o cztery linie.

218. Dla powiększenia czułości w oznaczeniu zmian powietrza w barometrze Morlanda (f. 30) rurka w końcu wyższym jest pod pewnym kątem ukośnym zgięta; — w barometrze zaś Bernuillego rurka szersza pionowa zakończona jest rurką węższą poziomą (f. 31); — Do tych należy także Barometr Hugieniusza (f. 32) składający się z dwóch

rurek spólkujących iednakowéy wysokości i równoodległych od siebie, iedna otwarta a druga zamknięta, zakończone pierwsza u dołu, a druga u góry obszerniejszém naczyniem walcowatém, z których zamknięta wypełniona jest merkuryuszem, a otwarta spirytusem winnym; — w takim bowiem Barometrze, o ile średnica naczynia jest większa od średnicy rurki, o tyle także widoczniejsze jest powiększenie lub zmniejszenie ciśnienia powietrza. — W tymże samym zamiarze odkrycia naydrobniejszych zmian w ciśnieniu powietrza podany jest sposób nowego urządzenia Barometru przez Doktora Mile, w którym ilość słupa merkuryuszu wznoszącego się lub opadającego dla ciśnienia powietrza, nie mierzy się na długość, ale się waży, przez co naydrobniejsze cząstki pływają mogą być ocenione, a z nich może być poznany, tak mały stopień przedłużenia słupa, iaki wprost okiem dostrzedz niepodobna. (*)

219. Do lewarkowych należy tak nazwany Barometr zegarowy, (f. 33) — w którym index znajdujący się na osi, wskazuje na tarczy zmiany powietrza, dla poruszenia zaś osi przewieszono są równo ciężarki na nitce, z których ieden wspiera się w rurce na merkuryuszu, w miarę zatem podnoszenia się lub opadania merkuryuszu, wznosi się także lub opada i ciężarek, a tęp samym porusza ós na której się index znajduje.

(*) Szczegółowy opis tego Barometru znajduje się w Rocznikach Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego, w Tomie 7. — Obacz także wiadomość o barometrze wydoskonalonym przez P. Jecker podaną przez J. K. Skrodzkiego w Pamiętniku Warszawskim z r. 1813 t. 9 k. 358.

220. Do Barometrów szczegółowego przeznaczenia należą morski, i podróżny; (f. 34) — w morskim zapobiegając ażeby merkuryusz poruszony nie uderzał za mocno w koniec rurki zamknięty, ścieśnia się nieco taż rurka poniżev zakończenia, a tym sposobem w tém miejscu doznając większego tarcia merkuryusz, z mniejszą także uderza mocą. — Podróżny zaś dla dogodnego przenoszenia, albo jest urządzony z dnem ruchomém, albo też w kształcie lewarkowego, tak, ażeby i koniec krótszy był zamknięty, i tylko z otworem w boku włoskowym, tym bowiem sposobem przewracając podobny Barometr, tym szczupłym otworem powietrze wypchnięte zostanie, merkuryusz zaś dla włoskowatości nie wypłynie.

221. Za wskazówkę większego lub mniejszego rozrzedzenia powietrza połączony zazwyczaj jest z machiną pneumatyczną, jeżeli nie cały Barometr, to przynajmniejew cwierć Barometru, to jest rurka spółkuiąca na sześć cali wysoka, której jedno ramie jest otwarte a drugie zamknięte, i takowa część Barometru należąca do składu maszyny pneumatyczney, znana jest pod nazwiskiem próbki (Eprouvette).

222. Tak w robocie iak i użyciu Barometrów, zachowane bydź muszą niektóre ostrożności. — Chcąc mieć dokładny Barometr, potrzeba się starać, ażeby rurka była czysta i sucha, naymniey na iedną linią średnicy, i jeżeli nie w całej to przynajmniey w téy dżugości w której merkuryusz w ruchu zostaje, powinna bydź równey szerokości, inaczey różna wysokość barometryczna była-

by także skutkiem i wpływu włośkowatości. — Merkuryusz ma być iak naytroskliwiey od powietrza i obcych ciał oczyszczony; a w wypełnieniu rurki merkuryuszem potrzeba na to zważać ażeby miejsce powyżey merkuryusza się znajdujące było ile możności iak naysuchsze i od powietrza wolne, które to miejsce znane iest pod nazwiskiem czczości Torricellego (*vacuum Torricellianum*), tak, iak miejsce pod dzwonem maszyny pneumatyczney czczością Guerikego (*vacuum Guerickianum*) iest nazwane. — Podziałka powinna być zrobiona podług pewney oznaczoney miary długości, opatrzona tak nazwanym noniuszem. Nareszcie z Barometrem powinien być połączony i Termometr, o którym niżej mowa będzie.

223. W użyciu zaś Barometru na to zważać należy, ażeby miał położenie pionowe, ażeby oko znajdowało się na linii poziomey przechodzący przez powierzchnią merkuryusza w rurce; uważając za koniec téy kolumny nie to miejsce w którym się dotyka rurki, lecz wierzchołek powierzchni wypukłéy. Należy także przed każdym czynionem postrzeżeniem poruszyć nieco rurki dla zerwania zachodzącego przylgnięcia pomiędzy rurką a merkuryuszem.

224. Żeby zaś nie tylko w pewnych czasach mieć wiadome ciśnienie powietrza, ale żeby także nieiako mieć przed oczami ciągłe zmiany w tymże ciśnieniu, urządzone są Barometra zwłaszcza zegarowe (*Barometrographami* nazwane) w ten sposób, że na końcu indexu znajduje się ołówek, który na papierze zostawia ślady wszelkich indexu poruszeń.

225. Do gatunku Barometrów, należy podany przez P. Wright; — a którego urządzenie jest następujące: do dwóch uncyi spirytusu w sypuie się dwie drachmy czystéy saletry i pół drachmy solniku ammoniaku, ta mieszanina mieści się w rurce szklanéy na 8 linii szerokiey a na 10 cali długiéy, której koniec wyższy pokryty jest skórką poprzekłuwaną. W czasie pogodnym, istoty stałe na dnie pozostają, i spirytus zachowuje zwyczajną przezroczystość; gdy zaś deszcz ma padać, w tedy cząstki stałe wznoszą się i opadają, i płyn nieco mętnym się bydź wydaie. A gdy ma nastąpić burza lub wielki wicher, w tedy cały osad z dna wznosi się w górę i formuje nie iako skorupę, a ciecz fermentować się zdaie. Podobne wzburzenia poprzedzają zwykły burzę na dwadzieścia cztery godzin. A nawet i stronę z której powstać ma burza lub wicher wskazują, wznoszące się bowiem cząstki stałe na téy szczególnie stronie zbierają się od której ma burza nadejść.

§. 34. *O ciężkości i sprężystości powietrza w szczególności.*

226. Łatwo za pomocą wyłożonych narzędzi przekonać się można o ciężkości powietrza. Oprócz bowiem utrzymywania się kolumny merkuryusza w barometrze, bezpośrednio wagi powietrza dójść możemy, biorąc danéy objętości balon szklany, tak urządzony ażeby do talerza maszyny pneumatycznéy mógł bydź wsrubowany, i żeby był kruczkiem opatrzony; zważywszy poprzednio takowy balon i wyciągnąwszy z niego po-

wietrze, postrzegamy, że się staje lżejszym, a różnica pomiędzy wagami, stanowi nam właściwą wagę powietrza wyciągniętego. — Dla teyże przyczyny to jest ciężaru powietrza zewnętrznego, nie można oderwać dzwonu od talerza maszyny pneumatyczney, — równie iak i dwóch półkól, znanych pod nazwiskiem półkól magdeburckich, gdy z pośrodku ich powietrze wyciągnięte zostanie; — podobnież gdy dzwon zostający na talerzu maszyny pneumatyczney u góry otwarty pokrytym zostanie szkłem płaskim lub pęcherzem, za wyciągnięciem powietrza, pęka tak szkło iak i pęcherz, — przez drewno zaś woda wskrósł przecieka.

227. To jednak działanie powietrza, które swoim ciśnieniem, wywieranie tylko jest skutkiem ciężkości lecz i sprężystości, — tak, iż swoją sprężystością czyni równowagę ciężkości, dla tego to tę samą kolumnę merkuryusza utrzymać będzie w tym samym czasie i miejscu powietrze, czy powierzchnia zewnętrzna Barometru jest otwarta lub zamknięta, ta także jest przyczyna dla czego w tym samym czasie merkuryusz w równy utrzymuje się wysokości, czy Barometr w izbie czyli też zewnątrz jest zawieszony.

228. To równoważenie się pomiędzy ciężkością a sprężystością powietrza, tłumaczy nam dla czego nie czuiemy tego ciśnienia, iakie na nas powietrze wywiera, chociaż waga cisnącego powietrza wynosi do 30,000 funtów. — Ze zaś tak wielka jest waga cisnącego na nas powietrza, łatwo wnieść można, zważając iż ciśnienie powie-

trza atmosferycznego, jest równe ciśnieniu kolumny merkuryusza, mającý za podstawę daną powierzchnią, w człowieku miernego wzrostu wynoszącą do 14 stop kwadratowych, a za wysokość 28 cali, ile więc ważyć będzie kolumna merkuryusza tej objętości, tak wielkie jest na nas ciśnienie powietrza; — Że zaś tak ogromnego ciężaru nie czujemy, przyczyną jest powietrze i inne płyny wewnątrz nas znajdujące się, które swoją sprężystością, czynią równowagę ciśnieniu zewnętrznemu. — Przeciwnie gdy na góry znaczney wysokości wychodzimy, czujemy osłabienie, co jest skutkiem przewyższającego działania sprężystości istot powietrznych wewnątrz nas znajdujących się; — tak iak na odwrót mieszkańcy gór schodząc w doliny, doznają ociężenia i nieiakię tęsknoty, a to z przyczyny powiększającego się ciśnienia zewnętrznego.

229. Barometr zatem nie tylko nam mierzyć może ciężkość, lecz i sprężystość, tak powietrza iak i wszelkich innych ciał lotnych, a zatem i wszelkich par, — co tym sposobem uskuteczniamy, gdy krótsze ramie Barometru nie w powietrzu atmosferycznym, lecz w jakim zamkniętym naczyniu, wypełnionem powietrzem, gazem lub parą, umieszczone zostanie.

230. Podobnież machina pneumatyczna lubo nas bezpośrednio przekonywa o ciężkości powietrza, — samo iednak wyciąganie nie tak ciężkości iako raczý sprężystości powietrza jest skutkiem; i właściwie za pomocą maszyny pneumatycznej nie wyciągamy, lecz tylko rozrzedzamy po-

wietrze, nie możemy zatem zupełnie czego o-
trzymać miejsca, — co nam naocznie wskazuje,
znajdujący się przy maszynie Barometr lub ówierć
Barometru, — w którym pomimo największego
rozrzedzenia powietrza, merkuryusz nigdy tak nie
opadnie, ażeby się w obydwóch rurkach na téj
saméj powierzchni pozioméj znajdował.

231. To zaś rozrzedzenie powietrza uskutecz-
niające się za pomocą maszyny pneumatycznój, for-
muie, ciąg geometryczny ciągle malejący, — co
sobie łatwo wystawić możemy przypuściwszy obję-
tość walca równą objętości dzwona z pod którego
powietrze wyciągamy, za pierwszym bowiem opu-
szczeniem stempla zostanie $\frac{1}{2}$ tylko powietrza, za
drugim $\frac{1}{4}$ za trzecim $\frac{1}{8}$ za czwartym $\frac{1}{16}$ i tak na-
stępnie, — iak więc ciągu geometrycznego nie
ma granicy, tak też za pomocą maszyny pneuma-
tycznój powietrza nigdy wyciągnąć, lecz tylko co-
raz bardziéj rozrzedzać można.

232. Ażeby zaś wiedzieć iaka jest gęstość po-
wietrza w każdym razie, do tego służy osobne na-
rządzie Dasymetr lub Manometr nazwane, przy tem-
samem bowiem ciśnieniu które Barometr wskazuje,
może być różna tegoż powietrza gęstość. Najpro-
ściejsze takowego narzędzia urządzenie jest, kula,
znaczniejszój objętości z cienkiój blachy zrobiona,
zostająca w równowadze z ciężarkiem małym mie-
scem zajmującym, gdy się bowiem gęstość powietrza
zmuiejsza, ta kula mniej traci ze swego ciężaru,
atém samém przeważa ciężarek, z którym zosta-
wała w równowadze i odwrotnie.

§. 35. *O gęstości powietrza.*

233. Wielkość działania powietrza zawisła nie tylko od bezwzględnej ciężkości i sprężystości, lecz także i od tegoż gęstości, — która to gęstość dla ściśliwości powietrza większą lub mniejszą być może, w miarę wielkości sił działających. — Zasada ta: że gęstości powietrza i w ogólności wszelkich ciał lotnych, są w stosunku sił przyciskających, znana jest pod nazwiskiem prawa Mariotta, — który powyższą zasadę z doświadczeń przez siebie czynionych, wyprowadził. Doświadczenia w ym zamiarze czynione być mogą nie tylko z *zgęszczonem*, lecz i z *rozrzedzonem* powietrzem.

234. Doświadczenie z powietrzem zgęszczonem skutecznia się w następujący sposób: bierze się rurka szklana (f. 35) tak zakrzywiona, ażeby ramiona były w kierunku równoodległym, z tych jedno ramie krótsze *np.* na 12 cali, jest zamknięte, drugie zaś, ile możliwości iak najdłuższe, otwarte pozostaie. W takową rurkę wlewa się najprzód, tyle tylko merkuryuszu, ażeby była przecięta komunikacya pomiędzy powietrzem w rurce krótszey znajdującem się, a powietrzem zewnętrznem; natenczas powietrze zamknięte swoją sprężystością czyni równowagę powietrzu zewnętrznemu, i téy saméy pozostaie gęstości, gdy następnie w rurkę otwartą wleie się tyle merkuryuszu, ażeby wysokość kolumny powyżey znajdujący się była 28 cali, natenczas postrzegamy, że w krótszey rurce, merkuryusz doszedł do połowy, a tém samém że powietrze w téyże rurce znajdujące się

dwa razy iest gęstsze, aniżeli było wprzód; — gdyż i siła przyciskająca stała się dwa razy większa, — wprzód bowiem ciśnione było tylko od kolumny powietrza zewnętrznego, teraz zaś od kolumny powietrza zewnętrznego i od kolumny merkuryusza wysokości na 28 cali, a zatem tak dobrze iak od dwóch kolumn powietrza. — Następnie wlewając merkuryusza na 28 lub 56 cali, merkuryusz w krótszej rurce podniesie się do 4, lub do 3 cali, czyli to samo powietrze, które dawniej zajmowało miejsce 12 cali, zajmuje teraz 4 lub 3 cali, a zatem staje się 3 lub 4 razy gęstsze, — a to w tym samym stosunku, iak przez wlewanie merkuryusza w dłuższą rurkę wielkość ciśnienia staje się 3 lub 4 razy większą.

235. Chcąc się zaś przekonać, że podług teyże samy zasady powstaie i rozrzedzenie powietrza, — bierze się rurka szklana na 30 cali długa, z obydwóch końców wkruczki opatrzona, (fig. 36) zamknąwszy kruczkiem koniec niższy, wlewa się merkuryusza na $27\frac{3}{4}$ cali, gdy w tymże czasie wysokość barometryczna iest na 28 cali, poczem zamyka się kruczkiem koniec wyższy, a zanurzwszy koniec niższy w naczyniu merkuryuszem wypełnionem otwiera się tenże koniec, wtedy obserwujemy że merkuryusz z téy rurki opada aż do 21 cali, — to samo więc powietrze powyżej merkuryusza znajdujące się, które wprzód zajmowało $2\frac{1}{4}$ cali, zajmuje teraz 9 cali, czyli cztery razy większe miejsce, stało się więc cztery razy rzadsze. — Lecz i ciśnienie także na to powietrze iest cztery razy mniejsze, przyciśnione

bowiem jest od kolumny powietrza zewnętrznego, mniejszą kolumną merkuryusza w rurce pozostałą, a zatem przyciśnione jest kolumną merkuryusza $28 - 21 = 7$ cali które 7 cali są czwartą częścią zwyczajnego ciśnienia powietrza. — Gdybyśmy zaś początkowo wlały merkuryusza tylko na 22 cali, natenczas opadłby ten merkuryusz do 14 cali, — a tym samym powietrze zajmujące wprzód przestrzeń 8 cali, wypełniłoby teraz 16 cali, czyli stałoby się 2 razy rzadsze, — gdyż i ciśnienie będąc równe $28 - 14 = 14$ cali, jest także dwa razy mniejsze.

§. 36. *O zastosowaniach ciężkości i sprężystości powietrza.*

236. Działanie powietrza tak swoją ciężkością iak i sprężystością, tłómaczy nam użycie wielu bardzo narzędzi i machin, z których jedne ogólną użytecznością celują, inne zaś raczėj tylko ku zabawie służą; — niektóre tak ziednych iak i z drugich tutaj przytaczamy.

Do nayogólniejszego użytku w tym względzie należą *pompy*, które są potrójnego gatunku, to jest pompy ssące, wypychające, i ssąco-wypychające. — *Pompy ssącey* głównejsze części są: rura drewniana pod pion w ziemi ustawiona, której koniec niższy zamurzony jest w wodzie téy, która ma być w górę wzniesiona, na wierzchu téy rury jest kłapa tak umocowana, ażeby się tylko do góry podnosić mogła, — nad tą rurą, wznosi się druga część właściwą pompą nazwana, w której się znajduje stempel za pomocą drażka

w tej rurze poruszany, — stempel czyli tłok jest przedziurawiony, i opatrzony klapą w górę się tylko podnoszącą iak to f. 37 wystawia. — Za każdym stemplem w górę podniesieniem robi się czcze miejsce pomiędzy stemplem a rurą, w które wchodzi powietrze z rury, gdzie staie się rzadsze, a tём samem powietrze zewnętrzne mocniej cisnąc, aniżeli powietrze rozrzedzone, wpycha wodę w rurę, i tak następnie powtarzając działanie, woda wypełnia rurę i wchodzi w pompę, w której stemplem w górę wznoszona zostaje. — Z czego okazuje się, że w rurze wznosi się woda ciśnieniem powietrza zewnętrznego, w pompie zaś działaniem siły stempla poruszającego, — a tём samem że długość rury jest ograniczona, a dłuższą nad 32 stop być nie może, co łatwo wyprowadzić można wiedząc że woda jest przeszło 13 razy lżeyszą od merkuryusza, i że powietrze utrzymuje kolumnę merkuryusza na 28 cali wysoką; właściwie iednak nie robi się dłuższa nad 12 łokci, z przyczyny że w pompach trudną jest rzeczą, ażeby wszystkie części tak szczelnie do siebie przystawały iak np. w maszynie pneumatycznej, a tём samem w ciskające się bokami powietrze, czyni w pewnej części równowagę powietrzu zewnętrznemu. — Długość zaś właściwej pompy zależy od wielkości siły stemplem poruszającego.

237. W pompie *wypychającej* lub *tłoczącej* stempel jest pełny, a pompa tak jest w wodzie umieszczona, ażeby za podniesieniem stempla taż woda w pompę wchodzić mogła, — w boku pompy, znajduje się rura którą woda do żądanej wy-

sokości iest pędzona iak to f. 38 przedstawia, pomiędzy zaś rurą i pompą umieszczona iest kłapa do góry się otwierająca. Gdy więc za podniesieniem stempla woda wptynie w pompę, za opuszczeniem tegoż stempla woda przyciśniona otwiera kłapę i wchodzi w rurę, i tak następnie, woda coraz więcéy w rurze wznosić się będzie.

238. *Pompa ssąco-wypychająca* tem się od ssący różni, że stempel iest pełny, i że od dołu pompy wznosi się rura z kłapą w górę się podnoszącą, (f. 39) tym więc sposobem gdy się woda dla ciśnienia powietrza zewnętrznego wzniesie aż do pompy za opuszczeniem stempla przyciśniona woda nazad wrócić nie może, lecz otwiera sobie boczną kłapę i tak w górę wznoszona zostaje.

239. W pompie ssący ta zachodzi niedogodność, że w podnoszeniu wody w górę nie tylko, ciśnie ta woda, która się nad stemplem znajduje, ale nadto i kolumna powietrza atmosferycznego, której niedogodności zaradza pompa ssąco-wypychająca, w téy bowiem kolumna powietrza nad wodą podnoszoną znajdującą się, równoważy się z powietrzem na stempel cisnącem, — nadto iest także wytrwalszą od wypychający nie będąc w wodzie zanurzoną i łatwieyszą do naprawy.

240. W zwyczajnych ręcznych sikawkach, za wyciągnięciem stempla robi się czcze miejsce, które wypełniane zostaje cieczą popychaną ciśnieniem powietrza zewnętrznego. — Że istotnie ciśnienie powietrza iest tego przyczyną przekonać się można za pomocą machiny pneumatycznej, mając tak urządzony dzwon, ażeby stempel w si-

kawce mógł być poruszany, tak gdy dzwon jest powietrzem wypełniony, iak i gdy z pod niego powietrze jest wyciągnięte, w tym bowiem ostatnim razie zobaczymy, że woda w sikawkę nie wchodzi, chociaż stempel jest wyciągnięty. — Sikawki większe do gaszenia pożaru używane, są właściwie pompy wypychające, w których nadto znajduje się nad wodą pewna ilość powietrza, tym bowiem sposobem, gdy jest wpędzana woda, przyciśnione zostaje i powietrze, a to dla swojej sprężystości rozszerzając się, z tem większą mocą wypędza wodę, im z większą zgęszczone było.

241. Do narzędzi, których skutek zawisł od ciśnienia powietrza, należą *lewary*, służące do przeprowadzania cieczy z iednego miejsca na drugie. Za lewar służyć może każda rurka zakrzywiona, której ieden koniec zanurza się w cieczy téj, która ma być przeprowadzona, a drugim wyciąga się powietrze ustami lub iakimkolwiek innym sposobem z rurki, przez co ciecz nie tylko wypełnia tę rurkę, lecz i ciągle tąż rurką wypływa, a przynajmniej do póty, dopóki utworzki, którym ciecz wypływa, znajduje się poniżej powierzchni cieczy przeprowadzaney. Ze ciecz wypełnia rurkę, to jest skutkiem ciśnienia powietrza zewnętrznego, z przyczyny rozrzedzenia powietrza wewnątrz znajdującego się. — Ze zaś ciecz ciągle drugim końcem wypływa, tego właściwie przyczyną jest nie tak różne ciśnienie powietrza, iako raczej różny opór którego ciśnienie powietrza doznaje; — i tak powietrze z równą mocą ciśnie tak naciecz w naczyniu się znajdującą,

iak i na ciecz wypływającą, lecz gdy ramie, którem wypływa jest dłuższe od ramienia ktorem się ciecz wznosi, tém samém i to powietrze cisnące na ciecz wypływającą, większego doznaie oporu, a tém samem z mniejszą siłą pozostałą działa, aniżeli powietrze na ciecz w naczyniu cisnące; — o czém przekonać się także można, wkładając dłuższe ramie rurki w ciecz tak iednak, ażeby powierzchnia cieczy znajdowała się powyżej otworu rurki ramienia krótszego; w tym bowiem razie będzie także ciecz płynąć, lecz tylko dopóty, dopóki powierzchnia cieczy w naczyniu nie dóydzie do téy saméy wysokości w iakiéy znajduje się otwor rurki, którym ciecz wypływa, poczem przestanie płynąć dla zrównanego działania powietrza z obydwóch stron.

242. To wskazuje zarazem, że ażeby rurka zakrzywiona była zdadną na lewar, potrzeba żeby iedno ramie było dłuższe, a przynajmuiey ażeby powierzchnia cieczy znajdowała się zawsze wyżej otworu którym wypływa, tudzież że wysokość powyżej powierzchni cieczy nie może być większą nad 32 stop. — I dla tego za pomocą lewaru można przeprowadzać wody przez wzgórze, byle te nie przenosiły powyżej wspomnianej wysokości, — a w tenczas nie wyciąga się powietrze, lecz zamknąwszy obadwa końce, i otworcin u góry zrobionym wławszy w cały lewar wody, szczelnie się ten otwor zamyka, otwierając następnie koniec którym się ma woda wznosić, a potem ten, którym ma wypływać.

243. Z resztą rozmaite jest lewaru urządzenie

podług rozmaitego przeznaczenia. — Naypospoliciéy używa się do wyciągania napoiów z beczek, lub też do żciągnięcia cieczy cięższey znajdujący się poniżey cieczy lżeyszey (f. 40). — Dla zapobieżenia zaś ażeby przy takowem z ściąganiu cieczy, żadna ilość do ust się nie dostała, z boku dłuższego ramienia lewaru wystaje oddzielna rurka (f. 41) która wyciąga się powietrze z lewaru, i która dla większego bezpieczeństwa, może ieszcze bydź obszerniejszą bańką opatrzona (f. 42). Można nawet taki urządzić lewar który nie wyciąganiem powietrza, ale raezey dęciem wypełnia się (f. 43). Różne także sztuki w publiczności okazywane iak *np.* naczyn, w których ciecz nalana niknie i t. p. zasada się na różnie urządzonych po części ukrytych lewarach.

244. Tak, iak w pompach i lewarach powietrze działa swoją ciężkością, tak iest wiele innych w których skutek zawisł od sprężystości powietrza, a do tych należą, wiatrowki, a nawet i wszelkie strzelby, miechy, fontanny ściśliwości, fontanna Harona, przepuszczająca, i tak nazwane osobki lub diabefki Kartezyusza, i wiele innych tym podobnych po gabinetach fizycznych znajdujących się narzędzi fizycznych. — Samo nawet oddychanie niczém inném nie iest, iak ciąglem rozrzedzeniem i zgęszczeniem powietrza, — lubo w oddychaniu oprócz tego działania mechanicznego powietrza, zachodzi także i działanie chemiczne, w innym bowiem stosunku części składających powietrze iest wciągane, a w innym oddychaniem wypychane.

245. Do tego także gatunku zdarzeń należą i owe w naturze trafiające się zródła przepuszczające, lub przerywające, które przez pewny przeciąg czasu płynąc, potem płynąc przestają, i tak następnie te przerwy w płynieniu postrzegać się dają; które to zdarzenie zdaie się być skutkiem kształtu kanału do lęwaru podobnego którym woda płynie, i miejsca w którym się poprzednio też ciecz zbiera, iak to (fig. 42) objaśnia; tu bowiem woda w miejscu *A*, zbierająca się w ten czas dopiero otworém *O* wypływać będzie, gdy dóydzie do wysokości *mn*, i dopóty płynie dopóki nieopadnie do *rs*, poczem przestaje wypływać aż się znowu do powyższej wysokości wzniesie i tak następnie.

246. Wyłożone poprzednio wiadomości o powietrzu wskazują nam, iak dalece zasady równowagi ciał lotnych są wspólne, lub różne, od zasad równowagi ciał ciekłych. — I tak:

Ciała lotne równie iak i ciała ciekłe wywierają ciśnienie nie w jednym tylko kierunku, lecz z równą mocą w wszelkich kierunkach i na wszystkie strony. — Ciała stałe zanurzone w ciałach lotnych, tak iak i w ciekłych tracą tyle ze swojej wagi, ile ważą też ciała lotne pod objętością ciał stałych w nich zanurzonych. — Nareszcie podług teyże saméy zasady, iak i w ciałach ciekłych uskutecznia się, wznoszenie się w powietrzu ciał gatunkowo lżejszych.

247. Różnice zaś iakie w téy mierze postrzegać się dają, z tąd powstają, że ciała lotne dzia-

łałą nie tylko swoją ciężkością, lecz i sprężystością.

Uważając ciśnienie ciał lotnych na boki naczyń, to naczynie być może albo zamknięte, albo otwarte; jeżeli jest zamknięte, natenczas ciśnienie jest równe we wszystkich punktach boków tego naczynia, a wielkość zawisła nie tak od ilości cząstek ciała lotnego iako raczéy od wielkości sprężystości, wielkość zaś sprężystości zawisła od gęstości i temperatury.— Jeżeli zaś naczynie jest otwarte, natenczas ciśnienie na boki naczynia zawisło, nie tak od sprężystości, iako raczéy od ciężkości, a zatém tém będzie większe, im wyższa będzie kolumna ciska, która się oznacza wysokością barometryczną, tak iż w każdym razie wyrachować można wielkość ciśnienia na każdą daną powierzchnią. A w wyrachowaniu ciśnienia na boki, ta tylko mała zachodzi różnica, iż za wysokość tak niższych iak i wyższych cząstek bierze się ta sama wysokość barometrem oznaczona, z przyczyny że wysokość boku iakiegokolwiek naczynia może być za nieskończenie małą uważana, w porównaniu z wysokością powietrza atmosferycznego.

248. Wysokość zaś powietrza atmosferycznego byłaby nieograniczoną, gdyby sprężystość powietrza téy samey wszędzie była mocy, — doświadczenie iednak aż nadto przekonywa, że sprężystość powietrza tém jest większą, im ciśnienie i temperatura jest większa, przeciwnie zaś powietrze coraz się mniej rozszerza, a że wznosząc się w górę zmniejsza się kolumna powietrza, a nawet

i temperatura, musi się więc t \acute{e} m sam \acute{e} m, i moc spr \acute{e} żystości osłabiać, tak dalece, iż nastąpi takie miejsce w któr \acute{e} m ci \acute{e} nienie a t \acute{e} m sam \acute{e} m i spr \acute{e} żystość s \acute{a} nieskończenie małe, co zarazem wskazuje granice powietrza atmosferycznego. — Na t \acute{e} y zasadzie Laplace wyrachował, że w wysokości 52,986 metrów czyli 30,000 s \acute{a} żni, powietrze jest ju \acute{z} tak rzadkie, jakie tylko otrzymać możemy za pomocą najdokładniejszych maszyn pneumatycznych. Z reszt \acute{a} iaka jest istotnie wysokość atmosfery ziemskiej, niewiadomo i podług r $\acute{o$ żnych skutk \acute{o} w w rozmaity oznaczona byd \acute{z} może spos \acute{o} b, i tak je \acute{z} eli zwa \acute{z} ać b \acute{e} dziemy na samo ci \acute{e} nienie barometryczne, natenczas podług prawa Mariotta powietrze znajdujące się w wysokości 10 mil potrafi jeszcze utrzymać kolumnę merkuryusza wysok \acute{a} na $\frac{1}{3}$ cz \acute{e} ść linii, — je \acute{z} eli tak nazwane gwiazdy spadające, s \acute{a} zdarzeniami w atmosferze powstającymi, na tenczas wysokość kolumny powietrza wynosi do 30 mil, — gdy za \acute{s} za podobne zdarzenie meteor zorzy północnej uważać b \acute{e} dziemy, natenczas wysokość atmosfery do kilkuset mil dochodzi, (*)

Je \acute{z} eli za \acute{s} w naczynie zamknięte kilka r $\acute{o$ żnego gatunku ci \acute{a} ł lotnych w puszcamy, przez to nie odmienia się powy \acute{z} sza zasada, czyli bowiem się miesza \acute{a} , czyli nie, zawsze równa jest we wszystkich punktach spr \acute{e} żystość, chocia \acute{z} w og $\acute{o$ lności wi \acute{e} ksza, gdy przez przydanie innych ci \acute{a} ł lotnych g \acute{e} stość powi \acute{e} kszon \acute{a} zost \acute{a} ła.

(*) O granicach atmosfery, znajduie się wiadomo \acute{e} ść w Pi \acute{e} mi \acute{e} tniku Warszawskim z r. 1823 T. 6 K. 204.

§. 37. *O wymiarze gór Barometrem.*

249. Ciśnienie powietrza atmosferycznego, na powierzchnią kuli ziemskiej, podaje łatwy sposób mierzenia gór i wszelkich wysokości za pomocą Barometru, — w miejsce trudnych i wiele czasu wymagających sposobów, które w tym zamiarze Matematyka przedstawia.

Im wyżej wynosimy Barometr, tém bardziej w nim merkuryusz opada, z przyczyny że coraz mniejsza kolumna powietrza na niego ciśnie. Gdyby powietrze, tak iak ciała ciekłe było w całej swojej wysokości téj saméj gęstości, (*) natenczas mając wiadomy stosunek ciężkości gatunkowey powietrza i merkuryuszu, łatwo by oznaczyć można przypadającą wysokość miejsca na każde zmniejszenie się długości kolumny merkuryuru w Barometrze; — Lecz gdy powietrza gęstość zawisła od siły przyciskającej, i w stosunku tychże sił powiększa się lub zmniejsza, tém samém, warstw powietrza niższych iako od większey kolumny powietrza przyciskanych, gęstość będzie większa, aniżeli warstw wyższych, czyli że kolumna powietrza téj saméj długości niżej wzięta bardziej ciśnie, aniżeli kolumna wyżej wzięta.

(*) Przypuszczamy bowiem że ciała ciekłe wcale nie są ściśliwe, lubo w ostatnich czasach czynione doświadczenia, przez Kantona, Perkinsa i Oerstedta wskazują, że woda nie tylko jest ściśliwą; ale nadto że iey powiększanie się gęstości, jest w stosunku sił przyciskających, tak iż od ciśnienia, równego ciśnieniu kolumny powietrza atmosferycznego, objętość wody zmniejsza się o 0,000044.

250. Iak więc gęstości, tak i ciśnienia kolumn powietrza coraz są mniejsze, i formuią postęp ciągły geometryczny, o czém w następujący sposób przekonać się możemy: Podzielmy myślą atmosferę na warstwy poziome równéj grubości, lecz tak, ażeby każda w szczególności uważana, mogła bydz brana za warstwę téj saméj gęstości, takowych warstw gęstości podług prawa Mariotta formuią szereg ciągle geometryczny. Oznaczywszy bowiem przez C , ciężar powietrza cisnącego na powierzchnię kuli ziemskiéj, przez C' ciężar powietrza na nayniższą warstwę cisnącego, przez C'' na drugą warstwę i t. p. tém samém wagą nayniższéj warstwy będzie $C-C'$ drugiéj $C'-C''$ trzeciej $C''-C'''$ i t. p. Gdy zaś wiemy, że gęstości są w stosunku wag, oznaczywszy zatem tychże warstw gęstości przez g, g', g'' będzie tém samém $g:g'=C-C':C'-C''$. A że podług prawa Mariotta gęstości są w stosunku sił przyciskających będzie zatem $g:g'=C':C''$, porównywaiąc te dwie proporcye pomiędzy sobą, wypada $C-C':C'-C''=C':C''$, a że wiemy, że summa poprzedników ma się do summy następników, iak którykolwiek poprzednik do swojego następnika, ta sama zatem proporcya zamienia się na $C:C'=C':C''$, podobnież porównywaiąc drugą warstwę z trzecią wypada $C':C''=C'':C'''$, — czyli o potwierdza, że ciężkości kolumn powietrza na barometr działających, a tem samém i gęstości warstw, formuią szereg geometryczny; gdy tém czasém ich wysokości iako z założenia równe, formuią szereg postępu arytmetycznego,

251. Ze zaś, za pomocą ciśnienia chcemy dóżyć odpowiedniéy wysokości, tém samém wymiar gór Barometrem, wymaga tylko rozwiązania tego zagadnienia: żeby mając wiadome dwa wyrazy postępu geometrycznego, wynaleść odpowiednie im dwa wyrazy postępu arytmetycznego; czyli co na iedno wychodzi wynaleść odpowiednie logarytmy, których różnica wskaże szukaną wysokość; to jest uważa się iaka jest wysokość barometru na dole, i iaka na górze, tych dwóch liczb wynayduią się logarytmy, a te od siebie odciągnione wskażać mają właściwą wysokość miejsca danego.

252. Logarytmy zaś te powinny bydź właściwe temu postępowi geometrycznemu; wypadało zatem albo ułożyć odpowiednią zamiarowi tablicę logarytmów, lub też używając zwyczajnych, wynaleść taką liczbę za współczynnika, przez którą pomnożone zwyczajne logarytmy, wskazywałyby szukaną wartość. I tego właśnie drugiego sposobu użyto, w wymiarze gór za pomocą Barometru.— Dwa są główne współczynniki: podany przez Deluka to jest 10,000, wyprowadzony z porównania wymiarów trygonometrycznych z wymiarami barometrycznymi, tudzież 18,336 wyprowadzony przez Laplace ze stosunku, iaki zachodzi co do ciężkości gatunkowéy pomiędzy powietrzem suchem a merkuryuszem; pierwszy wskazuje żadaną wysokość w sążniach, a drugi w metrach, czyli miarach dziesiątych.

253. Do téy iednak ogólnéy roboty przydać ieszcze należy poprawki, iakie czyuic wypada

maiąc wzgląd na ciepłik, który nie tylko ma wpływ na gęstość różną powietrza, ale i na merkuryusz w rurce barometrycznej znajdujący się. Poprawki te Deluk przywodzi do temperatury średniej, Laplace zaś do temperatury stałej na 0° . (*)

§. 38. *O wznoszeniu się ciał w powietrzu.*

254. Ponieważ powietrze nie jednakowé jest gęstości w całej swojej wysokości, dla tego też ciała gatunkowo lżejsze w niższych warstwach, dopóty się tylko w powietrzu wznoszą, dopóki nie będą téj saméj ciężkości gatunkowéj, co i powietrze otaczające.

255. Wznosić się zaś mogą ciała w powietrzu, podwójnego gatunku, to jest: albo ciała gatunkowo lżejsze, albo też i takie, które są bardzo rozdrobione, do których należą dymy, obłoki, i owe naysubtelniejsze proszki iakie w kierunkach promieni słonecznych postrzegamy; te i tym podobne cząstki, równie iak i kropelki wody w obłokach zawieszone, lubo po części mogą być gatunkowo cięższe od powietrza, utrzymują się w nim, tak iak i drobne ciała stałe na cieczach, z przyczyny oporu iakiego doznają związkiem zachodzącym pomiędzy cząstkami powietrza.

256. Co się zaś tycze ciał gatunkowo lżejszych

(*) O ciężkomierzu ciepłomierzowym do mierzenia wysokości, znajduje się wiadomość, w Pamiętniku Naukowym z R. 1819 T. I. k. 158.

w powietrzu się wznoszących do tych głównie należą balony, za pomocą których istoty nawet daleko cięższe, iak *np.* ludzie, w powietrzu unosić się mogą, co ażeby do skutku przywiedzione bydź mogło, potrzeba żeby takowy balon z wszelkim przydanym ciężarem, mniej ważył, aniżeli powietrze, pod obiętością tegoż balonu. — Balony zaś głównie są podwónego gatunku albo takie, w których powietrze staie się lżeysze przez ogrzanie, albo też, które są wypełnione gazem wodorodnym, ze wszystkich ciał znaiomych najlżeyszym, a który w szczególności od powietrza atmosferycznego 13 razy iest lżeyszy.

257. Pierwszego gatunku balony przez Montgolfiera odkryte, robią się pospolicie z papieru, pod którym utrzymywany iest ogień, przez co rozrzedza się powietrze wewnątrz tego balonu będące, tak że cały balon, z ciężarami u tegoż zawieszonemi, mniej waży od powietrza pod tą obiętością wziętego.

258. Drugiego zaś gatunku balony robią się zazwyczaj z tafty gumowaney, i wypełniają się gazem wodorodnym, który się otrzymuie, nalewając na opiłki żelazne lub cynkowe, kwas siarczany wodą rozcieńczony. Wielkość balonu powinna bydź zastosowana do wielkości ciężaru iaki za pomocą balonu ma bydź wznoszony; — pod balonem znayduie się mała łódka w której stawa wznieść się w powietrze zainyślaiący. — Balon opatrzony iest klapą, którą będący w łódce w razie potrzeby otwierać może, to iest w tenczas gdy iest obawa, ażeby powietrze wewnątrz się znaydujące roz-

szerzając się coraz bardziej nie rozsądziło balonu, lub też gdy się chce na dół spuścić, upuszcza tego gazu, przez co balon zmniejszony co do objętości, staje się cięższym.

259. Lubo spuszczenie się na dół uskutecznia się także za pomocą, tak nazwanego (para-chute,) spadko-chronu przez Garnerin obmyślonego, który jest kształcie parasolu pod balonem umieszczony, i tak urządony; iż chcący się spuścić na dół, za pociągnięciem sznurka, razem i balon odłącza i ten spadko-chron rozkłada, a dla swojej znaczniejszej przestrzeni iaką w powietrzu zajmuie, ruch spadku ciała iednostaynie przyśpieszony zamienia na ruch iednostayny, a nawet i opóźniony, i tēm samem znajdujacego się w łódce od przypadku zabezpiecza.

260. Sztuka ta pływania nieiako po powietrzu za pomocą balonów, Aeronautyką w szczególności się nazywa. Takowe napowietrzne podróże nayliczniejsze odbył Blanchard, po nim Garnerin i Robertson. — Przedsięwzieta i uskuteczniiona była także takowa podróż przez Gay Lussaca i Biota, w zamiarze czynienia postrzeżeń i doswiadczeń fizycznych w wyższych atmosfery okolicach. Z resztą iakkolwiek urządzenie balonów w różny sposób jest udoskonalone, usiłowania iednak nadawania tymże dowolnego kierunku, dotąd bezskutecznemi pozostały.

ROZDZIAŁ SZOSTY.

AERODYNAMIKA

§. 39. *O przyczynach ruchu powietrza.*

261. Dopóty tylko ciało lotne w spoczynku pozostanie, dopóki wszystkie jego warstwy poziome co do gęstości formować będą postęp geometryczny, a w szczególności powietrza atmosferycznego wysokość wszędzie będzie iednostayna; — lecz gdy iaka przyczyna zmieni gęstość którejkolwiek warstwy, tém samém zrywa się równowaga, i ruch powietrza powstaie; które to zerwanie równowagi nie tylko może powstać w różnych miejscach, lecz i w tém samém miejscu w różnych wysokościach. Z tąd powstające ruchy powietrza wiatrami się nazywaią, i rozróżniaią się co do trwałości na stałe, peryodyczne, i niestałe, — co do okolic na północne, południowe, wschodnie i t. p. — co do prędkości, na mniej wiece mocne, tudzież co do swoich szczególnych własności, iak *np.* wiatr gorący w Arabii Samum nazywany i t. p. — Obszerniejsze o tych wszystkich wiatrach wiadomości w Meteorologii są wykładane.

262 Do nayogólniejszych przyczyn ruch w powietrzu sprawujących, należy zmiana temperatury, która zmienia tém samém nie tylko gęstość lecz i sprężystość powietrza; z kąd wytłómaczyć pomiędzy innemi możemy wiatr czuć się daiący, gdy się na kominku pali; z resztą w miarę iak się powietrze ogrzane w górę wznosi, tak zimne w miejsce tegoż na dół płynie, co łatwo postrzegać można

na płomieniu świecy w drzwiach izby ogrzanej trzymanej, której płomień w wyższej połowie zewnątrz, a w niższej wewnątrz jest nachylny, w samym zaś środku w kierunku pionowym pozostaje.

263. Płynienie powietrza powstaje także, gdy powietrze zostaje w komunikacji z miejscem czczem, lub w ogólności z miejscem, w którym się znajdzie powietrze mniejszej gęstości i sprężystości, — i im większa w tym względzie zachodzi różnica, z tem większą prędkością płynie powietrze. Tego gatunku ruch powietrza dęciem w szczególności nazywa się. — W wypływanii powietrza rurkami podobnież iak i w cieczach zachodzić musi, tak nazwana żyła ściśliwości, czyli że powietrze całym otworem nie wypływa, — dla tego kształt rurek przydanych powiększyć może ilość powietrza wypływającego, — co się da w wszelkiego gatunku miechach i mieszkacli zastosować.

264. Nareszcie wszelkie ciało stałe i ciekłe w ruchu zostające, udziela także ruchu powietrzu otaczającemu; dla tego to nad rzeką płynącą postrzegamy, że i powietrze jest w ruchu, — nawet ruch kuli ziemskiej, jest także przyczyną wiatru, szczególnież pod równikiem doświadczanego. — Na téj zasadzie uskutecznia się odświeżanie, i przeczyszczanie powietrza w miejscach zamkniętych, iak np. w szpitalach, więzieniach, kopalniach, i t. p. za pomocą różnego gatunku tak nazwanych młynków i przeciągów.

§. 40. *O działaniach powietrza poruszonego.*

265. Podwójne jest działanie powietrza w ruchu będącego, to jest albo uderzenie, gdy działa na ciała w spoczynku będące, albo opor, gdy działa na ciała także w ruchu będące. Wielkość skutku ztąd powstającego od tych samych zawiśła okoliczności, iakie widzieliśmy wyżej i w działaniach ciał ciekłych w ruchu zostających; — a różnica ztąd tylko pochodzi, że powietrze nie jest, tak iak płyny, we wszystkich swoich warstwach téy saméy gęstości; tudzież że dla swoiéy sprężystości może bydź zgęszczone lub rozrzedzone. W ogólności zatém, moc uderzenia zawiśła od gęstości i prędkości powietrza, tudzież od wielkości powierzchni ciała uderzonego; a opor zależy także od prędkości ciała poruszonego — Z tém wszystkim gdy prędkość ciała jest znaczna, opor powietrza jest większy, aniżeli by był w płynach niesprężystych z przyczyny, że powietrze na przódzie będące zgęszcza się, a w tyle tegoż ciała rozrzedza się, i pewnego czasu potrzebuie, nim wyrówna tegoż gęstości. — Bliższe oznaczenie i obrachowanie mocy uderzenia i wielkości oporu ciał lotnych, nader ważne i potrzebne jest w różli-cznych zastosowaniach tych ciał za środek poruszający, szczególniey zaś w żegludze, i w wiatrakach, w których wielkość, kształt i położenie żagli i skrzydeł ściśle swojemu zamiarowi odpowiadać powinny.

266. Tutay także należy wznoszenie się ciał w powietrzu gatunkowo cięższych, iak *np.* ptaków, nie

doperzów i t. p. za pomocą skrzydeł, lub rozpostartych błonek; w tych bowiem razach za pomocą tych skrzydeł zgęszcza się powietrze poniżej będące, tem samym opór czyni spadkowi, a następnie dozwala dalszemu wznoszeniu się. — Anatomia wskazuje, iak dalece skład i budowa tych narzędzi zwierzęcych, w każdym razie temu zamiarowi są odpowiednie.

Chcąc naśladować lot naturalny, Degen zegarmistrz w Wiedniu, zrobił sztuczne skrzydła; za pomocą których, a poczęści i za pomocą balonu wznosił się w górę, i swojemu lotowi pewny nadawał kierunek. Szkielet tych skrzydeł z trzciny jest zrobiony, a ich powierzchnią pokrywa 3,500 kłapek tak urządzonych, że się wszystkie za poruszeniem skrzydeł w górę odmykają, a za opuszczeniem tychże na dół, zamykają. Zrobione zaś są te klapki z gumowanego papieru. Całe skrzydła są 10' stóp długości a 9 stóp szerokości.

ROZDZIAŁ SIODMY.

AKUSTYKA

267. Akustyka pochodzi od wyrazu greckiego ακουω słyszę, i oznacza tę część Fizyki, która się w szczególności nad zdarzeniami dźwięku zastanawia.

§. 41. *Oruchu drgania w ogólności.*

268. Oprócz różnego gatunku ruchu w ciałach postrzeganego, a o których wyżej była mowa,

rozzróżniamy ieszcze ieden gatunek ruchu, *ruchem drgania* nazywany, ciałom sprężystym właściwy, w którym nie tylko całe ciało, ale i wszystkie w szczególności cząstki w ruchu zostają.

Ruch drgania ciała sprężystego iest zupełnie podobny do ruchu wahadeł, z tą tylko różnicą, że w ruchu wahadeł siłą ciągle działającą iest ciężkość, w ruchu zaś drgania sprężystość; dla której to własności, iak wiemy, ciała do swojego pierwotnego kształtu i położenia powracają; o czem przekonać się można w następujący sposob; umocowawszy iednym końcem pręt sprężysty *np.* stallowy, tak ażeby miał położenie *ab*, f. 45, i odwiódłszy go do położenia *ac*, gdy siła przestaje pręt w tém nowem położeniu utrzymywać, postrzegamy że nietylko wraca do pierwotnego położenia *ab*, ale nadto przechodzi do *ad*, i tak następnie, w ciągłym zostaje ruchu; tu bowiem gdy z położenia *ac*, wraca do *ab*, sprężystość ciągle działa, a tém samém ten pręt zostaje w ruchu iednostaynie przyspieszonym, nabytą prędkością z położenia *ab* usiłuje w przeciwną poruszać się stronę dla bezwładności, i zostawałby w ruchu iednostaynym, gdyby nie sprężystość w przeciwnym kierunku działająca, dla której zostaje w ruchu iednostaynie opóźnionym, a doszedłszy do położenia *ad* w którym prędkość nabyta zniszczoną została, dla sprężystości wraca do położenia *ab* i tak następnie, pręt ten raz poruszony w ciągłym pozostać by powinien ruchu; dla zachodzących iednak przeszkod te drgania coraz są krótsze, dopóki nareszcie nie dóydzie do swojego pierwotnego poło-

żenia *ab* i w spoczynku nie pozostanie. Takie same zdarzenie postrzegamy i na wyciągniętej stronie.

269. I dla tego to, w podobny sposób, iak w zegarach ściennych ruch wahadła służy do podziału czasu na równe części, tak w zegarkach kieszonkowych, ruch drgania sprężyny, temuż samemu odpowiada zamiarowi.

270. Ten ruch drgania ciał sprężystych może być potrójnego gatunku, to jest poprzeczny, podłużny i zwracający się, w którym to ostatnim cząstki zostają w ruchu drgania na około osi ciała.

271. Zresztą, albo wszystkie cząstki ciała są w ruchu drgania, albo też niektóre z tych cząstek w spoczynku zostają, i takowe stanowią tak nazwane *węzły drgania*, (*nodi vibrationis*); o czem naocznie przekonać się można posypując blaszkę lub pręt sprężysty piaskiem, lub też kładąc na stronie w różnych miejscach papierki, nadając bowiem tym ciałom ruch drgania, postrzegamy, że tak proszek iak i papierki w niektórych miejscach niewzruszone pozostają.

§. 42. O dźwięku w ogólności.

272. Ciało w ten czas tylko wyda dźwięk, gdy zachodzi ruch drgania; z czego wypływa, że tylko ciała sprężyste są dźwiękliwe, nadto ażeby dźwięk był słyszany, potrzebna jest pewna i oznaczona prędkość tego ruchu drgania; — gdy bowiem pewnej długości pręt lub stronę poruszymy, widzimy w prawdzie ruch lecz nie słyszymy

dzwięku, skracając pręt lub strone, drgania te są coraz prędsze, tak że następnie nie tylko ten ruch widzimy ale i pewny dzwięk słyszemy. — Łatwo się odwrotnie i o tem przekonać możemy, że gdy ciało dzwięk wydaie, natenczas iego cząski zostają w ruchu drgania; widzimy bowiem ten ruch na stronach w skrzypcach, czuiemy gdy się dotykamy dzwonu poruszonego, i okazać go możemy, posypując blaszki dzwięk wydaiące proszkiem, lub zawieszając małą kulkę obok ciała dzwięk wydaiącego, postrzeżemy bowiem w tedy, że ta kulka odskakiwać będzie. — Z resztą doświadczenie wskazuje, że ażeby dzwięk był słyszany, najmniej 32 poruszeń na jedną sekundę skutecznie się powinno.

Ciała niesprężyste dzwięku nie wydają, i rozchodzenie się tegoż tamują, dla tego to dzwony śniegiem, lub bębny krepą pokryte, przytłumiony dzwięk wydają.

273. Rozróżniamy właściwy dzwięk od szelestu i huku, który wtenczas powstaje gdy drgania albo za nadto są prędkie iak *np.* w wystrzale, albo niejednoczasowe, albo pomieszane różnego gatunku. — Trafia się nawet że znajdując się blisko orkiestry, niesłyszmy iak tylko szelest, a w pewney od teyże odległości właściwe dzwięki różnić się dają, z przyczyny że w pierwszym razie za nadto prędko po sobie następując, nie zostawiają niciało czasu do ich rozróżnienia.

274. Rozróżniamy także dzwięk, co do natężenia i co do wysokości. — Natężenie zawisło od wielkości, i ilości ciał dzwięklych, tudzież od

cichości, dla tego to dźwięk ten sam donośniej-
szym jest w noce, aniżeli we dnie. — Wysokość
zaś lub niskość dźwięku zależy, od liczby drgań
w tymże samym czasie, i w ogólności dźwięk ten
jest wyższy im liczba drgań jest większa, prze-
ciwnie tem niższy, im liczba drgań w tymże sa-
mym czasie jest mniejsza.

275. Dźwięki porównane pomiędzy sobą co do
wysokości lub niskości stanowią właściwe *tony*.—
Szereg tonów w pewnym oznaczonym czasie po
sobie następujących, *melodyą* się nazywa. — Sto-
sowna współbytność kilku tonów stanowi *Akkord*,—
a szereg akkordów *Harmonią*,

§. 43. O dźwięku stron.

276. Drgania stron mogą być poprzeczne lub
podłużne. — Poprzeczne drgania mogą być
wzbudzone, albo wyciąganiem iak w arfach, albo ude-
rzeniem iak w klawikortach, albo pociąganiem iak
w skrzypcach, albo nareszcie dęciem iak *np.* w tak na-
zwanym Aeloarfach, w których strony w podobny
sposób iak w zwyczajnych arfach wyciągnięte wy-
stawione są na działanie powietrza.

277. Że strona wyciągnięta albo w całości, al-
bo częściami w ruchu drgania pozostaje, przeko-
nać się można, stawiając podstawki w różnych
miejskach pod stronę, i pociągając smyczkiem
w jedną część, druga także lubo podstawką prze-
dzieloną, w ruchu drgania pozostaje, którey czę-
ści są równe stronie oddzieloney, co papierki na tych
miejskach kładzione wskazują; — A takowe stro-

ny do czynienia podobnych doświadczeń urządzenie, Monochordem w szczególności nazywa się.

278. Łatwo zaś za pomocą wyciągnięty strony przekonać się można, że liczba drgań w tymże samym czasie tém jest większa, im strona jest krótsza i cieńsza, tudzież im z większą mocą jest naciągnięta. — A że im liczba drgań jest większa, tém też i dźwięk jest wyższy, a przeciwnie będzie niższy; z tąd wypływa, że wysokość dźwięku iak doświadczenie uczy, jest w stosunku odwrotnym długości i grubości strony, a w stosunku prostym kwadratu z napięciem. — Narzędzie do okazania tego służące Sonometrem (Dźwiękomierzem) nazywa się (f. 46), w którym kilka stron różney grubości, tak jest umocowanych, ażeby tak ich długości, iak i moc wyprężenia dowolnie zmienianą być mogła.

279. Wzięwszy tak długą stronę, ażeby iey drgania mogły być policzone, gdy następnie teyże strony połowę poruszymy; zobaczymy iż dwa razy większa będzie liczba drgań w tymże samym czasie, dźwięku jednak słyszeć nie będziemy; tym sposobem postępując coraz daléj przekonujemy się, o tych trzech już wyżej przytoczonych prawdach, to jest: że tém większa jest liczba drgań im krótsza strona, że najmniej 32 drgań w jedney sekundzie odbyć się powinno, ażeby dźwięk był słyszany, nareszcie tém dźwięk jest wyższy im strona jest krótsza, czyli im liczba drgań jest większa; lecz i w tym względzie jest granica, gdy bowiem nadto wielka liczba jest drgań, iuz dźwięku ucho rozróżnić nie potrafi. — Obiaśnią nam te

prawdy, tak wielka różnorodność dźwięków za pomocą skrzypców otrzymywanych. — Podług tych zasad, wszelkie dźwięki i ich zmiany liczbami, lub długością strony oznaczyć możemy.

280. Wziąwszy jakiegokolwiek długości stronę która pewny dźwięk wydaie, połowę teyże strony wyda dźwięk oktawą nazwany. Oktawa zatem jest ten dźwięk, w którym liczba drgań w porównaniu z głównym, czyli pierwszym dźwiękiem jest dwa razy większa, dla tego też oktawa wyraża się liczbą 2.

Nazywa się ten dźwięk dla tego oktawą, ponieważ pomiędzy temi dwoma rozróżniają się sześć głównych dźwięków, nazwanych: Sekunda, Tercya, Kwarta, Kwinta, Sexta i Septyma; a takowy szereg dźwięków głównych stanowi skale diatoniczną najogólniey przyjętą. Zresztą każda oktawa może bydź uważana za pierwszy dźwięk względem następnych. — Oznaczają się zaś albo przez *C, D, E, F, G, A, H, c*, albo przez *ut, re, mi, fa, sol, la, si, ut*. Stosunek ich wyrażony w ułamkach jest $1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, 3, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2$, lub w liczbach całych 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48, czyli co na iedno wychodzi, że gdy na wydanie dźwięku *C* potrzeba drgań 24, w takim razie na wydanie dźwięku *D*, potrzeba będzie drgań 27, i t. p. — Długość zaś stron tym dźwiękom odpowiadająca będzie; $1, \frac{8}{9}, \frac{4}{5}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{1}{2}$. — Zresztą pomiędzy te główne dźwięki umieszczane także są, i inne półtonami nazwane, a przez *cis, fis, gis*, i t. p, oznaczone, przez co powstaie tak nazwana skala chromatyczna z 12 tonów składająca się, to jest z 7 całych tonów i 5 półtonów;

iakie urządzenie szczególnie na klawikortach postrzegamy.

281. W stronach oprócz poprzecznych mogą także powstać i podłużne drgania, które nieczem innem są, iak tylko zgęszczaniem i rozciąganiem się strony w podłuż; — co można otrzymać pocierając stronę palcami, lub też pociągając smyczkiem w kierunku ile możliwości do strony najbardziej nachylonym. — Tego gatunku drgania wydaia dźwięki, bardzo wysokie i nieprzyjemne. Na różność zaś dźwięków nie ma wpływu sposób umocowania lecz tylko długość strony; a chcąc nieco niższy ton otrzymać, potrzeba strony znaczney długości. Za przykład w podobny sposób otrzymywanego dźwięku, służyć może gatunek wabiku z włosia zrobionego.

§. 44. *O drganiu i dźwięku prętów sprężystych.*

282. W prętach można wzbudzić ruch drgania podłużny, poprzeczny, a nawet i zwracający się, co w ten czas otrzymany, gdy pocierając np. rurkę szklaną w podłuż, w tymże samym czasie ją obracamy. — Zresztą tak, iak i w stronach, mogą i po prętach powstać węzły drgania, o czem za pomocą posypanego piasku przekonać się możemy. — Wysokość dźwięków w prętach zawisła tylko od długości, w czem ta zachodzi różnica, że liczba drgań iest w stosunku odwrotnym kwadratu z długości, — dla tego też za pomocą prętów ieszcze łatwiej aniżeli za pomocą stron przekonać się można o tem, iaka ilość drgań naymniiej iest potrzebną, ażeby dźwięk mógł bydź słyszany.

283, Różność dźwięków w prętach powstaie także, z różnego tych umocowania, które może bydź sześciorakie, to jest: pręt może bydź, albo w jednym końcu szrubą ściśniony, albo w obydwóch końcach ściśniony, albo w jednym ściśniony a w drugim podparty, albo w obydwóch podparty, albo w jednym tylko podparty, albo nareszcie w środku podparty obydwia końce wolne mający. — W prętach skrzywionych węzły drgania są bardziej zbliżone. Do tego gatunku prętów należy tak nazwany Kamerton lub diapason (f. 47), którego używają szczególniej przy stroieniu fortepianów.

§. 45. *O drganiu i powstającym ztąd dźwięku błonek, blaszek, dzwonów i t. p.*

284. Błonki lub skóry wyciągnięte, jak np. w bębnach tudzież blaszki mogą nie tylko w całości, lecz i częściami bydź w ruchu drgania, przez co powstają węzły drgania, które w tych przypadkach nie punkta, lecz linie formują. — Linie te kształcą bardzo rozmaite figury, które można otrzymać posypując małą np. tafelkę szklaną miążkim piaskiem, i pociągając po brzegu smyczkiem dopóty, dopóki nie da się iaki dźwięk słyszeć. Rozmaitość tych figur zawisła od wielkości, kształtu i natury blaszki, tudzież od punktu w którym jest blaszka umocowana, i od punktu w którym się smyczkiem pociąga; za przykłady takowych rozmaitych kształtów służyć mogą (f. 47 - 50).

285. Naypierwsze i naylicznieysze w tej mierze doświadczenia czynił Chladni. Lubo w ogólno-

ności odmienne kształty figur odmienne także wydaia dźwięki, z tém wszystkim trafia się, że dwie różne tafelki chociaż też same figury przedstawiaia, nie tego samego iednak gatunku dźwięk wydaia. — W tym samym przedmiocie czyniać doświadczenia P. Wheatstone w Anglii, okazał że te linie węzłowe daleko są licznieysze aniżeli się w doświadczeniach Chladnego okazuia; gdy bowiem tafelki nie proszkim lecz cienką warstwą iakiego płynu pokryte zostaną, natenczas za wydobyciem dźwięku, cała powierzchnia nieiako gęstą sicią pokrywa się; — tak iż tym sposobem o drganiu nie tylko całego ciała, lecz i naydrobnieyszych tegoż ciała cząsteczek przekonać się można. Tenże sam autor okazał, że gdy wleimy w iakie naczynie trzy płyny nie mieszaiać się z sobą, iak np. merkuryusz, wodę i oliwę, i udzielimy temu naczyniu ruch drgania, postrzeżemy formuiać się odpowiednią dźwiękowi sieć na każdcy oddzielnie powierzchni cieczy, — co za razem wskazuje w iaki sposób nie tylko na blaszkach, lecz i na każdych innych ciałach dźwięk wydaiających, iak np. na dzwonach, podobne linie węzłowe powstaią

§. 46. *O drganiu instrumentów dętych.*

286. Powietrze iako ciało sprężyste może bydź w ruchu drgania, i bydź przyczyną dźwięku. Każde prawie poruszenie powietrza iest połączone z zgęszczeniem i rozrzedzeniem, a tem samem z pewnym stopniem ruchu drgania; nie każde iednak takowe drganie sprawia dźwięk, lecz potrzeba na to pewney znaczney prędkości cząstek poruszono-

nych. — I tak powietrzu nadaemy ruch drgania, wystrzałem, prędkim poruszeniem w powietrzu pręta lub bicia, tudzież gdy przez wąski otwór powietrze przechodzi, w każdym bowiem tym razie szelest lub jaki dźwięk słyszyny. — Ruch drgania powietrza jest przyczyną dźwięków tak różnych wszelkich instrumentów dętych, tudzież głosu tak ludzkiego, iak i zwierzęcego.

287. Nie każde iednak poruszenie powietrza w instrumentach dętych dźwięk wyda, iak *np.* dmuchaniem uskuteczniomy, gdyż tym sposobem powstaie w powietrzu ruch tylko zwyczajny, — gdy tym czasem chcąc ażeby powietrze dźwięk wydało, potrzeba iakimkolwiek sposobem powietrze tak poruszyć, ażeby było zmuszone do czynienia drgań pewney prędkości, udzielających się całej kolumnie powietrza, iak się to postrzegać daie i w ciałach stałych, w których nie każde poruszenie sprawia ruch drgania, i nie każdy ruch drgania sprawia dźwięk. — Ten ruch drgania zazwyczaj w potrójny sposób udziela się powietrzu, to jest: albo przechodząc pomiędzy dwiema blaszkami, które mogą nabydź ruchu drgania iak *np.* w klarynetach, fagotach i t. p, albo gdy się w samym przeysciu łamie o ostry brzeg iak *np.* w flotrowersie, piszczałce i t. p, albo nareszcie gdy różnym otworem warg nadaemy ruch drgania powietrzu iak *np.* w trąbach i waltorniach.

288. Że zaś w instrumentach dętych iedynie ruch drgania powietrza jest przyczyną dźwięku, to nas przekonać może: że instrumenta tego samego gatunku chociaź będą z różney materiyi zrobione,

iednakowe dźwięki wydaia, a nawet i w ten-
czas wydawać będą, gdy są zrobione z ciał nie-
sprężystych iak *np.* z ołowiu, lub gdy są takimi
ciałami otoczone.

289. Ruch drgania powietrza w podobny spo-
sob uskutecznia się iak ruch podłużny stron i
prętów, to iest: zgęszczaniem i różrzędzaniem się
cząstek powietrza. Z resztą albo cała kolumna
powietrza może bydź w ruchu drgania, albo po-
dzielona na części węzłami drgania, z kąd i ro-
znoitosc dźwięków powstaie.

Różność dźwięków w instrumentach dętych
zawisła tylko od długości kolumny powietrza w nim
zawartego, od stopnia sprężystości, i od sposobu
zadęcia. — Ogólną zaś zasadą dźwięków w instru-
mentach dętych iest: że wysokość dźwięku iest
w stosunku odwrotnym długości, tak iż zmie-
niając długość kolumny powietrza, tem samem
zmieniaią się i dźwięki. To zaś uskuteczniamy w po-
dwójny sposób: to iest, przedłużając lub skraca-
jąc instrument, tudzież otwierając lub zamykając
boczne dziurki. — Łatwo zaś doświadczeniem
przekonać się można, że rurka téy saméy długo-
ści, gdy iest z obydwóch końców otwarta, wydaie
dźwięk dwa razy wyższy, aniżeli rurka w jednym
końcu zawarta; — co zarazem wskazuje że w rur-
ce otwartéy, więcey się formnie węzłów drgania,
aniżeli w rurce zamkniętéy. To podae sposobność
otrzymywania pośrednich dźwięków, gdy drugi ko-
niec rurki, ani zupełnie będzie otwarty, ani całkowi-
cie zamknięty; i właśnie tym sposobem otrzymują się
rozmaite dźwięki w niektórych instrumentach dętych.

jak np. w trąbach, waltorniach i t. p. w których w kładaniem ręki przedłuża się lub skraca kolumna powietrza, tudzież otwor mnięj więcéj się zmienia. Ze zaś powietrze z równą mocą na wszystkie strony jest sprężyste, dla tego też dźwięku nie zmienia, czy rurka jest prosta lub też krzywa.

§. 47. *O głosie.*

290. Ruch drgania powietrza jest także przyczyną i tego gatunku dźwięku, który głosem w ogólności nazywamy. Takowy głos wydają oprócz człowieka, zwierzęta ssące, ptaki i płazy, te bowiem tylko zwierzęta opatrzone są w takowe organa, które ruch drgania w powietrzu sprawić, a tém samem i głos wydać mogą. Szelest zaś, jaki niektóre ryby lub owady wydają, nie jest właściwym głosem, lecz tylko skutkiem poruszenia skrzydeł tudzież ocierania członków o skorupę, lub o powierzchnią ciała. Organami głosu są, płuca, i kanał oddechowy (trachea) szczególnię tegoż wyższa część krtaniem (larynx) nazwana. *Kanał oddechowy* jest to ten kanał, którym powietrze wciągamy i oddychamy, złożony z obrączek, mogący się nie co przedłużać lub skracać; — *krtani* jest nieco szerszy od gardła i ruchomy, w tym znajdują się dwie półkoliste błonki, które się z sobą brzegami prostemi, a brzegami wypukłemi boków rurki dotykają; te oddalając się mnięj więcéj od siebie formują soczewkowaty albo raczēj troykątny otwór, *szparą głosową* (glottis) nazwany, błonki zaś nazywają się *węzadła głosowe* (ligamenta glottidis). Nadto krtan

opatrzonej jest jeszcze pokrywką nad otworem głosowym umieszczoną. Te są organa służące do wydobywania głosu, do rozmaitego zaś jego ukształtowania służą usta, wargi, język, i nos.

291. Wydobywanie głosu w następujący skuteczniejszy sposób. W czasie oddychania powietrze z płuc, przez kanał oddechowy i szparę głosową przechodzi do ust. Jeżeli w tym przebiegu szpara głosowa dostatecznie jest otwarta, powietrze wolno przechodząc nie sprawia żadnego dźwięku; lecz gdy przez zbliżenie chrząstek do której wężadła są przytwierdzone, szpara głosowa zmniejszona zostanie, natenczas ciśnieniem powietrza udziela się błonkom ruch drgania, który następnie powietrzu jest udzielony, a poruszone powietrze doznając podług woli mówiącego różnych przeszkód od języka, warg, zębów i t. p. jest przyczyną tak odmiennych głosów. — Im szpara głosowa jest węższa, tem w większej długości brzeżki z sobą się stykają, a gdy reszta nie zetknięta może tylko zostawać w ruchu drgania, tem samém powstaje dźwięk głosu wyższy. Z resztą iak kanał oddechowy służy tylko do przeprowadzenia powietrza, tak z drugiey strony szpary głosowey znajdujący się część kanału równie iak iama ust i nosa, nie tak służy do odmiany wysokości tonu, iako raczey do tworzenia głosu łamanego czyli liter, które podług części iamy ust i nosa użytych, dzielą się na wargowe, nosowe i t. p.

292. Tutaj także należą głosy wydawane przez tak nazwanych brzuchomówców; o których błędne jest zdanie iakoby przez brzuch mówili, gdy

tym czasem te przypadki, są tylko skutkiem szczególniejszemy wprawy w odmienianiu i udawaniu różnych głosów.

§. 48. *O rozchodzeniu się dźwięku.*

293. Nie tylko te ciała wydawać mogą dźwięk, w których jest wydobyty, lecz i te, którym od innych jest udzielony. Ten udział ruchu drgania, przez ciała dźwięk wydające, w następujący sposób wyobrazić sobie możemy. Cząstki ciała dźwiękliwego będąc w ruchu w pewnym kierunku, uderzają o cząstki w tymże samym kierunku będące innego ciała, którego się dotykają; cząstki te ściśnione następnie się rozszerzają, a cisnąc na dalsze cząstki, których się dotykają, tenże sam skutek sprawiają, i tym sposobem ciała otaczające dźwięk wydają, mając sobie od pierwszego udzielony; który to ruch podobny jest do ruchu płynu poruszonego, formującego fale na wszystkie strony rozchodzące się.

294. Udzielenie dźwięku jest także przyczyną *oddźwiękliwości* (resonantia) jaką szczególniej w instrumentach postrzegamy, tak że gdy w jednym dźwięk wydobywamy, inny w pewnej nawet odległości znajdujący się, podobny dźwięk wydaie. —

To udzielenie dźwięku jednych ciał drugim, tem samem tłumaczy nam wszelkie dźwięku rozchodzenie się. Rozróżnić zatem możemy ciało dźwiękliwe od środka dźwięku; przez *środek* rozumieamy to ciało, przez które dźwięk wydobyty rozchodzi się do innych ciał. A takim środkiem dźwięku mogą być ciała stałe, ciekłe i powietrze.

295. Powietrze jest najogólniejszym środkiem, za pomocą którego wszelkich wrażeń dźwięku nabywamy: łatwo o tem przekonać się możemy za pomocą maszyny pneumatycznej; gdy bowiem pod dzwonem umieścimy zegarek białcy, natenczas po rozrzedzeniu powietrza będziemy w prawdzie widzieć uderzenie młotków o dzwonek, lecz dźwięku słyszeć nie będziemy. Dla tego to na wysokich górach dźwięk jest coraz słabszy, tak iż wystrzał pistoletu nie większy szelest wydaie, jak uderzenie bicia w powietrzu. Przeciwnie im powietrze jest gęściejsze tem też i natężenie dźwięku jest większe, czego szczególniey w dzwonie nurków doświadczają.

296. W powietrzu rozchodzi się dźwięk dookoła, którego natężenie jest w stosunku odwrotnym kwadratu odległości. Na natężenie jednak dźwięku oprócz odległości ma wpływ, wielkość ciała dźwięk wydającego, gęstość powietrza i i. p. — Dla tego też i odległości do której dochodzi, ściśle oznaczyć nie można, zwłaszcza gdy ta kierunkiem wiatru powiększoną lub zmniejszoną być może. Zwyczajny głos ludzki pospolicie odległości 70 stop dochodzi.

297. Rozchodzenie się dźwięku skutecznia się biegiem iednostaynym, prędkością po 1,027 stop paryskich na iedną sekunde, — czego w następujący sposób doświadczono: w iednem miejscu strzelono z armaty, w innem na zegarku sekundowym uważano ten przeciąg czasu, jaki zachodzi pomiędzy widzeniem płomienia, a słyszeniem huku; i odległość tych dwóch miejsc przez to

różnicę czasu dzielono, a tym sposobem otrzymywano, wiele na każdą sekundę przypada. — Że zaś rozchodzi się biegiem jednostaynym, podobne doświadczenie to potwierdza; w dwa razy bowiem lub trzy razy większey odległości, tém samym dwa lub trzy razy więcéy czasu upływa pomiędzy widzeniem płomienia, a słyszeniem huk. Pogoda lub śfota nie zmienia téy prędkości, lecz tylko wiatr podług tego iak w te samę lub w przeciwną stronę wieie, przyspieszyć lub opóźnić dźwięk może. Dla tego za pomocą wiadoméy prędkości dźwięku, można mierzyć głębokości iakiego miejsca, lub też iak daleko *np.* piorun uderzył.

298. Dźwięk rozchodzi się także i przez ciała ciekłe, o czem przekonać się można, gdy dzwon w wodzie poruszany zewnątrz iest słyszany, lub też gdy zanurzywszy się w wodzie, rozróżniamy dźwięki zewnętrzne. Ze w obydwóch tych razach środkiem dźwięku iest woda, a nie powietrze w téy wodzie znajdujące się, przekonano się, powtarzając powyższe doświadczenia z wodą destylowaną, a tém samym z wodą naytroskliwiey od powietrza oczyszczoną.

299. Nareszcie i ciała stałe a szczególniey drzewo, szkło i metale są bardzo dobrymi środkami rozchodzenia się dźwięku; o czem łatwo przekonać się możemy, naymnieysze bowiem uderzenie w iednym końcu belki zrobione, w drugim końcu teyże belki słyszane będzie. Dla tego to przykładając ucho do ziemi, w znaczney odległości wystrzały lub ruch iazdy słyszane bydź mogą. Dla tey

że saméy przyczyny zatykaiąc uszy różne dźwięki jednak słyszeć możemy, gdy *np.* pomiędzy ciałami dźwięk wydaiącemi a zębami damy iaką komunikacyą, tym nawet sposobem głusi o dźwiękach nabydź mogą wyobrażenie. Rozchodzenie się dźwięków przez ciała stałe z daleko większą uskutecznia się prędkością aniżeli przez powietrze, przytknąwszy bowiem ucho do iakiego pręta metalowego, wystrzał w drugim końcu uskuteczniłny dwa razy słyszemy, raz przechodzący przez pręt, a drugi raz przez powietrze, który daleko iest późniejszy. Tym sposobem przekonano się że przez pręt żelazny 10 razy prędzéy dźwięk przechodzi aniżeli przez powietrze. — Zdatność iednak ciał stałych co do przeprowadzania dźwięku nie iest we wszystkich ciałach równa, i różni się podług różnego układu cząstek, tudzież podług różnego stopnia sprężystości, i tak *np.* drzewo wzdłuż swoich włókien z daleko większą łatwością dźwięk przepuszcza, aniżeli w poprzek.

§. 49. *O odbiciu się dźwięku.*

300. Dźwięk rozchodząc się na wszystkie strony, gdy trafia na przeszkody, odbiia się od tychże, a to podług tych samych zasad, podług których odbiiaią się ciała sprężyste od powierzchni nieruchoméy. I tu więc kąt odbicia iest równy kątowi wpadania, zresztą prędkość i natężenie dźwięku odbitego są te same, iakieby były dźwięku wprost idącego. Należy iednak rozróżnić odbicie się dźwięku od odbicia się poruszonego powietrza. W odbiciu się bowiem dźwięku ostatnia tylko warstwa powietrza dotykaiąca się przeszkody

dy, odbiia się, albo raczćy od przeszkody zgęszczona w przeciwną rozszerza się stronę.

301. Odbicie się dźwięku obiaśnia nam użycie narzędzi do wzmocnienia głosu używanych, wskazuje naydogodniejszy kształt sali na teatru i muzyki, tudzież tłumaczy kształcenie się echa.

Narzędzia tutaj należące są tak nazwana tuba, którćy używają chcąc ażeby głos daleko dochodził, tudzież trąbka iakićy używają osłabionego słucha; wpierszym razie promienie dźwięku nie rozchodząc się na wszystkie strony, lecz pozostając zgęszczone dopóty, dopóki wtakowey trąbie pozostają, tem samem większe mają natężenie przy wyściu, aniżeli w tym samym miejscu miały bez teyże trąby, nadto powiększa się to natężenie i dla tego, że powietrze tam znajdujące się z większą mocą jest popychane. W użyciu zaś trąbki promienie głosu mówiącego odbiiając się o boki tegoż narzędzia w większey ilości zgromadzone wchodzą do ucha.

302. Co się tycze budowy sklepień i sal, kształt eliptyczny mając te własność, że głos wychodzący z iednego punktu po odbiciu się od ściany, zbiera się także w iednym punkcie, jest tem samym nayniedogodniejszy na teatru lub sale koncertowe. Tego kształtu sale mają w sobie tę osobliwość, że gdy w iednym miejscu kto mówi chociaż cicho, inna osoba z przeciwney strony będąca mówiącego słyszy; gdy tym czasem otaczające osoby żadnego głosu nie rozróżniają. Naystosowniejszy kształt dla rozchodzenia się wszelkiego dźwięku jest tak nazwany paraboliczny.

Z resztą doświadczenie uczy, iak dalece głos staje się niezrozumiałym, gdy jest pomieszany z głosem w różny sposób odbitym, które to pomieszanie głosu w prost idącego z głosem odbitym, oddźwiękliwością się nazywa.

303. Głos odbity oddzielnie słyszany od głosu wprost idącego stanowi *echo*, z czego wypływa, iż iak każde echo jest dźwiękiem odbitym, tak nie każdy dźwięk odbity kształci echo, lecz ten tylko, który nie jest pomieszany z głosem w prost idącym. Ażeby więc echo było słyszane, potrzeba żeby przeszkoda od której się głos odbija w pewnej znajdowała się odległości, to jest przynajmniej na 50 stóp. Wiemy bowiem że w przeciągu jednej sekundy więcej nad 10 sylab wyraźnie słyszeć nie możemy, każda więc sylaba potrzebuje $\frac{1}{10}$ części sekundy, a tém samym ażeby odbity głos mógł być rozróżniony od głosu wprost idącego, ten przeciąg czasu pomiędzy temiż upływając powinien. A że głos przebiega przez całą sekundę przeszło 1,000 stóp, w $\frac{1}{10}$ części sekundy przebieży 100 stóp, czyli odległość przeszkody od mówiącego na 50 stóp być przynajmniej powinna, ten bowiem przeciąg czasu upłynięcia głosu od mówiącego do przeszkody a od przeszkody nazad do mówiącego wróci. Za przeszkody zaś do odbicia głosu, nie tylko służyc mogą powierzchnie równe i twarde, lecz i wszelkie inne przedmioty w pewnej odległości znajdujące się, iak np: lasy, pojedyncze drzewa, a nawet i samo powietrze.

304. Z tej ogólnej zasady łatwo sobie wytko-

maczyć można wszystkie szczególne zdarzenia. I tak, w izbie lub sali pustey echo słyszeć się daje, gdy tym czasem w temże samem miejscu gdy się różne sprzęty znajdują, echa nie rozróżniamy; z przyczyny, że te przedmioty stanowią przeszkody bliższe, tem samem głos odbity miesza się z głosem wprost idącym, a tak nie echo lecz tylko pewną oddźwiękliwość sprawia. Ze z wymówionych słów ostatnie za zwyczaj sylłaby przez echo są słyszane, łatwo sobie wytłomaczyć możemy, gdy na to pomniemy, że pierwsze sylłaby głosu odbitego mieszaia się z głosem wprost idącym, i że ostatnie tylko oddzielnie przychodzą. Nareszcie, dla czego iedne echa odbiiaia iedną ostatnią sylłabę, inne dwie, trzy, i t. p. tak iż są w których do kilkunastu sylłab echo powtarza, czyli dla czego iedne są iednosylłabowe inne kilkasylłabowe, przyczyną tego iest, większa lub mnieysza odległość przeszkod; tak iak rozmaitość przeszkod iest przyczyną iednorazowego lub kilkarazowego echo; są bowiem takie miejsca w których echo kilkanaście razy się powtarza, co szczególniey się przytrafia, pomiędzy przeszkodami równoodległemi.

§. 50. *O Uchu.*

305. Całe urządzenie organu za pomocą którego nabywamy wyobrażenia wszelkiego gatunku dźwięku, do tego zmierza, ażeby albo ruch drgania następnie udzielać, albo promienie dźwięku zgęszczać; składa się dla tego z części sprężystych iakimi są małe kostki, chrząstki i wyciągnięte błonki, tudzież ich kształt iest różnie wydrążony, w których wydrążeniach łamiąc się i odbiiając

promienie dźwięku, następnie razem się łączą. Główne zaś części są: ucho zewnętrzne, całe chrząstkowate w których pięć wypukłości i trzy wklęsłości postrzegać się dają; ucho zewnętrzne łączy się z uchem wewnętrznym za pomocą kanału, na końcu którego znajduje się wyprężona błonka bębenkiem nazwana: za tą błonką jest przestrzeń zwana iąmą słuchową; za którą jest labirynt, to jest, zbiór jamek różnie ukształconych w najtwardszej kości ciała ludzkiego wydrążonych, w którym rozpostarty jest nerw akustyczny z muzgiem związek mający. Bębenek z labiryntem łączy się za pomocą czterech małych kosteczek znanych pod nazwiskiem młotka, kowadełka, strzemionka i kostki kulistej; które iednak nie służą do udzielenia ruchu lecz z sobą połączone stanowią szereg zgięty iednym końcem oparty o błonę bębenkową, a drugim o błonkę otworu owalnego labiryntu. Będąc więc szereg ten kosteczek za pomocą muskułu sprostowany, może obie błony wyprężyć, a zostawszy innemi muskułami zgięty, zwalnia te błony, i tym sposobem różne przeprowadza drzenie, podobnie iak dusza w skrzypcach.

CZEŚĆ DRUGA.

306. Dla łatwiejszego wyłómaczenia rozlicznych zdarzeń ciepła, światła, elektryczności i magnetyzmu, przypuszczono szczególne płyny subtelne, sprężyste, z największą łatwością prawie wszystkie ciała przenikające ciałami *nieważkiemi*, lub też dla tego, że się zważyć nie dadzą *nieważkiemi*, nazwane. Gdy zaś wszelkich ciał, nayistotniejszymi własnościami są nieprzenikliwość i ciężkość, ztąd wypływa iak dalece te istoty różnią się od tychże ciał, zwłaszcza gdy ich bytność nic więcej nie zdaie się wskazywać, iak tylko te różne ruchy, iakie w tego gatunku zdarzeniach postrzegać się daią. I tak doświadczenie uczy, że światło i ciepło z ogniska z którego wypływaią, w naydalsze rozchodzą się odległości, że przechodzą przez ciała, łamiąc się w niektórych, tak iak ciał stałe, przechodząc przez ciała ciekłe lub lotne; że się odbiiaią od powierzchni pod kątem odbicia równym kątowi wpadania, zupełnie w ten sam sposób, iak i ciała stałe sprężyste. Podobnież naypierwsze doświadczenia elektryczności i magnetyzmu, wykazuią także pewny ruch, i zebranie siły, w tém lub owém mieyscu, co zdaie się potwierdzać bytność ciała, chociaż go ani widzieć, ani dotknąć się nie można. Przydać do tego należy, to ważne zdarzenie doświadczeniem ztwierdzone, które nam wykazuje, że ruchy tego gatunku są niezawisłe od wszelkich ciał znaiomych.

I tak iakkolwiek ciała lotne będąc przyczyną rozchodzenia się dźwięku, zdają się nam nastęrczać podobieństwo służące do wyttómaczenia zdarzeń tych ciał nieuiętych, w żaden iednak sposób nie mogą być uważane za środek, za pomocą którego nskutecznią się te zdarzenia, gdy również w miejscu powietrzem wypełnionem iak i czczem te płyny rozchodzą się. Te więc i tym podobne, poniżej wyłożyć się mające okoliczności, wskazują potrzebę przypuszczenia iednego lub kilka gatunków płynów subtelných, znacznie różnych od ciał bezpośrednio na zmysły nasze działających (1). Po przypuszczeniu tego gatunku iestestw, nie w iednakowy sposób zdarzenia ztąd powstające są ttómaczone, i dla tego wypada poprzednio nieco wspomnieć o tych dwóch główných przypuszczeniach (hipotezach), które w tym zamiarze spolicie są używane.

307. Podług pierwszėy hipotezy przypuszczają się szczególnėy natury ciała płynne naysubtelniejszye, po całej przestrzeni świata i we wszystkich ciałach rozlane, dopóty swoiėy bytności nie okazujące, dopóki są w spoczynku, lecz które w różny sposób poruszone, różnych także zdarzeń stają się przyczyną. Jak bowiem ten ruch albo być może tylko ruchem przenośnym, w skutek prostego zerwania równowagi, albo też ruchem

(1) Obacz pomiędzy innemi w tym przedmiocie, rosprawę: O naturze i gatunkach sil odmiany fizyczne sprawujących, przez R. Markiewicza, umieszczoną w Rocznikach Towarzystwa Naukowego Krakowskiego T. 6. K. 74.»

drżania, tak też i pochodzące ztąd skutki różnego mogą być gatunku. Z resztą te zdarzenia mogą w ten sposób być tłumaczone, przypuszczając albo jeden płyn w różny sposób poruszony, albo kilka szczególnych płynów w téj przestrzeni rozlanych, które poruszone różnego gatunku skutków są przyczyną. To przypuszczenie nazywa się dynamicznem lub Kartesjanskim od autora Descartes, którego sposobu tłumaczenia szczególnie używają uczeni Niemieccy, i niektórzy francuscy iak Arago, Fresnel.

308. W drugiej zaś hipotezie, nietylko, przypuszcza się kilka szczególnych płynów, ale nadto te płyny obdarzone są własnościami takie skutki sprawiuceni, iakie podług poprzedzaiący hipotezy ich tylko poruszeniom są przypisywane; a zatém że te płyny są przez się świecące, ogrzewaiące i t. p. i że nie poruszeniem podobném do fal dzwiękowych, ale wypływem szczególnych cząstek z pewnego miejsca iako źródła, działaią. Ze więc tutaj przypuszcza się, iak gdyby szczególnego gatunku cząstki materyi wypływały, na inne ciała uderzały, odbiiały się i t. p., dla tego też hipotezą atomistów iest nazwana, której Newton za autora iest uważany.

309. Tak iednym iak i drugim sposobem z równą prawie łatwością, po naywiększey części tego gatunku zdarzenia można wytłómaczyć. Gdy więc dla łatwiejszego rzeczy wystawienia zwłascza poczynaiącym, przypuszczamy szczególne płyny, cieplika, elektryczności, światła i magnetyzmu; uważać ie tylko należy, iako dogodny śro-

dek obięcia i wytłómaczenia wszystkich tego gatunku zdarzeń, nie zaś iak gdyby ich bytność niezaprzeczoną była, lub iak gdybyśmy bez ich przypuszczenia zdarzeń tych obięć nie potrafili. — Tym zaś mnięć powinniśmy się do jednostronnego rzeczy uważania przyzwyczaić, im bardzięć dalsze tych wypadków zgłębianie okazuje równie różność, iak i wielkie tychże podobieństwo i styczność.

ROZDZIAŁ PIERWSZY.

O C I E P L E

§. 51. *O cieple w ogólności.*

310. Wyraz Ciepło, w potrójnym zwykliemy brać znaczeniu, to jest: albo oznacza pewne i każdemu znanome uczucie, — albo oznacza stan ciała, mogących w nas to uczucie wzbudzić, i pod tym względem są ciała ciepłe lub zimne, — albo nareszcie bierze się za przyczynę tego uczucia, i tego stanu ciała, a w tedy inacząć *Cieplikiem* się nazywa.

311. Cieplik zatęć w ogólności oznaczać nam będzie przyczynę wszystkich zdarzeń ciepła, tak że gdy go sobie wyobrażamy za pływ subtelny, ten wchodząć w nas robi uczucie ciepła, a wychodząć z nas robi uczucie zimna. — Które z resztą uczucie ciepła bardzo jest względne, zależąće od układu naszego ciała, stanu zdrowia, przyzwyczajenia, a nawet i od stopnia poprzedzającego uczucia; to samo bowiem miejsce dla iednęć osoby ciepłem a dla drugięć zimnem wydawać się będzie, podług tego iak iedna z zi-

mniejszego, a druga z cieplejszego przybywa miejsca.

312. Działanie i nieiako bytność ciepłika okazuje się w skutkach; iakiemi są: wzbudzenie pewnego uczucia ciepła i zimna, powiększenie i zmniejszenie objętości, tudzież zmiana stanu skupienia ciał, a w szczególności ich topienie i utnienie. — Nim się zaś obszerniej nad samem skutkami zastanowimy, wypada nam poprzednio wyłożyć sposoby wzbudzenia i mierzenia, tudzież rozchodzenia się ciepła z ciał iednych do drugich.

§. 52. *O wzbudzeniu ciepła.*

313. Naygłówniejszem źródłem ciepłika jest słońce, którego promienie za pomocą szkieł palących lub zwierciadeł wklęsłych zgęszczając możemy naywyższy stopień ciepła otrzymać; 2^{re} chemiczne działania ciał iednych na drugie, iak to *np.* postrzegamy w czasie gaszenia wapna; lubo i wszelkie palenie ciał, nie czém inném iest, iak tylko chemiczném działaniem, w czasie którego iedne ciała się rozkładają, a inne ztąd powstają, na tym sposobie zasadza się użycie tak nazwanego krzesiwka chemicznego. — 3^{ie} Tarcie, uderzenie i prędkie ciał zciśnienie lub zgęszczenie. Nareszcie 4^{te} udział ciepła, iakiego doświadczamy, gdy się ciała zimniejsze z cieplejszemi stykają.

314. Iak dalece samo tarcie iest w stanie ogrzać ciała, wiadomą iest rzeczą, i tak wiadomo że tym sposobem drzewo może się nie tylko rozgrzać ale nawet zapalić, którego to sposobu dzikie ludy,

używają dla wzniesienia ognia trąc z największą prędkością suche kawałki drzewa pomiędzy sobą, do czego szczególniey letkich gatunków używają. Podobnież ocierany z prędkością sznur o kawałek drzewa, zapalić się może. Znaczne rozgrzanie postrzega się w czasie piłowania, wiercenia, szlifowania i toczenia, a nawet od samego toczenia wypalają się na drzewie czarne kolka. Osie koł gdy nie są dostatecznie nasmarowane zapalają się; równie koła młyńskie gdy się próżno obracają pożaru stać się mogą przyczyną, dla tego znajduią się w młynach dzwonki, które znak dają, iak tylko zboże wsypane wymielone zostało. Co się tyczy uderzenia, żelazo *np.* przez samo młotem hicie może bydź do czerwoności rozgrzane. — Zwyczajne nawet krzeszenie ognia do tego gatunku wzbudzenia ciepła należy. Powstaiące ztąd iskry, nie czém innym są, tylko małemi cząstkami stali, które przez mocne uderzenie do czerwoności ogrzane i oderwane zostały; tak iż są w stanie łatwo palące się ciała iak *np.* hubkę i pruchno zapalić. Gdy bowiem te iskry na papierze zbierzemy, za pomocą szkła powiększającego dostrzeżemy różnego kształtu ztopione kawałeczki stali. Przez zgęszczenie znacznie ogrzewaią się ciała szczególniey lotne, czego bezpośrednio zastosowanie mamy w tak nazwanem krzesiwku pneumatycznym, składaiącym się z rurki metalowej, albo też i szklaney, w iednym końcu zamkniętey, i ze stempla szczelnie wrurkę wchodzącego; w tem przez nagłe stemplem przyciśnienie powietrza, tak wielkie powstaie ciepło, że nawet się

płomień okazuje, i inne ciała iak np. hubkę, zapala.

315. Stan powietrza i wszelkich innych ciał, pod względem ciepła uważany ich *temperaturą* w szczególności nazywa się, gdy więc mówimy że temperatura powietrza jest większa lub mniejsza, tem samem rozumie się, że powietrze jest cieplejsze lub zimniejsze.

§. 53. *O mierzeniu ciepła.*

316. Samo uczucie jest niedostateczne, ażeby za pomocą tegoż, można porównać temperaturę powietrza lub iakiego ciała, z temperaturą innych ciał otaczających, a tem mniej ażeby można oznaczyć w jakim stosunku ciepła przybywa lub ubywa. — Obmyślono zatem sposoby służące do porównania i mierzenia stanu temperatury, w ogólności Termometrami (ciepłomierz) nazwane, które iednak właściwie nie ilość, lecz tylko stopień natężenia ciepła wskazują. Narzędzie to nie tylko jest niezbędne Fizykowi we wszystkich dochodzeniach zdarzeń cieplika, ale jest także koniecznie potrzebnem, we wszystkich robotach chemicznych, a tem samem w wszelkich zastosowaniach technicznych i lekarskich. Podobnież i Astronom bez pomocy tego narzędzia nie obejdzie się w czynieniu wielorakich dokładnych postrzeżeń, ażeby był w stanie ocenić wpływ ciepła tak na powietrze, iak i na te narzędzia, któremi czyni postrzeżenia.

317. Ogólną zasadą wszelkich narzędzi do mierzenia ciepła przeznaczonych, jest ten pospolity skutek ciepła iaki postrzegamy, że gdy się ogrze-

waią ciała powiększają swoją objętość, a przeciwnie, że za zmniejszeniem się ciepła zmniejsza się także ich objętość. O czem łatwo przekonać się możemy, kulka bowiem *np.* metalowa przechodząca przez iaką obrączkę, po ogrzaniu nie przejdzie; mała ilość powietrza w pęcherzu zaięta po ogrzaniu cały pęcherz wypręży; niemniej biorąc iakięć cieczy w flaszecce z wąską szyką, gdy tę ogrzeiemy, wznoszenie się ciecy w szyce, a tem samem powiększenie się objętości dostrzeżemy.

318. Z czego wypływa że wszystkie ciała tak stałe, ciekłe iak i lotne mogą służyć za narzędzie do mierzenia ciepła. Narzędzia te są potrójnego gatunku, to iest: Termometra, Termoskopy i Pyrometra. *Termometra* oznaczają zwyczajne zmiany temperatury, — *Termoskopy* wskazują naydelikatniejsze i naydrobniejsze zmiany ciepła. — *Pyrometra* zaś mierzą wysokie stopnie gorąca.

319. W Termometrach zazwyczaj ciała ciekłe są używane do tego zamiaru, ażeby powiększeniem lub zmniejszeniem swojej objętości, przybycie lub ubycie ciepła wskazywały; — a to z przyczyny, że od tego samego ciepła ciała stałe bardzo mało, ciała lotne znacznie, ciała zaś ciekłe w pośrednię mierze powiększają się. — Z resztą oprócz tych są także chociaż mniej używane, termometra powietrzne i metalowe, o których poniżej mówić będziemy.

320. W zwyczajnych termometrach ciekłych mamy na te cztery zważać okoliczności, to iest:

na ciecz użytą, na rurkę, na punkta stałe, i na podziałkę.

321. *Cieczę* w Termometrach używaną jest merkuryusz lub spirytus czerwono zafarbowany. Naystosowniejszą iednak do tego zamiaru jest merkuryusz a to z następujących przyczyn: 1od że powiększania się i zmniejszania objętości merkuryusza, są w stosunku przybycia i ubycia ciepła, czyli że od téy saméy ilości ciepła, o iednakową się część powiększaczy to w wyższych, czy w niższych temperaturach; 2re że od powietrza da się atwiey oczyścić aniżeli inne ciecze; 3cie że znacznego potrzeba stopnia gorąca ażeby się ulotnił, równie iak i bardzo znacznego zimna ażeby zamarzał, 4te że z prędkością wszelkie zmiany temperatury wskazuje.

Używa się także i spirytus, lecz szczególniey w tych razach gdy doświadczamy znacznego stopnia zimna, spirytus bowiem iakkolwiek prędzey od wody, a tém bardziey od merkuryusza ulatnia się, daleko iednak w niższej temperaturze w stanie ciekłym pozostaie. — Newton zaś na istotę termometryczną używał oleiu lnianego.

322. *Rurka* na termometr wzięta powinna bydź małej średnicy, i w całej swoiéy długości zupełnie równéy, inaczey bowiem równe powiększenie się cieczy nie równeby części długości zajmowały. — Równość zaś średnicy dochodzi się tak nazwanem kalibrowaniem, sposobem podanym przez Gay Lussaca, które na tem zawisło, że w takową rurkę wpuszcza się mała ilość merkuryusza, i ta następnie przesuwa się po całej rurce, a długość

iąką w każdym miejscu zajmuie mierzy się za pomocą cerkła, jeżeli takowe długości są pomiędzy sobą równe, tem samem wskazują równość średnicy rurki.

323. Maiąc takową rurkę, i merkuryusz od części obcych oczyszczony, — najprzód nakońcu rurki robi się bańka okrągła lub podługowata, rozpalwszy ten koniec do czerwoności, i wydymając ustami, lub też dla uniknienia wewnątrz wilgoci, za pomocą pęcherzyka z gumilastyki. — Następnie wypełnia się cieczą. Co się skutecznia ogrzewając bańkę, i koniec otwarty rurki zanurzając w cieczy, tym bowiem sposobem powietrze ogrzane powiększając swoją objętość wydobywa się z rurki, a za oziębieniem w miejsce ubyłego powietrza, wchodzi ciecz popychana ciśnieniem powietrza zewnętrznego; tak następnie postępując wypełnia się cieczą cała bańka i część rurki. Podobnym sposobem napełniają się cieczą flaszeczki szczupły otwor mające. Żeby zaś pozostałe powietrze z rurki wypędzić, ogrzewa się ta ciecz dopóki całej rurki parą swoją nie wypełni, i otwarty koniec zalutnie się, co się także hermetycznem zamknięciem nazywa.

324. Wzamiarze *oznaczenia punktów stałych*, tak przygotowana bańka z rurką wkłada się najprzód w śnieg topiący się, przez co ciecz opada, po niejakim czasie, miejsce to poniżej którego więcey nieopada, naznacza się i nazywa się punktem zero, lub punktem wody marznącey. Następnie wkłada się w wodę wrzącą i podobnie miejsce do którego wznosi się, naznacza się, któ-

re punktem wody wrzącej lub tylko wrzenia nazywa się. Punkta te dla tego nazywają się stałymi, że ciec w tych samych miejscach w rurce pozostaje przez cały ten czas, przez który lod się topi, lub też woda wre.

325. W oznaczeniu punktów stałych, osobliwie też punktu wody wrzącej pewne ostrożności zachowane być powinny, iako to: ażeby woda użyta do gotowania była czystą, woda bowiem stopnia wyższego stopnia ogrzania potrzebnie; ażeby się gotowała w naczyniu metalowem; ażeby rurka wraz z bańką była zanurzoną nie tak w wodzie gotującej się, iako raczej w parze tej wody; nareszcie, potrzeba zważać na ciśnienie powietrza atmosferycznego czyli na wysokość Barometru, im bowiem mniejsze jest ciśnienie tem się woda prędzej gotuje, dla tego robota takowa albo się odbywać powinna gdy jest zwyczajna wysokość Barometru to jest: 28 cali paryskich, albo też powinna być stosowna uczyniona poprawka mając z doświadczenia wiadome stopnie ciepła wody wrzącej odpowiadające każdemu ciśnieniu powietrza. — I tak doświadczenia okazały że od powierzchni morza do 200 sążni w górę, woda wrę na 100° Termometru stopniowego, pod wysokością barometru na 28 cali, tudzież że na każdy cal zniżenia barometru, temperatura wrzenia wody zniża się o 1 stopień, a przeciwnie że na każdy cal podniesienia się barometru nad 28 cali, woda wre w temperaturze wyższej o jeden stopień. Stosownie więc do tego, gdyby w czasie oznaczenia punktów stałych, barometru wysokość była

tylko na 27 cali, natenczas miejsce pomiędzy punktami stałemi dzieli się nie na 100 lecz na 99 części setnych, a setna cząstka powyżej się oznacza, i przeciwnie gdyby była wysokość 29 cali natenczas dzieliłaby się na 101 równych części. — Gdy zaś dochodzimy punktu niższego, potrzeba ażeby cały termometr był w śniegu topiącym się zanurzony.

326. Miejsce pomiędzy punktami stałemi stanowi *podziałkę*, dzieli się bowiem na pewną liczbę części równych, które się i poniżej zera przenoszą. Części te podziałki nazywają się *stopniami*. Jeżeli się ciecz znajduje powyżej zera stopnie te wskazują ciepło i oznaczają się znakiem $+$, poniżej zaś zera, stanowią zimno, oznaczane znakiem $-$, np. $+ 15$ i $- 3$ oznacza 15 stopni ciepła a 3 stopnie zimna.

327. Różność podziałki stanowi różne gatunki termometrów, których główniejsze są:

1. *Termometr Reaunura*, w tem miejsce pomiędzy punktami stałemi podzielone jest na 80 stopni, tak, iż zero znajduje się przy punkcie wody marznący, a 80 przy punkcie wody wrzący, poniżej zaś zera tak są stopnie oznaczone, iak i powyżej. — Używany jest pospolicie u nas, w Niemczech, a po części i we Francyi.

328. 2. *Termometr Stostopniowy*, zupełnie do poprzedzającego podobny, z tą tylko różnicą że podziałka nie 80 lecz 100 stopni w sobie zawiera. Podziałki téy już Celsyusz używał, powszechniey jednak w używanie zwłaszcza w robotach nauko-

wych weszła od czasu zaprowadzenia miar i wag dziesiętnych.

329. 3. *Termometr Fahrenheita*, Gdańszczanina, w tym miejsce pomiędzy punktami stałemi podzielone jest na 180 stopni, tak iednak iż przy punkcie wody marznący umieszczona jest liczba 32, a przy punkcie wody wrzący liczba 212, poniżej zaś punktu wody marznący znajduje się 32 stopni. — Różnica tego Termometru ztąd powstaje, że w tym zero nie oznacza zimna naturalnego, lecz zimno sztuczne, które otrzymał posypując śnieg solą, tym bowiem sposobem ciecz w termometrze znajduiąca się daleko niżej opadała, aniżeli w samym tylko śniegu topiącym się. Właściwie więc w tym termometrze miejsce pomiędzy punktem zimna sztucznego a punktem wody wrzący podzielone jest na 212 stopni. Ten termometr używany jest w Anglii i Ameryce.

330. 4. *Termometr Delisla*, w którym miejsce pomiędzy punktami stałemi podzielone jest na 150 stopni, tak iż zero kładzie się przy punkcie wody wrzący a 150 przy punkcie wody marznący, poniżej zaś tego punktu stopnie oznaczają się liczbami następnymi to jest 151, 152 i t. p. — tak iż w tym termometrze stopnie zimna nie oznaczają się znakiem —.

331. Podziałki takowe, które albo pojedynczo, albo razem przy tym samym termometrze znajdować się mogą (jak np. na fig. 51) są wyryte, już to na rurce, już też na oddzielnych tabliczkach na których takowe termometra są umieszczone, a to stosownie do tego, do jakiego u-

życia są przeznaczone. Gdy w różnych krajach, różne używane są Termometra, nader ważną jest rzeczą umieć zamieniać stopnie jednego Termometru na stopnie Termometru drugiego, ażeby tem samem można, pozytkując z prac w innych miejscach przedsięwziętych, te same z dokładnością powtarzać, i o innych tym podobnych wiadomościach, właściwie mieć wyobrażenie. — W ogólności zamiana ta otrzymuje się za pomocą reguły trzech następującej; iak się ma podziałka termometru którego stopnie są dane, do podziałki termometru tego, na którego stopnie chcemy zamienić, tak się mają stopnie dane, do stopni szukanych; lub też zamiast pierwszego stosunku całych podziałek, kładzie się stosunek zachodzący pomiędzy stopniami pojedynczemi każdego termometru; — i tak stosunek podziałek jest 100:80: 180: 150 a pojedynczych stopni jest 1: $\frac{4}{5}$: $1\frac{4}{5}$: $1\frac{1}{2}$; — albo nareszcie liczba stopni danych może się przez ułamek którego mianownikiem jest podziałka termometru danego, a licznikiem podziałka termometru szukanego. — Chcąc zatem np. wiedzieć ile 6 stopni Termometru stopniowego uczyni na Termometrze Réaumura, Fahrenheita i Delisa, otrzymujemy, albo za pomocą proporcji: 100: 80 = 6: x, 100: 180 = 6: x, 100: 150 = 6: x, albo też za pomocą 1: $\frac{4}{5}$ = 6: x, 1: $1\frac{4}{5}$ = 6: x, 1: $1\frac{1}{2}$ = 6: x lub też $\frac{80}{100} \times 6$, $\frac{180}{100} \times 6$, $\frac{150}{100} \times 6$. w wszystkich razach otrzymamy na stopnie szukane $4\frac{4}{5}$, $10\frac{4}{5}$ i 9; — w tych trzeba do $10\frac{4}{5}$ dodać 32 ażeby mieć właściwe stopnie Termometru Fahrenheita, a 9 trzeba odciągnąć od 150° . dla otrzymania stopni Termome-

metru Delisla. — W podobny sposób, i wszelkie inne skuteczniają się zamiany. W czynieniu doświadczeń tak fizycznych iak i chemicznych zazwyczaj używa się termometru stostopniowego, dla zapobieżenia iednak pomyłkom powstać ztąd mogącym obok stopni temperature wskazujących, kładzie się litera oznaczająca użyty termometr *np.* + 5. C.—8 R. + 15 F oznacza 3 stopni ciepła na termometrze stostopniowym (Centigrade), 8 stopni zimna na Term. Réaumura, 15 stopni ciepła na term: Fahrenheitta i t. p.

332. Do tego gatunku Termometrow policzyć także należy i Termometr Akademików Florenckich, podany przez nich w pierwszych początkach odkrycia tego narzędzia, w którym za istotę termometryczną użyta była ciecz to jest spirytus, i miał nawet punkt stały, lecz tylko ieden, to jest punkt temperatury piwnicy zerem odznaczony; dla tego też takowy termometr z pewnością użytym byź nie może do porównania zmian temperatury.

333. Do Termometrow powietrznych należy Termometr Drebla najpierwszego autora Termometrów, który tym celem wzioł (fig. 52) rurkę szklaną mającą na końcu nieco obszerniejszą bańkę, wypędziwszy troche powietrza z téj bańki ogrzaniem, wstawił w wodę czerwono zafarbowaną, po czem podnoszenie się cieczy w rurce wskazywało zimno, gdyż było skutkiem zmniejszonej objętości powietrza a przeciwnie opadanie cieczy powiększonego ciepła było skutkiem. — W podobny sposób urządzony jest i termometr San-

ktoryusza, z tą tylko różnicą że rurka nie jest w osobnem naczyniu zanurzona, lecz zagięta i otwartą bańką zakończona, iak (fig. 53) wskazuje.

Niemniej Termometr powietrzny robi się i w ten sposób iak go (fig. 54) przedstawia, rurka szklana zakrzywiona tak, iż krótsze ramie zakończone bańką szklaną, a dłuższe ramie jest otwarte, wypełniana merkuryuszem, lub iaką inną cieczą tak ażeby w połowie bańki powietrze pozostało, w miarę więc iak to zamknięte w bańce powietrze ogrzewać, lub oziębiać się będzie, ciecz w drugiey połowie rurki wznosi się lub opada (*).

334. Nareszcie do termometrów powietrznych mogą bydź *Termoskopy* policzone, których dwa są główniejsze — 1szy Termoskop Rumforda, jest to rurka szklana w obydwóch końcach pod kątem prostym zgięta, i dwiema bańkami szklanymi zakończona, pozioma część rurki na 16 cali jest długa, w pośrodku której znajduje się kilka kropel cieczy, zazwyczaj kwas siarczany karminem zafarbowany, (fig. 55). Jeżeli więc w obydwóch bańkach powietrze równie jest ogrzane, natenczas ciecz w pośrodku zostaje, inaczey za najmniejszą zmianą ciecz posuwa się w stronę niższej temperatury. Narzędzie to najmniejsze zmiany ciepła wskazuje.

(*) Krótki i iasny wykład o termometrach znajduje się umieszczony w Pamiętniku Naukowym z r. 1819 T. I. k. 183; a o urządzeniu termometru ogólnego przez R. Markiewicza, w Rocznikach Towarzystwa Naukowego Krakowskiego T. I. k. 123.

335. 2. Termoskop Delisla inaczej termometrem różnicowym nazwany, bardzo do poprzedzającego podobny, podobnież składa się z rurki szklaney w obydwóch końcach zagiętę i banikami szklanemi zakończonę, mającę w pośrodku nieco cieczy zafarbowanę, i tem się tylko różni, że część rurki środkowa jest daleko mniejsza, iak (fig. 50) wskazuje, — tu podobnież iak i w poprzedzającym ciecz w stronę niższej temperatury wznosi się. Nazwisko zaś swoje ztąd bierze, że właśnie różnica iaka zachodzi pomiędzy temperaturami obydwóch baniek, działa na ciecz w pośrednię rurce znajdującą się.

336. Co się tycze ciał stałych, z tych dotąd jedne tylko metale na termometra używano. — Jakikolwiek pręt metalowy przedłużaniem się i skracaniem, przybycie lub ubyście ciepła wskazywać może, lecz gdy te zmiany są bardzo nieznaczne, dla tego łączono ie z kółkami palczastemi, ażeby tem samem i bardzo małe zmiany w długości pręta tem widocznieyszymi uczynić; — że zaś w tym razie ciepło działa nie tylko na pręt lecz i na kółka, a tem samem oznaczanie skutku czyni zawikłańsze, dla tego w inny sposób urządzą się za zwyczaj termometra metalowe, mające pospolicie kształt zegarkowy. (*) — Zasadą takowych jest to zdarzenie, że metale od ciepła nie w jednakowym stosunku powiększają się co do objętości. Biorą się cienkie blaszki dwóch róż-

(*) Opis Termometru takowego PP. Breguet znajduje się w Cwiczeniach Naukowych z R. 1818 T. I. k. 47.

żnych metali *np.*, srebrne i złote, lub srebrne i platynowe, i te w końcach pomiędzy sobą niewzruszenie połączone zostają, gdy się więc od tego samego ciepła jedna blaszka więcej, a druga mniej powiększa, nie mogąc się oddzielnie przedłużyć, zginają się mniej więcej, podług większego lub mniejszego ogrzania, i poruszają swoim zgięciem index stopnie wskazujący. — Oznaczenie zaś tak punktów stałych, iak i wszelkich innych pośrednich stopni uskutecznia się za pomocą zwykłego termometru merkuryuszowego. — Cenniejsze termometra metalowe pomiędzy innemi są Bregueta i Holzmana.

337. *Pyrometra* iakkolwiek podług swojego nazwiska oznaczają Ogniomierze, nie wszystkie jednak mają to przeznaczenie ażeby mierzyły natężenie ognia, pod tem samym bowiem nazwiskiem są i takie narzędzia, których bezpośrednim zamiarem jest dochodzenie, o ile się ciała stałe a osobliwie metale od ciepła powiększają, i w iakim pomiędzy sobą stosunku. Do pierwszego gatunku Pyrometrów należy pyrometr Wegwooda który tém się od wszystkich innych tego rodzaju narzędzi różni, iż w nim zasada nie jest powiększenie się, ale raczej zmniejszenie objętości ciał, iak to niżej zobaczymy; — tudzież Pyrometr podany przez Pana Guiton de Morveau, którym jest pręt platynowy dosyć długi i gruby, jednym końcem osadzony w wydrążeniu tablicy glinianey wypaloney w nayeższym ogniu, a drugim końcem opierający się o ramie drążka ruchomego, którego drugie ramie daleko dłuższe, wska-

zuie podziały na łuku koła, iak to wystawia (fig. 57); łuk na równe części podzielony, znajduie się na osobney tablicy platynowéy do osady narzędzia przytwierdzoney; to narzędzie oprócz jego części z podziałkami i skazówką wstawia się w ten piec, którego natężenie ognia chcemy oznaczyć. Do drugiego zaś gatunku pyrometrów należy Muschenbroeka, tudzież Lavoisiera, i t. p. których urządzenie do tego zmierza, ażeby najmniejsze zmiany w powiększeniu objętości uczynić widoczniejszymi, razem od wpływu innych ciał niezawisłemi. W ogólności pręt którego powiększenia objętości dochodziemy, jednym końcem iest niewzruszenie umocowany, drugim zaś dotyka się kół palczastych lub iakiego drążka, tak ażeby za powiększeniem objętości mógł te, o stosowną ilość poruszyć.

§. 54. *O rozchodzeniu się ciepła.*

338. Ciała iedne ogrzewaią się od drugich, co iest skutkiem rozchodzenia się ciepła. Można zaś to rozchodzenie się ciepła uważać iako skuteczniające się w potrójny sposób, to iest: albo przez udział, tym sposobem ogrzewaią się ciała w bezpośrednim zatknięciu się zostaiące, albo przez poruszenie cząstek, iak to *np.* w ciałach ciekłych i lotnych postrzegamy, w których cząstki ogrzane przez powiększenie objętości stawszy się gatunkowo lżeysze wznoszą się, a wznosząc się udzielaią swego ciepła innym cząstkom, albo nareszcie w kształcie promieni, iak *np.* gdy się ogrzewaią ciała w pewný pomiedzy sobą odległości zostaiące. — W ciałach stałych rozchodzi się tylko

pierwszym sposobem, w ciałach ciekłych pierwszym i drugim sposobem, a w ciałach lotnych wszystkimi trzema sposobami. Ze zaś rozchodzenie się ciepła przez poruszenie cząstek jest właściwie rozchodzeniem się przez udział, dla tego też głównie o tych dwóch sposobach rozchodzenia się ciepła mówić nam wypada.

339. Sposób rozchodzenia się ciepła w kształcie promieni najpierwéy przez Fizyka Szwedzkiego nazwiskiem Sheele dostrzeżony i doświadczeniem stwierdzony, ciepłikiem promienistym zwykły bydz nazywany. — Ciepłik rozchodząc się w kształcie promieni, te najpierwszą przedstawia własność, że trafiając na powierzchnię ciał wypolerowanych, odbija się od tychże pod kątem równym kątowni wpadania.

340. O czem przekonać się można za pomocą zwierciadła płaskiego, stawiając przed temże pod kątem ostrym ciało iakie ogrzane, w takowym bowiem razie termometr trzymany na kierunku promienia odbitego pod takimże kątem, pod iakim ciało ogrzane znajduje się względem zwierciadła, postrzegamy że daleko się wyżéy wznosi aniżeli termometra w innych położeniach znajdujące się. — Widoczniey zaś można się o téy własności przekonać za pomocą zwierciadeł wklęsłych, w których promienie ciepła równie iak i promienie światła gdy padają równoodległe, odbite schodzą się w jednem miejscu ognisko tych zwierciadeł stanowiącem, a padając w kierunkach rozchodzących się odbijają się w kierunkach równoodległych. W takowych zwierciadłach na kil-

naście nawet stop od siebie odległych (f. 58) gdy w ognisku iednego zwierciadła umieścimy ciało ogrzane, w drugim ognisku termometr znaczne podwyższenie temperatury okazuje, gdy tymczasem inne termometra daleko bliżey się ciała ogrzanego znajdujące, bardzo mało wpływu rozchodzenia się ciepła doznają. Można nawet tym sposobem bupkę, i inne ciała łatwo palne zapalić.

341. W czynieniu zaś podobnych doświadczeń, żeby okazać że nie tylko ciepło połączone z światłem, lecz i oddzielnie uważane, w podobny sposób promienisty rozchodzi się, używa się ciał ogrzanych tylko, lecz nie świecących, iak *np.* wody wrzącý lub kuli żelaznéy ogrzanéy tak, ażeby w ciemności nie świeciła.

342. Jeżeli zaś w ognisku iednego zwierciadła zamiast ciała ogrzanego stawia się, *np.* kawałek lodu, lub naczynie z śniegiem, natenczas termometr w ognisku drugiego zwierciadła znajdujący się opadać także będzie; z każdego bowiem ciała ciepłk w kształcie promieni rozchodzi się i w inne ciała wchodzi, w których więc ciałach więcący się ciepła w kształcie promieni rozchodzi aniżeli przybywa, tem samem takowych ciał temperatura się zniża; podobnież i w wspomnioném doświadczeniu, więcący promieni ciała od termometru do śniegu lub lodu przechodzi, ztąd i zniżenie temperatury powstaie, i nie ma potrzeby dla wytłómaczenia tego zdarzenia przypuszczać oddzielnych promieni zimna; w ogólności bowiem od wszelkich bez wyjątku ciał w takowy sposób ciepłk się rozchodzi, a zatem nie tylko od o-

grzanych ale i od oziębionych, o czem szczególnie za pomocą termoskopu przekonać się można, gdy bowiem takowy umieszczony zostanie w temperaturze, — 10° natenczas kawałek lodu na 0° na przeciw tegoż termoskopu postawiony, sprawia podwyższenie temperatury; iak bowiem znaczenie oziębienia i ogrzania, tak też i skutki z tąd powstające, są tylko względne.

343. Łatwiejsze lub trudniejsze rozchodzenie się ciepła w kształcie promieni zawisło od natury a więcej ieszcze od powierzchni tegoż ciała. — W ogólności z ciała tego samego gatunku tem mniej ciepła ubywa drogą promieni, im gładsza iest powierzchnia tegoż ciała, a przeciwnie tem więcej wypływa im powierzchnia iest chropowatsza. Co się zaś tycze natury ciała, metale zwłaszcza wypolerowane najmniej ciepłika promienistego wypuszczają, więcej szkło i istoty żywiczne, a naywięcej sadze i woda. Od tych samych okoliczności, od których zawisła łatwość lub trudność wypływania z ciał ciepłika promienistego, zawisła także łatwość lub trudność, zabierania i nieiako w ciągnania w siebie tegoż ciepłika. Lecz przeciwnie z których ciał z łatwością ciepłik wypływa, i z łatwością przez toż wciągany iest, od takich ciepłik promienisty w bardzo małej ilości się odbiia i odwrotnie.

344. Doświadczyć tego możemy w następujący sposób; biorąc naczynie sześciennie z blachy (fig. 59) nalewając w to naczynie wodę gorącą, boki tego naczynia zewnętrzne w różny pokrywają się sposób, iak np. iedna strona pokrywa się papie-

rem złotym, druga pokrywa się sadzą trzymając nad palącą się świecą, trzecia szkłem, czwarta strona rysuje się ażeby chropowatą przedstawiała powierzchnie. Takowe naczynie przy tój saméj wewnątrz temperaturze różne działanie okaże na termoskop, naywiększe gdy obrócone będzie bokiem okopconym, a naymniejsze stroną polerowaną.

345. Można się o tój prawdzie i tym przekonac sposobem, gdy naczynia lub ciała równie ogrzaue, lecz różney natury, lub różney powierzchni, na oziębienie wystawiać będziemy, postrzeżemy bowiem że ciała z powierzchniami chropowatemi daleko prędzéj stygną, aniżeli z powierzchniami gładkiemi. — Ten skutek chropowatości ciał przypisywano przyczynie, że powierzchnia chropowata jest większa od gładkiéj, co iednak nie stanowi dostatecznego tłómaczenia. Gdy bowiem na powierzchni gładkiéj wrytych zostanie pewna liczba linii równoodległych, a na innéj takieży wielkości powierzchni, połowa tych linii wrytych zostanie w iedną stronę, a druga połowa w inną stronę, doświadczenie uczy, że lubo w obódwóch razach równo powierzchnia gładka powiększoną została, prędzéj iednak stygnie powierzchnia na którój są wryte linie krzyżujące się, aniżeli na którój są linie w iedną stronę tylko poprowadzone; co zarazem wskazywać się zdaie, że końce ostre ułatwiaią przyptyw i wypływ ciepła, w podobny sposób iak i Elektryczności.

346. Ztego wytłómaczyć możemy dla czego zwierciadło metalowe wypolerowane wystawione na-

przeciw słońca bardzo się mało samo ogrzewa, a przeciwnie gdy tegoż powierzchnia jest okopcona, bardzo mało promieni odbija, a za to w krótkim czasie znacznie się rozgrzewa. Kładąc na śniegu kawałki iakich materyi białych i ciemnych, postrzeżemy że pod białemi kawałkami nie topieie śnieg, przeciwnie pod ciemnemi topnieie, co jest skutkiem własności powierzchni w odbicianiu i zabieraniu promieni ciepła; — dla tego w niektórych miejscach mieszkańcy gór chcąc przyspieszyć na wiosnę topienie się śniegu, powierzchnie tegoż czarną ziemią posypują. — Z téyże saméy przyczyny wyptywa że czarne suknie są w lecie od innych ciepleysze, a w zimie zimnieysze. Dla tego powierzchnia koninków powinna bydź gładka, a przeciwnie powierzchnia pieców chropowata; podobnież powierzchnia chropowata i ciemna jest stosowną dla naczyń w których się iaka ciecz gotuię, a przeciwnie gładką i iasną, gdy ciecz iak naydlużey ciepłą chcemy zachować.

347. Ze cieplik zwłaszcza połączony z światłem przechodząc przez ciała przezroczyste różnie się iak i światło łamię, tego mamy dowod, na tak nazwanych szklach palących, za pomocą których nie tylko natężenie światła powiększamy, ale nadto wysoki stopień ciepła otrzymać możemy, tak iż z łatwością ciała palne zapalić się dadzą.

348. Wielkość ciepła w kształcie promieni wyptywającego, nie tylko iakeśmy wyżey widzieli, zawisła od natury i powierzchni ciała, ale nadto i od ich względny temperatury. I w tenczas tylko

temperatura ciała niezmienną pozostaie, gdy ile z tegoż ciała ciepła wypływa, tyle także nazad przybywa, tém samem w ten czas tylko w równowadze ciała co do ciepła będą, gdy tych wszystkich promienistość nawzajem niszczyć się będzie. Umieściwszy bowiem termometr w ognisku zwierciadła obróconego w miejsce znacznie oziębione, promienie ciepła od termometru na zwierciadło w padające, ciągle od niego są w tę przestrzeń odbijane, lecz na powrót nie padając na zwierciadło, tém samem nie powracają do termometru dla jego ogrzania, przez co temperatura tego termometru niższą się bydl okazuje, aniżeli iest temperatura tego miejsca w którem się zwierciadło znajduje. Pierwsze tego gatunku doświadczenie wykonał Wollaston, kierując w czasie pogodnych nocy letnich zwierciadło wklęsłe metalowe do góry ku przestrzeni wyjaśnionego i gwiazdami okrytego nieba, w ognisku zwierciadła mieścił termometr, łącząc przy tem kilka innych termometrów w pewnych odległościach od zwierciadła, lecz wszystkie w iednej od ziemi wysokości. Uważając kilkakrotnie każdéj nocy, zawsze znajdował temperaturę na termometrze w ognisku zwierciadła daleko niższą, niżeli na innych. To zniżenie temperatury znacznie-sze bywa w czasie spokojnym, niż gdy wiatr panuje, bo w tym razie powietrze pływające po nad zwierciadłem część swojego ciepła termometrowi udziela. Skutku tego nie postrzegamy gdy niebo iest chmurami okryte, bo chmury tamują nieiako drogę promieniom ciepła idącym od zwierciadła w przestrzeń, a nadto same wysyłając pro-

mienie własnego ciepła tem samem stratę tegoż ciepła na wszystkich miejscach, a razem i w termometrze przed zwierciadłem wynadgradzają. Na tych zasadach oparta jest teoria P. Weels tłumacząca formowanie się rosy, iak to niżej obaczemy.

349. Nietylko układa się ciepło do równowagi drogą promienistości, gdy ciała znajdując się w tem samym miejscu, w pewney są pomiędzy sobą odległości; lecz także i udziałem, gdy się z sobą ztykają, dla tego doznaiemy już uczucia ciepła, już uczucia zimna, podług tego iak się dotykamy ciał cieplejszych lub zimniejszych, w pierwszym bowiem razie układając się do równowagi ciepło w nas wchodzi, w drugim zaś z nas wypływa. To samo układanie się ciepła do równowagi tłumaczy nam dla czego piwnice, iakkolwiek w nich prawie zawsze ta sama jest temperatura, w lecie wydają się zimnemi w zimie zaś ciepłemi.

350. W takowem rozchodzeniu się ciepła przez ciała, postrzegamy że w iednych z łatwością w drugich zaś z większą lub mnieyszą trudnością przechodzi, i tak *np.* drucik metalowy ogrzewając go w iednym końcu, w krótce i w drugim ciepło czujemy, czego nie doznamy czyniąc podobne doświadczenie z pręcikiem drewnianym, lub rurką szklaną. Ta własność łatwiejszego lub trudniejszego przepuszczania ciepła jest przyczyną podziału ciał na dobre, mierne i złe przewodniki ciepła.

Do dobrych z ciał stałych należą w ogólności

metale, lubo pomiędzy sobą bardzo różnego są w tym względzie stopnia, i tak platyna jest daleko gorszym przewodnikiem aniżeli złoto, lub srebro; kamienie, ziemie należą do miernych, a istoty roślinne i zwierzęce do złych przewodników ciepłika, pomiędzy którymi najgorsze są: słoma, węgiel, popioł, bawełna, wełna, iedwab, włosy, pióra i t. p.

Ciała ciekłe i lotne należą do najgorszych przewodników ciepłika, jeżeli są w spokojności, jeżeli bowiem są w ruchu natenczas ten udział ciepła łatwo się skutecznia; dla tego to, te ciała możemy uważać już za złe już za dobre przewodniki ciepłika, podług tego iak rozchodzenie się ciepła skutecznia się przez udział, lub też przez promienistość i poruszenie. Że w istocie płyną są złemi przewodnikami ciepłika, przekonać się można ogrzewając ciecz w naczyniu tylko z góry, natenczas ciecz u wierzchu będzie gorąca, w niższych zaś warstwach zimną pozostaie. Dla tego też powietrze pomiędzy oknami będące, bardzo dobrze zabezpiecza izby od oziębienia, nie przepuszczając ciepła wewnętrznego.

351. Różnemi sposobami dochodzono które ciała są lepszymi, a które gorszymi przewodnikami ciepła, a pomiędzy innemi za pomocą oziębienia, które bowiem z równie ogrzanych ciał prędkiej ziemną te też są w ogóle lepszymi przewodnikami ciepła, i odwrotnie. Można także tego, i tym dochodzić sposobem: biorą się równy długości i grubości pręciki ciał różney natury, i te pokrywają się woskiem, a potem do równy wy-

sokości zanurzają w wodzie gorącej, na których bowiem wosk wyżey ztopnicie, te są lepszymi przewodnikami ciepłika.

352. Pod względem takowego ciał podziału, różne zdarzenia wytłómaczyć, i rozliczne zastosowania czynić możemy. W ogóle, gdzie potrzeba ciepło zatrzymać, należy to miejsce złemi otoczyć przewodnikami, gdzie zaś o to idzie ażeby się z łatwością rozchodziło ciepło, dobrymi otoczone być powinno przewodnikami. I tak, my nie dla tego w zimie odziewamy się futrami, lub innymi wełnianymi sukniemi, żeby nas ogrzewały, lecz dla tego ażeby nie dozwalały łatwemu wypływowi ciepła wewnętrznego. Podobnież materiał pieców stosownie do celu dobiera się; głównie bowiem dwoiakić być może przeznaczenie pieców: to iest, albo ogrzanie iakiego miejsca, albo topienie kruszców. W pierwszym razie, to iest, gdy chcemy prędko ogrzać stancyą, natenczas używamy pieców z dobrych przewodników, iakimi są *np.* żelazne, jeżeli zaś chcemy, żeby piec nie prędko stygł, natenczas używamy średnich przewodników iakimi są *np.* gliniane. W drugiego zaś gatunku piecach, gdy oto idzie, ażeby ciepła z siebie zewnątrz nie wypuszczały, muszą być złe przewodniki użyte, i dla tego w stawianiu takowych pieców pospolicie mieszają, sierść końską drobno pokraianą, węgle, plewy, piasek, i t. p. — Z tych zasad wytłómaczyć można dla czego drzewa na zimę słomą się okręcają, dla czego narzędzia metalowe, rozgrzewać się mające, oprawne są w rączki drewniane. Z tego

podobnież wypływa że i najszybsze mrozy zasiany n rolom nie szkodzą, gdy te wprzód są śniegiem pokryte zostały, który będąc najgorszym przewodnikiem ciepła, nie dozwala wyjścia ciepła. Domy słomą pokryte w zimie ciepłymi a w lecie chłodniejszymi są, aniżeli domy dachówką pokryte. W lodowniach lod dla dłuższego przechowania pokrywa się słomą i t. p.

353. Dochodzono, w jakim stosunku ciepłik przez ciała rozchodzi się, biorąc sztabę żelazną pewnej długości; jeden koniec był w jednostajnym cieple utrzymywany, a w podług tejże sztaby w równych odległościach pomiędzy sobą znajdowały się termometra, które wskazywały w jakiej mierze ciepło rozchodziło się. Czynione tym sposobem doświadczenia przez Biota wskazały, że gdy odległości formują szereg arytmetyczny, temperatura zniżą się w stosunku szeregu geometrycznego, które to zmniejszenie się temperatury tak jest prędkie, że sztaba na trzy łokcie długa w żaden sposób nie może być tak dalece w jednym końcu rozgrzana, ażeby drugiego końca temperatura choć na jeden stopień wzniesioną być mogła.

354. Czyniono także doświadczenia, w zamiarze oznaczenia prawa, podług którego ubywa z ciał ciepła, czyli podług którego ciała stygną; — które wskazują, że gdy czasy formują ciąg arytmetyczny, odpowiadające stopnie oziębienia formują szereg postępu geometrycznego; lecz to tylko natenczas gdy uważać będziemy oziębienie ciał w miejscu czczem, i zupełnie od wpływu wszel-

kich innych ciał wolnem, inaczey prawo to wielkim zmianom podlega, iak ostatnie doświadczenia PP. Dulong i Petit, okazały.

§. 55. *O skutkach Ciepłika.*

355. Codzienne zdarzenia przekonują nas o tym skutku ciepła, że objętość ciał w miarę przybycia lub ubycia ciepła powiększa się lub zmniejsza. Pozostaie nam zastanowić się podług iakich praw i w iakim stosunku uskutecznia się to powiększenie lub zmniejszenie objętości. — Co się tycze *ciał stałych* to powiększenie się w ogólności jest bardzo małe, różne podług różnéj natury ciał, i różne podług różnéj temperatury, to jest: że od téj saméj ilości stopni tem się więcej to samo ciało powiększa, im iego temperatura jest wyższa, a ieszcze bardziej im bliższa jest tego stopnia w którym topnieie, a przeciwnie im niższa temperatura, tem jest więcej iednostayne powiększenie się objętości. — Ze powiększenie jest różne podług różnéj natury ciał, doświadczenia przekonują, z których okaznie się, że szkłomniéy się rozszerza aniżeli metale, a pomiędzy metalami naymniéy platyna i złoto, naywięcéy zaś cyna, ołów i cynk. A w ogólności zdaie się że metale im się łatwiéy topią tem teź i znaczniéy ich objętość powiększa się przez rozgrzanie. Jak zaś małe jest powiększenie się ciał stałych, możemy się pomiędzy innemi przekonać na cynku, który lubo pomiędzy metalami naywięcéy się rozszerza, w caféy iednak temperaturze od 0° do 80° , R. nie powiększa się iak o $\frac{3}{1000}$ swojej długości.

356. *W ciałach ciekłych* w ogólności powiększe-

nie się jest znaczniejsze aniżeli w ciałach stałych; lecz podobnież iak i w ciałach stałych, jest różne podług różnéj natury ciał i różne podług różnéj temperatury, która to różność tem jest znaczniejsza im jest bliżey punktu wrzenia, czyli zamiany w ciało lotne; dla tego merkuryusz, jest najstosowniejszy do termometrów, że zwyczajny zakres tychże czyli punkta stałe są znacznie oddalone tak od zamarznięcia, iak i od ulotnienia merkuryuszu; i w rzeczy saméy czynione w téj mierze doświadczenia wskazują, iż w tym zakresie ciepła, to jest, od 0° do $80^{\circ} R$ powiększenie się objętości merkuryuszu jest iednostayne. — W iakim zaś stosunku tey saméy cieczy objętość powiększa się w miarę powiększenia się ciepła, dochodzić tego można, iuż to uważając wznoszenie się cieczy w rurce iednostaynéj średnicy, iuż to, uważając przez zanurzenie tego samego ciała w cieczy różnie ogrzanéy, zmiany ciężkości gatunkowéy. Dochodzone powiększenie się objętości wody wskazuje, że w temperaturze od 0° do $80^{\circ} R$. powiękza się o 0,0466, czyli że wzięwszy wody w temperaturze zero, 10,000 cali sześciennych, w temperaturze wody wrzącej, taż woda będzie zajmować 10,466 cali sześciennych.

557. Co się tycze *ciał lotnych*, tych powiększenie się jest uayznaczeniejsze, lecz przy tem jest zupełnie iednostayne nie tylko w różnyh gatunkach, ale i w różnyh temperaturach; co okazały ważne wtey mierze czynione doświadczenia przez Gay Lussaca i Daltona; które to prawo nie tylko jest wspólne właściwym ciałom powietrznym,

lecz i wszelkim parom. Powiększenie to dzieje się w stosunku, 100: 137,5 czyli że w temperaturze od 0° do 100° podług termometru stustopniowego *np.* 100 cali sześciennych powiększa się na 137,5 takichże cali, a zatem na każdy stopień termometru przypada 0,375, a ieden cal sześcienny na każdy stopień powiększa się 0, 0,00375 — Łatwo zatem będzie można w każdym razie oznaczyć objętość odpowiednią w daney temperaturze. — Jeżeli bowiem objętość ciała lotnego w temperaturze zero oznaczymy przez O , objętość tegoż w temperaturze stopni n wynadźmiemy za pomocą proporcji $O: x = 1: 1 + 0,00375 \times n$ czyli $x = O (0,00375 \times n)$.

358. Z tego co się wyżej powiedziało o powiększeniu się objętości ciał stałych, ciekłych i lotnych, wypływa w ogólności, że gęstość ciał tym jest większa, im temperatura jest niższa.

359. Wyjątkiem od tego prawidła są ciała zmieniające swoy stan skupienia, co najpierwéy postrzegamy na wodzie, którój gęstość jest największa nie w temperaturze na 0° lecz na $4,5^{\circ}$, a że lod jest lżeyszym przekonywa nas tegoż po wodzie pływanie, co zdaie się bydź skutkiem szczególnego układu cząstek pomiędzy sobą. Czego i tym sposobem doświadczyc możemy, że gdy wodę temperatury na 0° powolnem ciepłem ogrzewać będziemy od góry, natenczas postrzegamy że z początku warstwy górne, ieszcze mają temperaturę 0° gdy iuż warstwy dolne ogrzane są na 3° lub 4° , w tey bowiem temperaturze woda będąc gęścieyszą, na dół opada. To

doświadczenie tłómaczy nam dla czego na początku wiosny, gdy się atmosfera ogrzeje do temperatury kilku stopni ciepła, formują się w grubych lodach na stawach i jeziorach walcowe wydrążenia pionowe, które zdają się być sztucznie w massie lodu wykute. Z iak wielką mocą powiększenie objętości wody marznący jest połączone, przekonywa pękanie drzew, rozpadanie się skał, i rozrywanie naygrubszych nawet naczyń, gdy się w nich woda marznąca znajduje. — Podobną własność okazują siarka i niektóre metale, iak *np.* żelazo, które po roztopionych pływają: własność ta czyni je szczególniej podatnymi do wytłaczania naydelikatniejszych kształtów, gdy bowiem przez stygnięcie powiększa się ich objętość, tem samem rozszerzając się wypełniają naydrobniejsze miejsca. Od tego ogólnego prawidła powiększania się ciał przez rozgrzanie, zdają się stanowić wyjątek te ciała, które przez ogrzanie zmniejszają swoją objętość, co szczególniej na glinie postrzegać się daje, iako też i na niektórych innych ciałach, tak zwierzęcych iak i roślinnych; wyjątek ten jest tylko pozorny, gdyż to nie pochodzi od zmniejszenia się objętości, ale raczój od ubycia cząstek ciekłych w parę zamienionych, o czem przekonać się możemy umniejszoną wagą tychże ciał, gdy tym czasem inne ciała chociaż stają się gatunkowo lżejsze, waga jednak ich ta sama pozostaje po ogrzaniu, iaka była i przed ogrzaniem.

360. Od téj własności gliny zawisł skład i użycie pyrometru Wegwooda; w którym ciałem

stopnie gorąca wskazuiącym są małe wałeczki z gliny, wsuwane pomiędzy dwa pręty zchodzące się, na powierzchni iakiego ciała umocowane (fig. 60). Im te wałeczki są mnieysze, tem głębiej wniyda, a tem samem głębiej także wniyda, im są bardziey rozgrzane. Pręty te na 12 cali ang: długie w iednym końcu są pomiędzy sobą na $\frac{5}{10}$ cala, a w drugim na $\frac{2}{10}$ cala oddalone. — Każdy cal iest na 20 stopni podzielony, wszystkich zatem iest 240. — Zero ma odpowiadać 1077 stopniom Term: Fahrenhaita, a tem samem $580\frac{2}{3}^{\circ}$ stopniowego, — ostatni zaś stopień 240 ma odpowiadać $32,277^{\circ}$ *F.* albo $17,918\frac{1}{3}^{\circ}$ *S.* na każdy więc stopień przypada 130° *F.* albo $72\frac{2}{3}^{\circ}$ *S.* — Wałeczki robią się z tego samego zawsze gatunku gliny, nayprzód na $\frac{1}{4}$ cala długie, te wysuszaią się w temperaturze wody wrzącej, i probuią się, iżeli pomiędzy pręciki włożone dochodzą 0° natenczas są zamiarowi odpowiadaiące, inaczey zaś te stopnie, o które do zera niedochodzą, lub o ile głębiej wchodzą, naznaczaia się na przedniy lub tylny powierzchni i w użyciu dodaią się lub odociagaią. Tak przygotowanych wałeczków po kilka kładzie się w to miejsce, którego stopnia gorąca dochodziemy, a po dostatecznem ogrzaniu wyięte, wsuwaią się pomiędzy pręciki dopoki tylko można, i tym sposobem odpowiedni stopień na pyrometrze wskazuią; dla pewnicyszego zaś tego stopnia oznaczenia, dochodzi się tegoż kilkoma wałeczkami, a średni wypadek będzie właściwym stopniem pyrometru.

361. Z tego skutku ciepła iaki w powiększeniu

lub zmniejszeniu ciał postrzegamy, liczne zdarzenia równie iak i rozmaite zastosowania wytlómaczyć można. I tak przytrafić się może zerwanie cząstek ciała, tak przez skurczenie się ciała, iak i przez rozszerzenie, pręty *np.* metalowe mocno w obydwóch końcach umocowane mogą się w lecie zginać a w zimie zrywać, któremu wypadkowi zapobiega się, jeżeli w iednym końcu nieco wolniej są osadzone. Naczynia szklane i gliniane gdy nagła przemiana temperatury powstaie, pękają, co iest skutkiem nie tak samego powiększenia się objętości, iako raczey że będąc zlemi przewodnikami cieplika, to powiększenie nie uskutecznia się o iednym czasie we wszystkich mieyscach, a tem samem gdy to prężenie w iednym mieyscu, iest' większe aniżeli w drugim, powstaie zerwanie cząstek pomiędzy sobą, szczególnież zaś ten wypadek w tenczas postrzegać się daie, gdy takowe naczynia są nie iednakowey grubości, lub gdy działanie ciepła na ieden punkt iest większe aniżeli na inne; dla tego w ogólności szkła, mające bydź wystawione na działanie ognia powinny bydź cienkie, i równey grubości, naczynia zaś gliniane bardziej dziurkowate, są tem samem w ogniu wytrzymalsze.

362. Główniejsze zastosowanie, oprócz wyżey wyłożonych Termometrów daie się postrzegać w tak nazwanycy *Kompensatorach*, przez które rozumiemy w ogólności takowe urządzenie wahadła, ażeby tego długość pomimo zmian temperatury niezmienną pozostała. Wiemy że iak, z iednuy strony nayistotniejszym warunkiem zegarów

jest równy rozmiar czasu, tak z drugiey strony że ten wymiar od pewnéy długości wahadła zawisł; wpływ zatém ciepła skracając lub przedłużając wahadła, niedokładności takowych zegarów stać się może powodem, temu więc w różny sposób zapobiedz usiłowano. Najpospolitszym sposobem jest tak nazwane wahadło kraciaste, czyli wahadło składające się z kilku równoodległoboków jeden w drugim osadzonych z różnych metali tak dobranych, ażeby ich wielkości były pomiędzy sobą w takim samym stosunku, w jakim stosunku są ich rozszerzania się od ciepła (fig. 61); o ile się więc jeden metal przedłuży lub skróci w jednym kierunku, o tyle drugi także przedłuży się, lub skróci w odwrotnym kierunku, a tém samym środek ciężkości całego wahadła, w tém samym pozostanie mieyscu, i właściwa tegoż długość nie zmieni się; pręty *np.* oznaczone literami *cc* przedłużać się będą na dół, oznaczone zaś literami *kk* w górę. — W inny sposób robią się kompensatory, iak (f. 62) przedstawia, biorąc metale różnego gatunku w końcach pomiędzy sobą umocowane, i tak dobierając ażeby w miarę iak się wahadło przedłuża, te przydane blaszki metalowe w górę się zginały, a w przeciwnym razie na dół, przez co tem samym i środek ciężkości w równy utrzymuje się wysokości. — W podobnym zamiarze zamiast powyższych sposobów, niektórzy wzduż wahadła osadzali naczynie z merkuryuszem, przez co także gdy się wahadło na dół przedłuża, merkuryusz w tymże samym czasie w górę się wznosi, — Podobne kompensatory używają

się nie tylko w zegarach ściennych, lecz i w zegarkach kieszonkowych, a to za pomocą blaszek metalowych w podobny sposób urządzonych jak są w tak nazwanych termometrach zegarkowych (a).

363. Do ogólnych skutków ciepła należy zmiana stanu skupienia ciał, czyli przemiana ciał stałych na ciekłe, a ciekłych na lotne, i odwrotnie ciał lotnych na ciekłe a ciekłych na stałe; — które przemiany w pewnym względzie za dalsze powiększenie się i zmniejszenie objętości ciał uważać można. Pierwsze przytoczone zmiany uskuteczniają się przez ogrzanie, drugie zaś przez oziębienie, lub też przez umniejszone albo powiększone ciśnienie zewnętrzne, i tak *np.* woda zamienia się w parę nie tylko przez ogrzanie, lecz i w tedy, gdy za pomocą maszyny pneumatycznój zmniejszamy ciśnienie powietrza atmosferycznego, i na odwrot para nie tylko zamienia się w wodę przez oziębienie, lecz i przez powiększone ciśnienie. (*)

364. Bezpośrednim skutkiem tych przemian stanu ciał jest podwyższenie lub niżenie temperatury w ciałach otaczających, a w szczególności przemiany które się uskuteczniają ogrzaniem iakimi są przemiana ciał stałych na ciekłe, a ciekłych na lotne sprawują oziębienie; a przemiany, które się uskuteczniają oziębieniem, iak gdy ciała lotne na ciekłe, a ciekłe na stałe zamieniają się, sprawują w ciałach otaczających pod-

(a) Obacz w Fizyce Neumanna T. II. k. 128.

(*) Zbiór faktów dotyczących się odmiany stanu ciał obacz Cwiczenia naukowe z r. 1818 T. 2 k. 174, tndzież, rys teoryi odmian stanu w ciałach, w Pamiętniku Naukowym z r. 1819 T. I. k. 107.

wyższenie temperatury. — Lecz nie tylko przemiana stanu skupienia ciał sprawia podobną zmianę temperatury, lecz i każde inne zgęszczenie lub rozrzedzenie ciał. — I tak wyciągając powietrze z pod dzwona maszyny pneumatycznej jeżeli się to z pewną prędkością skutecznia, postrzegamy na termometrze niżenie temperatury, chociaż krótko trwające, z przyczyny wynadgrożenia tego ubytku ciepła z ciał otaczających i układania się do równowagi. — To nam także tłumaczy pomiędzy innymi zdarzenie w Schemnitz w Węgrzech postrzegane; w kopalniach tego miejsca, maszyna pompująca wodę poruszana jest rozprężliwością powietrza przyciśnionego kolumną wody na 60 łokci wysokości; gdy się to powietrze zgęszczone wypuszcza otworem umyślnie tym końcem zrobionym, natenczas trzymany nad tym otworem *np.* kapelusz, wewnątrz cały pokrywa się śniegiem, lub drobnymi kawałkami lodu; przyczyną tego jest nagłe rozrzedzenie się powietrza układającego się do równowagi z powietrzem zewnętrznym, a w miarę tego i zabieranie ciepła z ciał otaczających, do których należy i ta para która się z powietrzem razem wznosi, a która do znacznego stopnia tym sposobem oziębiona, w ciało stałe się zamienia. — Przeciwnie zaś gdy się powietrze zgęszcza *np.* w krzesiwku pneumatycznym, gdy się metale młotem biją, lub gdy się inne ciała nawzajem pomiędzy sobą trą, powstaje ciepło. — Otóż także młotem bity rozgrzewa się, chociaż się przez to gęstość jego bynajmniej nie powiększa. Zdarzenie tego gatunku łatwiej się

da wytlómaczyć, nie tak wpływem lub wypływem szczególnego płynu cieplika, iako raczćy ruchem drgania płynu po wszystkich ciałach rozlanego. (*)

365. Zdarzenia w czasie przemiany stanu ciał postrzegane, dają nam poznać różnice powiększey części przyiętą, cieplika wolnego od cieplika ukrytego lub z kombinowanego; czyli ciepła które sprawia powiększenie objętości ciał i działa na nasze czucie, od tego ciepła które sprawia przemiany stanu ciał, np. stałych na ciekłe i t. p. — Różnicę tę następujące doświadczenie objaśnić i potwierdzić może: biorąc 1 funt wody ogrzaney na 60° R. i funt wody na 0° gdy te dwa funty wody razem zmieszamy, otrzymamy dwa funty wody na 30° R. ciepłey, ile więc wodzie gorącćy ciepła ubyło, tyle zimnćy przybyło; ieżeli zaś zamiast wody na 0° weźmiemy funt lodu także na 0° i zmieszamy z funtem wody ogrzaney na 60° R, po ułożeniu się cieplika do równowagi, otrzymamy dwa funty wody temperatury 0° , zniknęło zatćm nieiako 60° ciepła, które łącząc się z lodem, zamieniło go na wodę, ta więc ilość cieplika która ani na nasze czucie ani [na termometr nie działa cieplikiem ukrytym lub utajonym nazywa się. — Tak iż pod tym względem możemy uważać ciała ciekłe, iako kombinacye ciał stałych z pewną ilością cieplika, a ciała lotne po-

(*) Nowe doświadczenia względem przemiany stanów skupienia ciał, przez R. Markiewicza opisane w Pamiętniku Warszawskim z r. 1816 T. 6 k. 168.

dobnież iako połączenia ciał ciekłych lub stałych z większą ilością ciepłika.

§. 36. *O ciepłiku gatunkowym.*

366. Widzieliśmy (365) że każde ciało zawiera w sobie pewną ilość i ciepła ukrytego utrzymującego ciało w oznaczonym stanie skupienia, i ciepła wolnego utrzymującego cząstki ciała w pewney pomiędzy sobą odległości, którego natężenie wymierza się termometrem. Układanie się ciepła wolnego do równowagi wskazuje, że ciała iakkolwiek na termometrze wskazują ten sam stopień temperatury, nie iednakową iednak ilość ciepła w sobie zawierają, podobnie iak ciała iednakowo wazące nie iednakowéy są gęstości. Ta ilość ciepła, właściwa każdemu ciału, stanowi tak nazwany *cieplik gatunkowy*, a własność ciał potrzebowania większéy lub mniejszéy ilości ciepła, dla ntrzymania się w tey saméy temperaturze *sposobnością* ciał nazywa się.

367. Że w rzeczy saméy przy tey saméy temperaturze nie iednakowa ilość ciepła w ciałach się zuayduie, przekonać się możemy mieszając pomiędzy sobą ciała iednorodne i różnorodne, i dochodząc ztąd powstaiącey średniey temperatury. W pierwszym bowiem razie po ułożeniu się do równowagi, rozłożenie się ciepła iest równe, w drugim zaś nie równe. I tak *np.* mieszając funt wody na 34° z funtem wody na 10° ogrzanéy, otrzymamy dwa funty wody średniey temperatury na 22° , ile więc iednéy ubyło, o tyle powiększoną została temperatura drugiey. Gdy zaś zmieszamy z sobą funt wody ogrzanéy na 34°

z funtem merkuryuszu na 0° lub odwrotnie funt merkuryuszu na 34° z funtem wody na 0° ; po ułożeniu się do równowagi postrzeżemy, że w pierwszym razie temperatura mieszaniny będzie 33° w drugim zaś razie 1° ; a tem samem że w pierwszym razie zmniejszyła się temperatura wody o jeden stopień, a od tego samego ciepła podniosła się temperatura merkuryuszu o 33 stopnie, a w drugim zniżyła się temperatura merkuryuszu o 33° a od tego samego ciepła, temperatura wody podniosła się tylko o jeden stopień, co zarazem wskazuje że ażeby podnieść do téj saméj temperatury, potrzebnie 33 razy więcéj ciepła woda, aniżeli merkuryusz; i ta właściwa ilość ciepła każdemu ciału do otrzymania pewnéj temperatury stanowi ciepłik gatunkowy.

368. Sposobność przyimowania większój lub mniejszój ilości ciepłika, nie tylko iest różna, w ciałach różnego gatunku, ale nadto iest także różną, w ciałach tego samego gatunku znajdujących się w odmiennym stanie skupienia, I tak woda zdaie się mieć większą sposobność ciepła w stanie ciekłym aniżeli w stanie stałym, zmieszawszy bowiem funt lodu na -10 S z funtem wody na $+90^{\circ}$ S, po ułożeniu się do równowagi otrzymamy dwa funty wody na $+3^{\circ}$ S, gdy tym czasem właściwie powinnyby bydź temperatura tylko na $+2\frac{1}{2}$, z tych bowiem 90° stopni, 75 połączyło się z lodem zamieniając go na wodę, z pozostałych 15° gdyby sposobność była ta sama $+10^{\circ}$ czyniłoby równowagę -10° lodu, a dopiero $+5$ powinno się było na te dwa funty roz-

dzielić, — gdy zaś tu nie $+5$ lecz $+6$ stopni rozdzielło się, z tego wypływa, że ogrzanie lodu zimnego na 10 stopni, potrzebowało tylko takiej ilości, iaka wznosi temperaturę wody do 9 stopni. Doświadczenia przez PP Dulong i Petit czynione wskazywać się zdają, że ta spobność cieplika zmienia się także podług różney temperatury.

369. Nie mamy sposobów wymierzenia bezwzględney ilości ciepła w ciałach zawartego, dochodziemy więc iey tylko względnie, czyli w porównaniu z ilością ciepła innego ciała pod tą samą wagą i pod tą samą temperaturą. Ciałem wspólnem do dochodzenia cieplika gatunkowego iest to samo, które służyło i do dochodzenia ciężkości gatunkowey, to iest woda; gdy więc mówimy że ciepłik gatunkowy merkuryszu iest 0,03, rozumiemy przez to, że do ogrzania tey saméy ilości co do wagi tak wody iak i merkuryszu i do téy saméy temperatury trzeba ilości ciepła dla wody 1, a dla merkuryszu 0,03, co się otrzymuie, za pomocą następującej proporcji $33^{\circ} : 1^{\circ} = 1 : x$.

370. Dochodzić zaś można tego względnego stosunku cieplika gatunkowego podwóyną drogą, to iest, albo mieszaiąc ciała różnego gatunku pomiędzy sobą, i uważając wypadaiącą ztąd średnią temperaturę, — albo za pomocą tak nazwanych Kalorymetrów. I tak co do pierwszego zmieszawszy dwa ciała równéy wagi, żeby *np.* pierwszego temperatura była 60° a drugiego 10° gdy po zmieszaniu i ułożeniu się do równowagi okaże się temperatura 20° wniesiemy ztąd że 40°

ubyłych podniosło temperature drugiego ciała o 10 stopni, czyli że sposobność cieplika drugiego ciała iest 4 razy większa od sposobności ciała pierwszego. W czynieniu podobnych doświadczeń względ mieć należy, na wpływ, iaki wywierają ciała otaczające w układaniu się cieplika do równowagi; niemniéy i na to zważać należy, ażeby mieszane ciała nawzajem na siebie chemicznie nie działały.

371. Ogólniejszy sposób dochodzenia cieplika gatunkowego iest, za pomocą Kalorymetrów, których zamiarem iest dochodzenie ilości roztopionego lodu, od ciała danéy wagi i temperatury; zasadą zaś wyżey przytoczone doświadczenie, że funt lodu do swego roztopienia tyle potrzebuie ciepła, ile potrzebuie funt wody na 0° ażeby był ogrzany na $60^{\circ} R$ lub $75^{\circ} S$; bo ieżeli funt innego ciała ogrzanego także na $60^{\circ} R$ rozpuści tylko pół funta lodu, tem samem wskazuje, że w tey samey temperaturze, w tem ciele dwa razy mniejsza ilość ciepła znajduie się, aniżeli w wodzie. W dochodzeniu cieplika gatunkowego danego ciała, nie iest konieczną potrzebą, ażeby go brać tey oznaczoney wagi, to iest funt, i żeby było ogrzane na 60° ; wzięte bowiem i pod każdą inną byle znaną wagą i temperaturą, łatwo za pomocą rachunku tenże cieplik gatunkowy oznaczony byđź może. I tak *np.* niech iakie ciało użyte do doświadczenia, ważące 3 funty i ogrzane na $45^{\circ} R$ nim dóydzie do temperatury zero, rozpuści lodu 24 łutów, wniesiemy że gdy 3 funty rozpuściły 24 łutów więc ieden funt rozpuściłby 8 łutów, nastę-

pnie gdy jeden funt ogrzany na 45° rozpuścił 8 łutów, za pomocą proporcji dochodziemy ile tenże funt rozpuściłby gdyby był ogrzany na 60° , która wskazuje $10\frac{2}{3}$ łuta, a zatem że się ma ciepłik gatunkowy wody do ciepłika gatunkowego tego ciała, iak 32 łutów do $10\frac{2}{3}$ łutów, a biorąc pierwszy wyraz za iedność, drugi się wyrazi liczbą 0,333.

372. Narzędziem do czynienia tego gatunku doświadczeń służącym, może bydź kawałek lodu w środku wydrążony, którego otwor podobnież lodem się pokrywa, w to wydrążenie wkłada się ciało którego ciepłika gatunkowego dochodzimy, i dopóty się w temże utrzymuie, dopóki lod topić się nieprzestanie, czyli dopóki temperatura tego ciała do 0° zniżoną nie zostanie, poczem ilość otrzymaney wody, wskaże wypadek szukany. — Jeżeli zaś to ciało iest ciecżą, lub ma powinowactwo chemiczne z wodą, natenczas wkłada się w iakie inne naczynie którego poprzednio sposobność ciepłika iest oznaczona. — Zwyczajny Kalorymetr składa się (f. 63) z trzech naczyń blaszanych, z których iedno w drugie wchodzi, tak iednak, ażeby pomiędzy niemi pewna przestrzeń pozostała; w środkowe naczynie wkłada się to ciało którego dochodziemy ciepłika gatunkowego; — przestrzenie zaś pomiędzy tem środkowem naczyniem i drugim, tudzież pomiędzy drugim i pierwszym wypełniają się lodem drobno potłuczonym; nadto drugie i pierwsze naczynie opatrzone są rurkami z kruczkiem, któremi woda z rostopionego lodu powstająca odpływa. Gdyby nie było pierwszego naczynia natenczas lod w drugim będący

nie tylko by topniał od ciała w środkowym naczyniu znajdującym się, lecz i od powietrza ze wnętrznego, przez przydanie zatem pierwszego, w tem topi się w wpływem temperatury zewnętrznej, w drugim zaś tylko działaniem ciepła wypływającego z ciała, w środkowym naczyniu umieszczonego.

373. Do oznaczenia ciepłika gatunkowego ciał lotnych, tudzież do oznaczenia ilości ciepła wydobywającego się w czasie palenia się ciał, w czasie oddychania i różnych działań chemicznych innego składu używa się Kalorymetr, który Kalorymetrem wody, tak iak poprzedni Kalorymetrem lodu nazwany bydz może. Bierze się naczynie walcowe (f. 64) w pośrodku którego umieszczona jest węzownica, naczynie to wypełnia się wodą, wiadomęj temperatury, nadto przy obydwóch końcach węzownicy znajdują się termometra, które wskazują temperaturę gazu tak wpuszczonego iak i wypuszczonego tą węzownicą, równie iak innych istot w czasie palenia się ciał powstających; — a podług tego o ile stopni zniżyła się temperatura gazu, a przeciwnie o ile stopni podwyższyła się temperatura wody danęj wagi, wnosi się o stosunku ciepłika gatunkowego; I tak np. wzięwszy powietrza atmosferycznego 83,40 kwart, co wynosi na wagę 108,32gr. gdy te są w stanie ogrzać 620,8gr wody na 4° tracąc własnego ciepła 85°, łatwo wyrachować można ile wody tą samą ilością ogrzałoby na 85° a to za pomocą proporcji $85^{\circ} : 4^{\circ} = 620,8 : x = 29,214$, wagi bowiem są w stosunku odwrotnym ciepła. Otrzymałszy

tym sposobem wagi wody i powietrza tej samej temperatury, gdy cieplik gatunkowy jest w stosunku odwrotnym wagi, t \acute{e} m sam \acute{e} m szukany cieplik gatunkowy b \acute{e} dzie w stosunku iak 108,320:29,214 czyli iak 1:0,2697. — Z reszt \acute{a} z powy \acute{z} szych wiadomo \acute{s} ci, znan \acute{a} jest rzeczą, iakim sposobem dochodzi si \acute{e} waga ciała lotnego dan \acute{e} y obj \acute{e} to \acute{s} ci, za pomoc \acute{a} oznaczon \acute{e} y ci \acute{e} żko \acute{s} ci gatunkow \acute{e} y. Temi i t \acute{e} m podobnemi sposobami oznaczony został cieplik gatunkowy wielu ciał stałych, ciekłych i lotnych.

§. 57. *Przemiana ciał stałych na ciekłe, i ciekłych na stałe.*

374. Im si \acute{e} ciało bardziej ogrzewa, tem si \acute{e} cz \acute{a} stk i tego \acute{z} wi \acute{e} c \acute{e} y oddalaj \acute{a} , i tem samem skupienie bardziej si \acute{e} oslabia, a nast \acute{e} pnie przechodzi ze stanu stałego w stan ciekły. Zamiana ta stanu skupienia czyli topienie si \acute{e} , uskutecznia si \acute{e} w r $\acute{o$ żnym stopniu temperatury podług r $\acute{o$ żn \acute{e} y natury ciał, a co zarazem jest skutkiem r $\acute{o$ żnego stopnia skupienia; i tak merkuryusz topi si \acute{e} w temperaturze —39°S. dla tego go te \acute{z} w zwyczajn \acute{e} y temperaturze mamy zawsze w stanie ciekłym, lod na 0°, oliwa w temperaturze 10°S, ł \acute{o} y 33°, fosfor 44°, wosk 68°, siarka 170°, cyna 210°, ołów 260°, miedź 2530° srebro 2602°, żelazo 9970° i t. p.

375. I lubo z tego wzgl \acute{e} du dzielono dawniej ciała na topliwe i nietopliwe, — odkrycie jednak w nowszych czasach dzielniejszych \acute{s} rodk \acute{o} w wskazało, że ten podział mni \acute{e} y jest stosowny, i raczej wypadaloby ie tylko dzielić na łatwi \acute{e} y i trudni \acute{e} y

topiące się; tém bardziéy gdy nie tylko metale lecz także ziemie i kamienie ztopić potrafią, a to za pomocą sztucznego ognia otrzymanego, paląc wodorod z kwasorodem w tym samym stosunku, w jakim się znajdują w wodzie. Do czynienia tych doświadczeń służy nie tylko znana lampa Newmanna, ale i letror hydrostatyczny naszego rodaka Hr: Chodkiewicza. (*)

376. Ułatwia się także wielu ciał topienie przydaniem innych ciał, iak *np.* żelaza przez przydanie siarki, srebra i miedzi przez przydanie cyny i ołowiu, krzemionki za pomocą potazu i t. p. Oprócz różnego stopnia temperatury niektóre także i inne różnice w czasie topienia ciał postrzegać się dają; i tak twardości przed roztopieniem się rozmiękają, szkło żelazo i niektóre inne ciała stają się ciągleyszemi, inne zaś osobliwie mieszanina metalów (aliaże) kruchemi. Ciała które są dobrymi przewodnikami ciepła roztopiają się od razu tak na powierzchni, iak i w całej swojej massie; przeciwnie zaś, złe przewodniki, nie od razu, lecz następnie topią się zaczawszy od powierzchni, iak *np.* lod, tłuszcz, wosk i t. p. I właśnie te ciała dają nam sposobność przekonania się, o tem zdarzeniu, że gdy ciała zaczną się topić, przez cały czas ich topienia, iakkolwiek i najmocniéy ogrzewane, nie podnosi się temperatura, lecz cała przybywająca ilość ciepła służy

(*) O których wiadomość znajduje się umieszczona przy opisanii nowego aparatu, do wydania wielkiego stopnia ciepła przez J. Milęgo, w Roczniku Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego T. 16 k. 320.

do dalszego ciała topienia, co właśnie służy do oznaczenia punktu stałego na termometrze; i dla téj przyczyny, tłuście dopóty nie wykipią, dopóki cała ich masa nie będzie wstanie ciekłym.

377. Skutkiem topienia się ciał jest niżenie temperatury w ciałach otaczających; i tak doznajemy znacznego zimna, gdy trzymamy w ręku kawałek lodu topiącego się, nie mniej dostrzedz możemy to niżenie temperatury przy każdym rozpuszczaniu się soli w wodzie, szczególniej gdy sol amoniacką rozpuszczamy, oziębienie wody jest widoczniesze. — Niżenie temperatury jest daleko znaczniejsze gdy mieszamy sol z lodem, w tym bowiem razie dwa ciała stałe zamieniając się na ciekłe daleko większą ilość ciepła w siebie zabierają. I właśnie od takowego topienia się zawisła robota sztucznych lodów, w których różne płyny marzną, topieniem się lodu solą posypywanego. Do kwasu nawet siarczanego, lub saletrowego wysypując małą ilość śniegu dosyć znaczne zimno sprawić można.

378. Na tej zasadzie, mieszaiąc w oznaczonym stosunku, sole z wodą, śnieg z kwasami, tudzież sole z lodem, otrzymać można zimno sztuczne do wysokiego stopnia doprowadzone; a to tem łatwiej, gdy ciało w jedney mieszance do pewnego stopnia oziębione wkładamy następnie w inną; tym sposobem potrafiąno otrzymać zimno przeszło na 60° poniżej zera.

379. Gdy ciało stałe zamienione na ciecz daley ogrzewać się będzie, ciepłik przybywający podwyższa teyże cieczy temperaturę, i oddala

cząstki pomiędzy sobą, gdy zaś przeciwnie znajduie się pomiędzy ciałami niższej temperatury, natenczas układając się do równowagi, traci coraz więcéy ciepłika, pozostaje jednak w stanie ciekłym dopóty, dopóki nie zacznie téy ilości tracić która go w tym stanie utrzymywała, i natenczas krzepnie, marźnie, czyli w ogólności zamienia się na ciało stałe. — Wydając zaś tę ilość ciepła, która go utrzymywała w stanie ciekłym, tém samém sprawia podwyższenie temperatury w ciałach otaczających, o czem na wodzie w następujący sposób przekonać się można. Naczynie z wodą w której znajduje się zanurzony termometr otoczywszy jaką oziemiającą mieszaniną, postrzeżemy że gdy jest w spokojności, termometr znacznie poniżej zera zniżać się będzie, woda jednak w stanie ciekłym pozostanie; gdy następnie cokolwiek poruszymy, natychmiast woda w lod ścinać się będzie, lecz w tenczas i termometr wzniesie się do zera, w którym to miejscu, choćbyśmy wodę najmocniej oziembiali, dopóty pozostanie, dopóki cała ilość wody w lod się nie zamieni.

380. Z tego także wytlómaczyć można, dla czego w czasie gaszenia wapna, tak znaczne powstaje gorąco, — nim się bowiem wapno w wodzie jest w stanie rozpuszczać, łączy się w przody woda z wapnem stanowiąc tak nazwany wodnik wapna, a tem samem woda z stanu ciekłego w tem połączeniu zamienia się w stan stały. — Postrzegając się także daie podwyższenie temperatury w czasie rozpuszczania niektórych soli w wo-

dzie, to jest, takich soli, które do ukształcenia się w kryształy, potrzebują pewney ilości wody, i które przed włożeniem w wodę poprzednio w ogniu wyprażone zostały; w takim bowiem razie te sole, nim się rozpuszczą w wodzie, tak iak i wapno w przódy łączą się z pewną ilością wody, zamieniając ją tém samém na ciało stałe.

§.58. *Przemiana ciał stałych i ciekłych na lotne.*

381. Ciała ciekłe nie tylko gdy są do pewnego stopnia ogrzane, lecz i w każdej innéj temperaturze ulatniają się, o czem łatwo przekonać się można, ciągłym ubywaniem cieczy wystawionéj na powietrze w otwartém naczyniu, który to ubytek wagi nie tylko na wodzie, lecz także na śniegu i lodzie postrzegać się daie. Naywidoczniejsza przemiana cieczy na ciała lotne jest w czasie ich *wrzenia*, w czasie którym formuje się para nie tylko na powierzchni cieczy; lecz i wewnątrz, czego bezpośrednim skutkiem, ciągłe cieczy przewracanie się, iakie w czasie gotowania albo raczej wrzenia postrzegamy.

382. Stopień ciepła do zawrzenia cieczy potrzebny jest różny podług różney natury ciał; i tak Eter wrze na $+33^{\circ}S$. spirytus na $+79^{\circ}S$, woda na $100^{\circ}S$. Merkuryusz na $+350^{\circ}S$, olej lnia-ny na 315° i t. p. — Stopnie te stanowią punkta stałe wrzenia, z przyczyny że gdy ciecz wrzeć rozpoczyna, natenczas choćby naymocniéj ogrzewaną była, zawsze ten sam stopień temperatury okazywać będzie, dopóki całkowita ilość cieczy w parę się nie zamieni.

383. Zmienia się tylko ten stopień wrzenia, podług różnego ciśnienia atmosfery, w ogólności bowiem im większe jest ciśnienie, tem też wyższej temperatury potrzeba ażeby ciecz wrzeć mogła, i przeciwnie im to ciśnienie jest mniejsze, tem też i stopień wrzenia jest mniejszy. Dla tego w oznaczeniu punktu stałego wody wrzącej na termometrach względ mieć należy i na ciśnienie barometrem wskazane. I wrzeczy samę przekonac się o tem łatwo możemy za pomocą maszyny pneumatycznej, gdy bowiem pod dzwonek powietrze dostatecznie rozrzedzone zostanie, Eter już w temperaturze 0° , a woda w temperaturze 30° wrzą. — Tego właśnie sposobu używali nie którzy do oznaczenia wysokości gór, gotując, bowiem wodę w różnych wysokościach im w niższej temperaturze przechodzi w stan wrzący, tem samem wskazuje że jest mniejsze powietrza ciśnienie, a większe miejsce wzniesienie. — Dla teyże przyczyny i gotowanie potraw dłuższego czasu, a tem samem i znaczniejszą ilość opału potrzebuje na znaczniejszych górach, a niżeli w niższych miejscach położeniach.

384. Lecz iak w otwartych naczyniach ciśnienie powietrza opóźnia wrzenie, tak w zamkniętych tenże sam skutek sprawia ciśnienie powstające pary, dla tego też w takowem naczyniu ciecz wrząca może być daleko wyższej temperatury. — Ze w istocie ciśnienie pary wpływa na opóźnienie wrzenia w następujący sposób przekonac się można: bierze się kolba szklana do połowy wodą napełniona, i gdy woda wre, otwor teyże kol-

by szczelnie się zamyka, a odstawwszy od ognia, gdy woda wrzeć przestała, oziębiamy wyższą część, na nowo wrzeć poczyna, gdy zaś przeciwnie wyższą część ogrzewać będziemy, wrzenie natychmiast ustaie; przed zamknięciem bowiem kolby powstająca para wypycha powietrze powyżej będące, tak iż po zamknięciu teyże, para tylko znajduje się nad cieczą, której ciśnienie iest przyczyną że przestając ogrzewać, wrzenie także ustaie. Gdy więc przez oziębienie wyższej części te parę w ciecz zamienimy, tem samem usuwamy ciśnienie, i wrzenie się rozpoczyna, przeciwnie zaś przez ogrzewanie powiększamy ilość powstającej pary, a tem samem i ciśnienie.

385. Zastosowanie takowego pary działania naypospolitsze mamy w tak nazwanym kociołku Papina, którym zazwyczaj iest naczynie walcowate z miedzi lub żelaza znaczney grubości, z pokrywą szrubami do naczynia przymocowaną, tak ażeby powstająca para uchodzić nie mogła, używa się zaś do rozgotowania kości, i t. p. Zresztą zapobiegając rozsadzeniu, opatrzony także iest częstokroć klapą, która w oznaczonem natężeniu ciśnienia pary otwiera się, i nieco teyże pary wypuszcza.

386. Ze w zwyczajnym ciśnieniu atmosfery zawsze ta sama pozostaie temperatura, dopóki tylko ciecz wre, ztąd wypływa, że nowa przybywając ilość ciepła łącząc się z cieczą, stanowi ciało lotne, a tem samem staie się cieplikiem ukrytym czyli uwięzionym. Z tego pomiędzy innemi i ten skutek wytłómaczyć możemy, dla czego naczynie

cynowe przy ogniu będące nie topnieie, gdy się w nim woda wrząca znajduie, temperatura bowiem tego naczynia, równie iak i wody nie wyższą jest iak 100° . Ta zaś ilość ciepłika, która łącząc się z wodą zamienia ją w parę, jest $5\frac{1}{2}$ razy większą od tey, iaka jest potrzebna do ogrzania wody od 0° do 100° . Jak więc zamiana cieczy na ciało lotne uskutecznia się łączeniem się z ciepłikiem, tak nawzajem gdy ten ciepłik odłączać się będzie, ciało lotne nazad do stanu ciekłego powraca. — I na takowem następnem ogrzewaniu i oziębieniu zasada się ważna w wielorakich zastosowaniach robota chemiczna destylacyi i sublimacyi, za pomocą której istoty stałe i ciekłe, nayprzód się ułatniają, i od innych ciał oddzielają, a następnie odosobnione zamieniają się na stan stały i ciekły.

387. Zamiana ciał stałych i ciekłych na lotne, nie tylko się ukutecznia w tey temperaturze w której wre, lecz iakieśmy iuż wyżey powiedzieli, i w każdej innéy temperaturze. To ciągłe ulotnienie czyli parowanie tem się od właściwego wrzenia różni, że się tylko na powierzchni uskutecznia, tudzież że działanie jest powolne, gdy tym czasem w czasie wrzenia zamiana w ciało lotne jest nagła.

388. Z resztą te same zdarzenia i skutki iakie w czasie wrzenia są uważane, postrzegać się także dają w czasie wszelkiego innego parowania. I tak ciśnienie powietrza nie tylko opóźnia wrzenie lecz i wszelkie parowanie, pod dzwonem bowiem maszyny pneumatycznéy gdy powietrze jest rozrze-

dzone, woda lub spirytus daleko prędzcy parują aniżeli w powietrzu. — Podobnież i wczasie powolnego parowania tak, iak i w czasie wrzenia łączy się cieplik z cieczą; dla tego gdy zmoczemy gałkę termometru cieczą łatwo parującą *np.* eterem, postrzegamy w krótce niżenie temperatury, a to tem większe, ieżeli razem ten termometr szybko poruszamy. Nareszcie i para z parowania powstająca równie iak i ze wrzenia, przez oziębienie nazad do stanu ciekłego powraca, iak to widzimy, gdy powstająca para w opalonych izbach opada na zimniejszych oknach.

389. Ztąd wytlómaczyć możemy dla czego nalawszy na rękę spirytusu lub eteru w czasie gdy tenże paruje, równie iak i po kąpieli, zimno czujemy; ztąd także wypływa łatwy sposob chłodzenia napoiów w butelkach, gdy ie chustą zmoczoną obwiniemy; na tey zasadzie naczynia w Hiszpanii Alkaraza nazwane służą do chłodzenia napoiów, będąc dziurkowate; tym bowiem sposobem ciecz przesiąkaiąc paruje, a tem samem pozostała ziembnieie.

390. Nareszcie na téy saméy zasadzie opiera się doświadczenie P. Leslie, który wyciągaiąc powietrze z pod dzwona maszyny pneumatycznej zamrażał wodę, lecz do tego potrzeba, ażeby pod tymże dzwonem oprócz wody znajdowało się inne ciało chciwie się z parą wodną łączące, iakim jest szczególniey kwas siarczany, a podług czynionych doświadczeń i mąka owsiana, w tym bowiem razie w miarę iak się tworzy para prędko, tak zarazem powinowactwem do drugiego ciała

zniszczoną zostać, w iey zaś miejsce, druga część wody w parę się zamienia a tem samem nową ilość ciepłika zabiera, i tak następnie, zniża się tym sposobem temperatura pozostałej wody, dopóki się w lod nie zamieni. (*) Do tego przydać także można i sposób oziębienia podany przez Wollastona, uskuteczniający się za pomocą narzędzia Kryofor nazwanego; są to dwie bańki szklane połączone takąż rurką w łuk zgiętą; z tych w iednęj znajduje się woda, w drugiey zaś miejsce próżne, a tém samem parą tylko wodną wypełnione; gdy ta otoczona zostanie mieszaniną oziębniąca, zgęszczająca się w nięj para powiększa parowanie w pierwszėj bańce, a razem i zamrożenie wody w téjże uskutecznia. Tak nazwany młotek wodny w podobnym zamiarze naydogodnięj użytym być może. Te i tym podobne okoliczności wskazują, że iakkolwiek zachodzi różnica w sposobie kształcenia się pary w czasie wrzenia i zwyczajnego parowania; — w wszelki jednak sposób ukształcona para te same przedstawia własności.

391. Para w wszelki sposób ukształcona wraca do stanu ciekłego nie tylko oziębieniem, ale i zciśnieniem, tak że gdy powietrza zmniejszymy objętość, natenczas tém samém powiększamy tylko jego gęstość, gdy przeciwnie zmniejszając objętość pary, część téjże wraca do stanu ciekłego; a że

(*) O sztucznem zamrożeniu wody, znajduje się wiadomość unieszczona w Dzienniku Wileńskim z R. 1820 T. 1. k. 69.

właśnie ten powrót do stanu ciekłego stanowi istotną różnicę pomiędzy parami a właściwymi gazami, dla tego też i ten podział najnowszemi odkryciami okazał się być niepewnym, — wiele bowiem istot za gazy w tym znaczeniu mianem, obrócone zostały w ciała ciekłe, co jest skutkiem doprowadzenia zimna sztucznego do wyższego stopnia, i wynalezionych sposobów wywierania znacznego ciśnienia. (*)

392. Pozostaie nam zastanowić się jeszcze nad okolicznościami, od których zawisła *ilość* tudzież *gęstość* i *rozprężliwość* powstającej pary. Pod tym względem uważana być może para w miejscu otwartem lub zamkniętem, tudzież w miejscu próżnem, lub też powietrzem wypełnionem.

Jeżeli uważamy parę w miejscu zamkniętem i próżnem, natenczas ilość, gęstość i rozprężliwość pary, od tych dwóch tylko zawisła okoliczności, to jest: od wielkości miejsca, i od temperatury. W danem bowiem miejscu przy tej samej temperaturze, pewna tylko część cieczy zamienia się w parę, i już więcej nie paruje, gdy zaś to miejsce dwa lub trzy razy powiększemy, na ten czas dwa razy także lub trzy razy większa ilość pary powstaje, a przeciwnie gdy miejsce to zmniejszać będziemy, w podobnym stosunku ukształcona para w ciecz się zamienia. — Gdyby

(*) O przejściu wielu gazów do stanu ciekłego. obacz w Pamiętniku Warszawskim z R. 1823 T. 6 k. 206 i 311, tudzież o skropleniu niektórych gazów przez Prof. Uniw. Kijaiewskiego. Pamiętnik Umiejętności Sztuk i Nauk z r. 1824 Nru 1. k. 1.

zaś oprócz pary nieznaydowało się cieczy, natenczas przez powiększenie mieysca, ilość ta sama pozostaje, lecz gęstość i rozprężliwość zmniejsza się w stosunku odwrotnym; — a powiększa się zmniejszeniem tegoż mieysca.

Gdy mieysce to samo pozostaje a temperatura się zmienia, natenczas powiększając temperaturę powiększa się także i ilość pary, a tem samem razem iéy gęstość i rozprężliwość, i to w tem większym stosunku, im temperatura jest wyższa, tak iż w temperaturze od 10° do 20° więcéy paruje, aniżeli od 0° do 10° . — Gdyby zaś wtemże mieyscu nieznaydowało się cieczy w parę zamienić się mogącý, natenczas przez ogrzanie nie powiększa się ilość i gęstość, ale tylko rozprężliwość pary, która przeciwnie zmniejsza się przez oziębienie.

393. Gdy mieysce zamknięte jest wypełnione powietrzem, i w tym razie ilość, gęstość, i rozprężliwość pary, zawista także iedynie od wielkości mieysca i temperatury, czyli że ta sama ilość pary powstanie, czy to mieysce będzie próżne lub też powietrzem wypełnione, byle tylko wielkość mieysca i temperatura ta sama pozostała; — a iedyna w tym względzie różnica jest: że w mieyscu próżnem od razu ta ilość pary powstaje, iaka wielkości mieysca i temperaturze jest odpowiednią, w mieyscu zaś powietrzem lub iakim innym gazem wypełnionem, doznaiąc uciakiego oporu, pewnego czasu potrzebuie.

394. Uważając nareszcie parę w mieyscu otwartem, ilość powstającéy pary tem będzie większą

w ogólności, im jest większe miejsce. — Nie idzie iednak zatem, że gdy miejsce jest nieograniczone, żeby i parowanie było nieograniczone, bo gdybyśmy nawet na otaczające powietrze względu nie mieli, to sama już ukształcona para kładłaby tamę, dalszemu cieczy parowaniu. Z czego wypływa, iż ilość pary w miejscu otwartem zawisła także od temperatury, która gdy jest różna w różnych okolicach kuli ziemskiej, tem samem nasza atmosfera nie wszędzie i nie zawsze tą samą ilością pary jest wypełniona. Z resztą parowanie w otwartem miejscu oprócz temperatury, zawisło także od wielkości powierzchni parującej cieczy, tudzież od ruchu powietrza.

395. Przytoczone zasady parowania w następujący sposób doświadczeniami stwierdzić można. Dla przekonania się, że ilość pary w miejscu zamkniętem i próżnem przy tej samej temperaturze zawisła od wielkości miejsca, bierze się rurka barometryczna, i zwyczajnym sposobem wypełnia się merkuryszem, poczem wpuszcza się nieco tej cieczy, której parowania doświadczamy, ciecz ta jako lżejsza wzniosłszy się nad merkurysz, wypełnia miejsce powyżej będące parą, przez co merkurysz nieco opada, a różnica iaka postrzegać się daie, pomiędzy wysokością barometryczną, a wysokością merkuryszu w tej rurce, wskazuje właściwe ciśnienie pary na merkurysz; jeżeli następnie tę rurkę w głębszem naczyniu zanurzać będziemy, (fig: 65), kolumna merkuryszu ta sama pozostaje, co wskazuje że to samo jest działanie pary czyli ta sama gęstość, a

że miejsce zmniejszone zostało, musiała zatem i część pary temu zmniejszonemu miejscu odpowiadająca nazad do stanu ciekłego powrócić, podobnież się dzieie, gdy rurkę tę podnosimy, a tem samem miejsce nad merkuryuszem będące powiększamy.

396. Na doświadczenie pary powstającej w tem samem miejscu zamkniętem i próżném lecz w różnych temperaturach, służyć może bania szklana tak urządzona, ażeby mogła być od powietrza za pomocą maszyny pneumatycznej wypróżnioną, tudzież żeby się w nię znajdował zanurzony Barometr, który tém samem wskazuje iak dalece powietrze rozrzedzone zostało; gdy więc do tak wypróżnionego balonu wpuścimy nieco cieczy, powstająca ztąd para, wysokością wzniesionego merkuryusza w rurce barometrycznej, wskazuje rozprężliwość tejże pary; — a gdy następnie ten balon wkładany będzie w wodę różnie ogrzaną, merkuryusz w rurce barometrycznej znajdujący się różne także ciśnienie pary wskazywać będzie; — takowe urządzenie balonu szklanego z barometrem, iak (f. 66 i 67) wskazuje, nazywane także jest Manometrem.

397. Za pomocą tego samego balonu można się także i o tem przekonać, że ilość pary w miejscu zamkniętem jest ta sama, czy to miejsce jest próżne, lub powietrzem wypełnione; — umieściwszy bowiem w tym balonie iakie ciało wilgotne np. kawałek płótna w wodzie zmoczonego, po niejakim czasie postrzeżemy, że wysokość merkuryusza w barometrze o tyle się podnosi, ile by

się merkuryuszu podniosło do samego ciśnienia pary w miejscu czczem.

398. Dla uważania zaś ilości parowania w miejscu otwartem służy narzędzie *Atinometrem* nazwane; a tem bydź może każde naczynie wodą wypełnione i na otwarte powietrze wystawione, który ubytek wagą lub objętością oznaczany, stosunek parowania wskazuje. Żeby iednak podobne postrzeżenia miały pewną cechę dokładności, powinno to naczynie bydź umieszczone w innem obszerniejszem także wodą wypełnionem, tak a żeby woda wewnątrz i zewnątrz do téj saméj dochodziła wysokości; — nadto powinno bydź zabezpieczone od przybycia wody z deszczu lub śniegu.

399. Ilość pary zawisła od temperatury, iest także różną i podług różnéj natury ciał, a w ogólności, iak doświadczenia wskazują, tem iest większą im punkt wrzenia iest niższy; — i dla tego to parowanie merkuryuszu w zwyczajnéj temperaturze iest bardzo małe, tak że nawet z trudnością oznaczone bydź może. Nadto rozprężliwość różnego gatunku pary iest ta sama w iednakowéj temperaturze powyżej punktu wrzenia uważanéj; i tak *np.* gdy eteru punkt wrzenia iest $35^{\circ}S$, a wody $100^{\circ}S$, tém samém pary eterowey rozprężliwość tak będzie wielka w temperaturze $55^{\circ}S$, iaka iest rozprężliwość pary wodnéj w temperaturze $120^{\circ}S$.

400. Nadto wypada rozróżnić wpływ ciepła na tworzącą się parę, od wpływu ciepła na parę iuż utworzoną; w pierwszym bowiem razie im wię-

cęcy ciepła przybywa, tem większa ilość cieczy zamienia się w parę, czyli powiększa się ilość pary przez łączenie się ciepła z cząstkami cieczy; w drugim zaś razie przybywający ciepłik, oddala z większą mocą cząstki pomiędzy sobą, a tem samym powiększa się nie ilość, lecz rozprężliwość pary.

§. 59. *Przemiana ciał lotnych na ciekłe.*

401. Dopóki cząstki wody są w stanie lotnym, dopóty są nie widzialne, lecz iak tylko powracają do stanu ciekłego, poczynają bydź widzialnymi, stanowiąc chmury gdy się wyżéy, a mgły gdy się niżéy znajdą. — Woda w stanie lotnym jest gatunkowo lżeysza od powietrza, a w stanie ciekłym jest gatunkowo cięższą, że więc pomimo tego w powietrzu się przez nieiaki czas utrzymuje, nie opadając na doł, przyczyną tego jest drobność kropelek, które nie są w stanie przezwyciężyć oporu powietrza, tudzież ruch tegoż powietrza.

402. Jak ogrzewanie jest główną przyczyną parowania, tak wszelkie oziębienie powrotu pary do stanu ciekłego; ztąd wielorakie codzienne zdarzenia wytłómaczyć można, iak np. dla czego butelki z piwnicy w lecie wynoszone wilgocią się pokrywają; dla czego oddech zwierzęcy w zimie jest widzialny; — dla czego na odwilż, mury miejsc nieopalanych śniegiem się lub wilgocią pokrywają; dla czego szyby izb opalanych wewnątrz zamarzają, a na odwilż zewnątrz izb nieopalanych; — tudzież dla czego

mgły szczególnię nad wodami i lasami się wzno-
sza, — i wiele innych tym podobnych.

Nie tylko iakieżmy już wyżej powiedzieli o-
ziębieniem i ściśnięciem, powracają pary do sta-
nu ciekłego, ale nadto i chemicznem działaniem
niektórych innych istot na teź pary, i tak *np.* kwas
siarczany chciwie łączy się z parą w powietrzu się
znaydującą i zamienia ją na wodę; i na tey
własności zasadza się sposob osuszania powie-
trza i wszelkich innych gazów za pomocą soli, iak
np. solanu wapna.

403. Istoty takowe, które wciągają w siebie pa-
rę wodną w powietrzu się znaydującą, tem samem
cięższemi się stają, a wielu także i objętość zna-
cznie się powiększa; iak *np.* papieru, błonek,
stron, włosow, drzewa i t. p. — Tak iednych iak i
drugich ciał używa się, do oznaczenia ilości pary
wodnój w atmosferze w różnych czasach i w ró-
żnych miejscach znaydującój się; które ztego
względu *higrometrycznemi* istotami nazywają się,
narzędzia zaś z tych ciał zrobione i do mierzenia
lub wskazywania pary w powietrzu służące, *higro-*
metrami lub *higroskopami* (wilgocio-mierzami). *Hi-*
grometrycznej istoty w tym zamiarze użytój, gło-
wną własnością byź powinno, łatwe pary przy-
ciąganie, i podobnieź łatwe ustępowanie.

404. Dopóki cząstki wody są w stanie lotnym,
dopóty ani powietrze, ani ciała w nim znaydujące
się, nie są wilgotnemi, lecz w tenczas dopiero,
gdy ta para w stan ciekły zamieniać się poczyna;
co nie zawisło od bezwzględnej ilości pary, ale
raczěj do stosunku zachodzącego pomiędzy ilo-

ścią pary a temperaturą; tak iż może się daleko większa ilość pary w powietrzu znajdować, a jednak wilgoci nie okazywać, jeżeli i stosunkowo wyższa także będzie temperatura. Dla tego też i żaden Higrometr nie mierzy bezwzględnej ilości pary w powietrzu się znajdującey, lecz tylko wskazuje względną teyże ilość, iaka jest odpowiednią temperaturze każdego czasu.

405. Nayogólniey używany Higrometr jest Sausura, w którym istotą higrometryczną jest włos ludzki poprzednio w słabym ługu wygotowany, dla oczyszczenia go od tłustości; — włos (f. 68) tym sposobem przygotowany, jednym końcem jest niewzruszenie umocowany, drugim zaś przyczepiony jest do bloczka około osi obracającego się; — na osi znajduje się index wraz z bloczkiem poruszany, a na obwodzie bloczka zawieszony jest mały ciężarek, który w miarę iak się włos skraca lub przedłuża, tém samém podnosi się lub opada, i włos w jednakowem zawsze wyprężeniu utrzymuje. — Index wskazuje na półkolu stopnie podziałki; która ma dwa punkta stałe, największey wilgoci i największey suchości, a miejsce pomiędzy temi punktami stałemi na 100° stopni jest podzielone. — Dla oznaczenia zaś tych punktów stałych, wkłada się cały ten aparat pod dzwon, którego boki wewnętrzne są wodą polane, i stoi w naczyniu wodą wypełnionem; gdy już po niezakim czasie włos się nie przedłuża, i index niewzruszony na jednym miejscu pozostaje, to miejsce stanowi granice największey wilgoci. — Następnie dla oznaczenia drugiego punktu stałego, wkła-

da się tenże aparat pod suchy dzwon stojący na blasze rozpalonéy, pod którym nadto znajduje się iaka sol mocno powietrze osuszająca. — Czy-nione w tych czasach doświadczenia w Genewie z higrometrami różnego gatunku, okazały, że higrometr włosowy najlepiej zamierzonemu celowi odpowiada, z przyczyny że w naykrótszym czasie przechodzi, ze stanu naywiększéy suchości do stanu naywiększey wilgoci i naodwrot, — tudzież że te higrometra, tak iak termometra i inne tego gatunku narzędzia, w podobnym stosunku przechodzą od naywyższego do nayniższego stopnia, to jest z początku bardzo szybko, a następnie ku końcowi nie znacznie. — Nadto włos wzięty z mui okazał się bydź równie czułym iak włos świeży.

406. W podobny sposób zrobiony jest Higrometr Deluka, w którym istota wilgoć lub suchość wskazująca, jest cienka warstwa fisz-binu nie w podłuż lecz w poprzek wystrugana, w podobny sposób punkta stałe oznaczone mająca, iak w poprzedzającym higrometrze.

407. Do bardzo czułych należy higrometr Wilsona, w tym istotą higrometryczną jest pęcherz szczurzy; poprednio w zimnéy wodzie oczyszczony i przewrócony, wsadza się na rurkę termometryczną, i nitką się do teyże przywiesznie, a następnie merkuryuszem wypełnia; tém samém gdy się od wilgoci pęcherz powiększa, merkuryusz w rurce opada, przeciwnie zaś na suchość się wznosi. Punkta stałe oznaczają się, zanurzając ten aparat w wodzie, a potem mieszcząc go pod dzwo-

nem, pod którym znajduje się także kwas siarczany; — miejsce zaś pomiędzy temi punktami dzieli się na 100°. Zresztą takowy higrometr jest razem i termometrem, dla tego chcąc oddzielić skutek wilgoci od skutku ciepła, potrzeba poprzednio oznaczyć powiększenia się przez same ogrzanie powstające. — Deluk oprócz powyższego fiszbino-
wego, robił także higrometr z kości słoniowej; jest to mały cienki i wydrążony walec z kości słoniowej, połączony z rurką szklaną, do pewnej wysokości merkuryszem wypełniony, który, w miarę powiększenia lub zmniejszenia się objętości walca od wilgoci, podnosi się lub opada w rurce. — W podobny sposób robiono higrometr i z pióra.

408. Najpospolitsze higrometra, które nie tak do wymiaru iako raczej do prostego tylko wskazywania wilgoci służą, są stronowe, te od wilgoci rozkręcają się a od suchości skręcają, i zazwyczaj tak są umocowane, iż na ich końcach znajdują się figurki, które skręcaniem lub odkręcaniem się strony, na przód lub w tył postępują. — Nawet każdy sznur w tym zamiarze użytym byź może, od wilgoci bowiem grubnieje i skraca się, a na suchość przedłuża.

409. W drugiego gatunku higrometrach, w których stopnie wilgoci oznaczają się nie objętością lecz powiększaniem wagi, potrzebna jest dokładna szalka tudzież istota łatwo w siebie wilgoć wciągająca, i łatwo także nazad oddająca, częstokroć w tym zamiarze używane są niektóre gatunki łupku glinianego.

410. Leslie użył swoy różnicowy termometr za

higrometr pokrywając obydwie gałki skórką, iakiey używają do wyciągania blaszek złota; gdy bowiem jedna z tych kulek wodą zmoczona zostanie, natenczas im prędzéy będzie schnąć, tém więcéy się zniża temperatura drugiéy kulki, schnięcie zaś będzie tem prędsze im powietrze jest suchsze; — tém samém znacznieysze stopnie zimna wskazują większą suchość powietrza.

411. Nareszcie do sposobów oznaczania wilgoci powietrza można i ten policzyć, który, jest przez Daltona podany; a ten jest następujący, w naczynie szklane walcowate wlewa się zimna woda, przez co osiada wilgoć na stronie zewnętrzuéy po wylaniu téy i osuszaniu strony zewnętrznéy, wlewa się następnie coraz ciepleysza woda, co dopóty się powtarza, dopóki na zewnętrzney stronie żadna wilgoć osiadać nie będzie; i takowéy wody za pomocą termometru oznacza się temperatura, która wskazuje iak dalece powietrze powinno być ogrzane, ażeby ilość wody w powietrzu się znajdujący w parę zamienioną została.

§. 60. *O użytkowaniu pary.*

412. Para w podwójny sposób szczególniéy użytkowaną być może, to jest ciepłem uwięzionem, tudzież swoią rozprężliwością.

Co do pierwszego, para powracając do stanu ciekłego oddaie tę część ciepłika uwięzionego, która wodę utrzymywała w stanie lotnym, a która to ilość, iak wiemy z poprzedzającego jest $5\frac{1}{2}$ razy większa, od téy ilości iaka jest potrzebną do ogrzania wody od 0° do $80^{\circ}R$. W wieloraki za-

tem sposob używany jest ciepłik, który poprzednio w parze był uwięziony, i tak w łazienkach publicznych używa się do ogrzewania znaczney ilości wody, para bowiem z kotła zamiast wolnego uchodu za pomocą rur prowadzoną jest do wody zimney, którą tém samém ogrzewa, tak iż jedna część w kotle ogrzewająca się przeszła pięć innych części swoją parą do stopnia wrzenia doprowadza. — Nadto nie tylko do ogrzania wody używa się para, ale także i do ogrzania całych zabudowań iak *np.* fabryk, lazaretow i t. p. przeprowadzana tem końcem rurami; — używa się do gotowania potraw, w warzelniach soli, w destyllacyach wodek, w fabrykach octu, — do wysuszania prochu, tabaki i t. p.

413. Ogrzewanie za pomocą pary wiele w sobie łączy dogodności i od bezpieczeństwo od ognia, tym bowiem sposobem, same ognisko może się znajdować w wszelkiy dogodney odległości od przedmiotów ogrzewanych, wysuszanych i t. p. — 2^{re} iednostayność temperatury, która w wielu działaniach jest nayważniejszą. — 3^{cie} oszczędzenie opału.

414. *Co do drugiego*; iak znaczna jest moc rozprężliwości pary, możemy wnosić ze stosunku objętości iaką zajmuie woda w stanie ciekłym, i ta sama woda w parę zamieniona. Jeden cal sześcienny wody obrócony w parę zajmuie miejsce blisko iedney stopy sześcienney, a tém samém miejsce około 1728. razy większe; i w rzeczy samey doświadczeniami stwierdzono, że ta sama ilość wody w parę zamienionéy większy skutek

sprawia od podobneyże ilości prochu. Naygłówniejsze użycie mocy rozprężliwości pary, mamy w tak nazwanych machinach parnych, które w wieloraki sposób będąc zastosowane, parą są poruszane. — Machiny te ciągłym doskonaleniem, doprowadzone zostały do tego stopnia dokładności, na jakim się teraz znajdują. — Główne iéy części są: *kocioł* w którym się woda gotuje, *walec* w którym się stempel od pary popychany porusza, a który nawzajem za pomocą różnego gatunku drążka, udziela ruchu nie tylko innym częściom teyże maszyny, ale i tym, w jakim zamiarze ta maszyna jest użyta; tudzież *Kondensator* czyli zgęściciel, to miejsce w którym para nazad na wodę się zamienia. Dawniej para bezpośrednio z kotła pod stempel wchodziła, a wzniósłszy go do pewney wysokości, przyplływem wody zimney niszczoną została, przez co powstawało miejsce czcze, i stempel nazad swoim ciężarem opadał. Zapobiegając różnym ztąd powstającym niedogodnościom, następunie tak urządcono maszynę, że para wchodzi nie tylko pod stempel, lecz i nad stempel, a tem samem porusza go na doł i w górę, tudzież że ta para nie w walcu, lecz w oddzielnem obok będącym miejscu w wodę się zamienia. Z resztą ten główny ruch stempla, porusza wszelkie inne części, przez co w pewnych oddziałach czasu, gdy para wchodzi nad stempel, para z pod stempla wychodzi i odwrotnie, woda powstająca z pary jest pompowaną, a w miarę ubytku sama do kotła powraca i t. p.

415. Machiny parne głównie są podwoynego

gatunku, to iest: zwyczajnego ciśnienia, gdy rozprężliwość pary iest równa rozprężliwości powietrza atmosferycznego, a w tedy wielkość skutku zawisła tylko od wielkości średnicy stempla; tudzież maszyny wysokiego ciśnienia, w których przez zgęszczenie moc rozprężliwości pary znacznie się powiększa, i maszyna przy tymże samym opale staje się daleko dzielnieyszą. — W naynowszej maszynie parnej przez Perkinsa podanej, ściśnieniem wody znacznie ogrzanej, wznosi się do wysokiego stopnia, dzielność téj maszyny. — Maszyna parna, nie tylko w wieloraki sposób używa się w wszelkiego gatunku fabrykach i rękodzielniach, ale także do poruszenia statków, tak z wodą iak i pod wodę, równie iak i do poruszenia, bez użycia koni, obciążonych wozów.

§. 61. *O paleniu się ciał.*

416. Gdy palenie się ciał w ogólności iest skutkiem przemiany stanu ciał, — dla tego zostawiając Chemii szczegółowy wykład rozkładu i składu ciał ztąd powstającego, pozostaie nam zwrócić uwagę na ogólne tylko zdarzenia w czasie palenia ciał postrzegać się daiące. (*)

W ogólności, ażeby się ciało iakie paliło potrzeba powietrza atmosferycznego, i podniesienia temperatury do pewnego stopnia. — Gdy się zaś

(*) Teorya palenia się ciał podług Berzeliusza przez J. K-Skrodzkiego, umieszczona iest w Pamiętniku Warszawskim z R. 1821 T. 20 k. 85; tudzież wykład teoryi gorzenia przez Ignacego Fonberga w Dzienniku Wileńskim z R. 1821, T. 3 k. 330 i 439.

niż pali postrzegamy; 1^{od} że pewna część powietrza uiknie. 2^{re} że ciała spalonego o tyle się powiększa waga, ile ubyło powietrza. 3^{cie} że z wielu ciał iak *np.* gdy się fosfor lub siarka pali, powstaie kwas, 4^{te} że nie cała ilość powietrza zdalna iest do utrzymania palenia się ciał, w zamkniętem bowiem miejscu, chociaż ieszcze znaczna ilość powietrza pozostacie, ciała gasną. Z czego wypływa; 1^{od} że w składzie powietrza znajduie się iedna część taka która utrzymuie palenie się ciał, tę powietrzem żywotnem, albo gazem kwasorodnym nazywaią, z przyczyny, że szczególniey z połączenia się z tym gazem kwasy powstaia. 2^{re} że palenie się w ogólności, nie czym innem iest, tylko łączeniem się ciał palnych z tym gazem kwasorodnym formuiąc kwasy i niedokwasy. — Z resztą bliższy rozbiór wskazuie, że powietrze składa się oprócz gazu kwasorodnego, z gazu saletrorodnego, i z gazu kwasu węglowego.

417. Oprócz tych ogólnych okoliczności, i niektóre inne szczególne na uwagę zasługuią, a temi są. 1^{od} Ze niektóre ciała palą się płomieniem, inne zaś nie. Płomieniem te się palą, które w sobie ciała lotne zawieraią, płomień bowiem nie czym innym iest, iak palącą się parą, lub palącym się gazem. Ciała pojedyncze wydaia płomień iednostayny, iaki *np.* postrzegamy w czasie palenia się gazu wodorodnego, przeciwnie zaś gdy ciała są złożone, płomień także różnego iest natężenia i różnego koloru; iak *np.* płomień świc. 2^{re} Ze w czasie palenia się niektórych ciał powstaie dym, który osiadaiąc na innych ciałach, stanowi sadzę.

co się wtenczas przytrafia, gdy się niektóre cząstki działaniem ciepła ułatniają, lecz się nie palą, częścią że nie są palne, a częścią że temperatura nie jest dostateczną do ich palenia. — 3cie Że niektóre ciała całkowicie się palą, inne zaś zostawiają po sobie niektóre części popiołu stanowiące, i te są albo części nie spalone, albo też z palenia powstające. — 4te Że niektóre ciała ciekłe palą się tylko za pomocą knota, a te są, które znacznego stopnia temperatury potrzebują a żeby mogły być spalone, tym bowiem sposobem w małych ilościach płomieniowi dostarczane, tem samem łatwiej ogrzane być mogą. — Nareszcie 5te przy zapaleniu niektórych ciał powstaie nagle znaczna ilość ciał lotnych, która od ciepła ieszcze bardziej rozszerzając się sprawia wybuchnięcie lub wystrzał, iak to doświadczamy przy zapaleniu prochu.

418. Ta okoliczność że gazy pewnego stopnia temperatury potrzebują a żeby mogły być zapalone, równie iak i ta, że gazy zapalone oziemiają się przez zetknięcie się z innymi ciałami, osobliwie metalami, doprowadziła P. Dawy do wynalazku tak nazwaney lampy bezpieczeństwa, lub lampy bez płomienia, którey użycie zwłaszcza w kopalniach ziemnych węgla nader jest ważne, zabezpieczając pracujących od zapalenia się gazów palnych w tych kopalniach wydobywających się i w znaczney ilości zebranych. Zabezpieczenie takowe uskutecznia się pokryciem ciała palącego się tkaniną metalową, im zaś otwory tej tkaniny są mniejsze, i im większa ilość drutu, tem wię-

ksza promienistość, a tem samem i znaczniejsze oziębienie. (*) Do tego przydać także należy, to piękne odkrycie Deberainera uczynione z końcem roku 1823, a następnie licznemi przez innych Fizyków doświadczeniami potwierdzone, że niektóre ciała a osobliwie platyna w stanie gębczastym, czyli w ogólności w stanie największego rozdrobnienia, ma własność ułatwiania kombinacyi niektórych gazów pomiędzy sobą, a szczególniej gazu wodorodnego z gazem kwasorodnym, przez co powstaie palenie się gazu wodorodnego w zetknięciu z gazem kwasorodnym lub powietrzem atmosferycznem, i rozżarzenie teyże platyny. Tym sposobem przez same zetknięcie się gazu wodorodnego z platyną w powietrzu umieszczoną, płomień w każdym razie otrzymać możemy.

419. Płomienia używamy w zamiarze, albo oświecenia albo ogrzania, — a stosownie do tych zamiarów różne powstaie urządzenie lamp, swiec, kominków, i pieców. — W użyciu płomienia za światło, o to się trzeba starać, ażeby taka tylko część była do płomienia doprowadzoną, iaka istotnie spalić się może, niespalone bowiem cząstki nie tylko że uchodzą niepożytkowane, ale nadto formując dym przykreml się stają; — dla tego nieodpowiedna grubość knota, częstokroć temu zamiarowi iest szkodliwą. Z resztą tak w jednym

(*) O badaniach nad Płomieniem przez P. Dawy obacz: Ćwiczenia Naukowe z R. 1818. T. I. k. 157, i 217, T. 2 k 59
O paleniu się, tudzież o lampie bez płomienia, przez Skrodzkiego w Pamiętniku Warszawskiu z R. 1821 T. 20 k. 85.

iak i w drugim użyciu przystęp pewney ilości powietrza jest naystosowniejszym.

420. Wyłożone okoliczności palenia się ciał wskazują zarazem sposoby wstrzymania wszelkiego płomienia, a temi są: oziębienie ciał palących się, tudzież przecięcie nieiako komunikacyi, pomiędzy powietrzem a ciałem palnem; i do tego też zmierzają wszelkie sposoby gaszenia pożaru, iakimi są, zamknięcie komina, zapalenie siarki, pokrycie ciał palnych ciałami niepalnymi, iak *np.* ziemią, mokremi chustami i t. p. polanie wodą, a tem bardziey gdy się w nięy istoty ziemne lub sole znajduią; — mała iednak ilość wody nie tylko nie gasi ale nawet powiększa płomień rozkładem teyże wody na swoje pierwiastki. — Tłustości także od wody ugaszone bydz nie mogą, częścią że się od nich woda rozkłada, a częścią że iako cięższa na doł opada, lecz się popiołem lub ziemią pokrywać muszą.

ROZDZIAŁ DRUGI.

O ŚWIETLE.

421. Przyczynę uczucia widzenia, i wszelkich ztąd powstających zjawień *Światłem*, a naukę o tego rodzaju zdarzeniach, Optyką w ogólności nazywamy.

Dzieli się zaś ta nauka pospolicie na trzy główne części, to jest: na Optykę w szczególności, Katoptrykę, i Dioptrykę, z których pierwsza zastanawia się nad zjawieniami światła wprost roz-

chodzącego się, druga nad zjawieniami światła odbitego (reflexi), a trzecia nad zjawieniami światła przez inne ciała przechodzącego czyli łamanego (refracti); który to rozkład objaśniony być może, podziałem ciał doświadczeniem popolitem ztwierdzonem, na ciała świecące i oświetlone czyli przez się ciemne, a ciał ciemnych na przezroczyste i nieprzezroczyste.

Natura światła, równie iak i natura ciepła jest nam nieznaïoma, pomiiając zatém badanie, co jest światło, zastanawiać się tylko będziemy nad tém iak działa? używając powiększëj części przypuszczenia wpływu cząstek światła z ciała świecącego, iako dogodny sposób przedstawienia tego gatunku zdarzeń.

§. 62. *Zasady Optyki.*

422. Światło uważamy iako pochodzące od ciał świecących. Ciałami zaś świecącemi są słońce i gwiazdy stałe, ciała palące się zwłaszcza płomieniem, zwierzęta świecące, iakiemi są niektóre robaczki, gnijące i pruchniejące ciała, tudzież ciała rozżarzone, to jest takie które w pewnym stopniu ogrzania świecą, a które ieżeli własność świecenia i w niższej temperaturze zachowują, fosforycznemi w szczególności się nazywają. (*)

423. Główną zasadą światła od ciał świecących rozchodzącego się, czyli właściwey Optyki,

(*) O różnicy natury światel: ziemskiego, elektrycznego, słonecznego i gwiazdowego, przez P. Fraunhofer, obacz Ćwiczenia Naukowe z R. 1818 T. I. k. 41.

iest: że dopóki się znajduie w środku tej samey natury i téy samey gęstości, rozchodzi się w kierunkach linii prostéy, i na wszystkie strony. Orozchodzeniu się po liniach prostych z tego się przekonywamy, że w tedy tylko ciało świecące w tymże samem środku będące widzimy, gdy od naszego oka do tegoż ciała linią prostą poprowadzić możemy; i takowe po linii prostéy rozchodzenie się promieniem światła nazywamy. Że zaś ciało świecące nie tylko z jednéy, lecz i ze wszystkich stron widzimy, to nas przekonywa o rozchodzeniu się światła na wszystkie strony, tak iż każdy punkt świecący może być uważany za środek kuli, z której, promienie światła na wszystkie rozchodzą się strony.

424. To rozchodzenie się światła w kierunkach linii prostych, tłómaczy nam pospolite zjawienie które postrzegamy; gdy do ciemney iżby małym tylko otworem promienie światła wchodzi, w tedy przedmioty zewnętrzne okazują nam się na przeciwległey ścianie, w tych samych kształtach lecz w przewróconych kierunkach. Z promieni bowiem z punktu (f. 69) *a* rozchodzących się na wszystkie strony, te tylko otworem *o* wchodzi, które są w kierunku *ab*, równie iak z punktu *c* te tylko, które są w kierunku *cd*, a tem samem obraz punktu *a* będzie w punkcie *b*, a punktu *c* w punkcie *d*, i cały przedmiot *ac* w kierunku przewróconym *bd*. — Z czego zarazem wyływa, że jeżeli odległość obrazu od otworu którym światło wchodzi, iest równa odległości przedmiotu od tegoż otworu, natenczas obraz iest równy

co do wielkości samemu przedmiotowi, im się zaś ściana bliżej znajdować będzie, tem obraz od przedmiotu będzie mniejszy, przeciwnie coraz większy. — Że zaś każdy promień światła może być uważany za stożek, którego wierzchołek jest w punkcie świecącym, tym mniej wyraźnym będzie obraz, im większym jest otwór, w tedy bowiem promienie z różnych punktów przedmiotu wchodzące nawzajem się mieszaia. Żeby więc przy większym otworze wyrazność obrazu zachowaną była, umieszcza się w nim szkło wypukłe, o którego skutku niżej mówić będziemy. Urządzenie takowe izby bez szkła stanowi *Ciemnią* (*camera obscura*) *optyczną*, a ze szkłem *Ciemnią dioptryczną*.

Do tego gatunku zdarzenia, należy i to ciekawe doświadczenie, że gdy przekłuiemy szpilką kartę, a potem gdy pomiędzy okiem a tym małym otworem trzymać będziemy szpilkę, postrzeżemy ją za tą kartą w przewróconym kierunku.

425. Skutkiem rozchodzenia się światła po liniach prostych, jest *cień* (*umbra*), czyli miejsce ciemne z drugiey strony ciała nieprzezroczystego, do którego promienie od ciała świecącego nie dochodzą. Zważaiąc zaś na to, że z ciała świecącego iako z wielu punktów złożonego, w pewnym zakresie za ciałem nieprzezroczystem niektóre tylko, a w innym żadne nie dochodzą promienie, dostrzeżemy różnicę cienia od *przycienia* (*penumbra*), którego natężenie coraz jest słabsze, tak iż z trudnością można oznaczyć ostateczną granicę, równie cienia, iak i przycienia.

426. Wielkość, kształt, i położenie cienia, za-

wisły od wielkości, kształtu, położenia, i względny odległości ciała, tak świecącego iak i oświeconego. I tak jeżeli ciało świecące jest większe od oświeconego, cień staje się coraz mniejszy, przeciwnie zaś coraz większy, a tem samem nieskończony; gdy są równy wielkości, średnica cienia pozostaje wprawdzie ta sama, lecz sam cień jest nieograniczony. — Jeżeli obadwa ciała są kształtu kulistego, natenczas podług różny wielkości względny cień może bydź albo w kształcie stożka całego, albo w kształcie stożka ściętego, albo ureszcie w kształcie walca.

427. Cień tym jest ciemniejszy im natężenie światła ciała świecącego jest większe; — co nawet posłużyć może do rozróżnienia, którego ciała natężenie światła jest większe, gdy bowiem to samo ciało od kilku ciał świecących jest oświecone, natenczas kilka także powstaie cieniów, których natężenia z łatwością porównane bydź mogą. Najbliższe zastosowanie cienia mamy w zegarach słonecznych, inaczey kompasami nazwanych, — równie iak i kształcenie się cienia służy do wytfómaczenia zmian księżyca, tudzież zaćmień słońca i księżyca.

428. Skutkiem rozchodzenia się światła na wszystkie strony, jest zmniejszenie natężenia światła w miarę coraz większy odległości, im bowiem ciało świecące jest bardziey od oświeconego oddalone, tem też mniejsza liczba promieni pada na tę samą powierzchnię; — a jeżeli to rozchodzenie się uważamy skuteczniające się w miejscu czczem, natenczas natężenie światła jest w sto-

stosunku odwrotnym kwadratu odległości, czyli że powierzchnia ciała, gdy się w dwa razy większej znajduje odległości, cztery razy mniej jest oświetloną od ciała świecącego, a dziewięć razy mniej, gdy się w trzy razy większej znajduje odległości. — Uważając bowiem promienie światła rozchodzące się, (f. 70) z punktu A na wszystkie strony, ta samoność promieni pada, tak na powierzchnię cb jak i na powierzchnię CB , której odległość AC , jest dwa razy większą od odległości ac , — im więc, powierzchnia CB jest większą od powierzchni cb tem też i promienie padające są rzadsze, i całe natężenie światła jest mniejsze, — że zaś wiadomo jest, iż powierzchnie są w stosunku kwadratu z boków, — tu zaś boki powierzchni CB , są dwa razy większe od boków powierzchni bc , co wypływa z porównania trójkąta Abc z trójkątem ABC , a zatem i cała powierzchnia BC jest cztery razy większa od powierzchni bc , a natężenie światła cztery razy mniejsze. Podobnież i płaszczyzna EF jest dziewięć razy większa od płaszczyzny cb . — Na tej zasadzie wyprowadzić można, iż natężenie światła dwóch *np.* świec jednakowych w samym środku jest mniejsze, aniżeli w innych pośrednich miejscach.

429. Gdy jednak patrzymy na ciało świecące nie przegrodzone jakim środkiem, natenczas iakakolwiek będzie odległość ciała świecącego, zawsze nam się z tem samym natężeniem światła okazywać będzie, lecz tylko co raz w mniejszej wielkości, tak iż gdy są bardzo od nas oddalone, przestają być widzialnemi, nie dla zmniejszonego natężenia światła, lecz dla swojej małości.

14 430. Natężenie światła nie tylko zmniejsza się odległością, ale nadto położeniem ciała oświetlonego względem ciała świecącego, tudzież środkiem przez który promienie światła przechodzą.—
111. Co do położenia, największe natężenie jest w ten czas, gdy promienie padają w kierunku prostopadłym, w tedy bowiem na tę samą powierzchnię pada największa liczba promieni, — I tak np. jeżeli (f. 71) ab jest ciałem świecącym, natenczas na powierzchnią fg padają wszystkie promienie znajdujące się pomiędzy af i bg , jeżeli zaś ta sama powierzchnia fg będzie mieć położenie gk , natenczas, padają na nią promienie znajdujące się tylko pomiędzy ik i bg .

431. Co się zaś tycze środka i w ogólności ciał przezroczystych, przez które światło przechodzi, zmniejszenie natężenia zawisło, od gęstości, natury, i ilości tych ciał. — Dla tego to słońce świeży i gwiazdy, zmniejszem natężeniem świecą przy wschodzie i zachodzie, aniżeli w południe, z przyczyny że w tedy promienie światła i dłuższą drogę i gęstsze powietrze przebywają; promienie, bowiem od jakiego ciała niebieskiego A (f. 72) do nas dochodzące, dłuższą drogę przebiegają w kierunku AB aniżeli w kierunku CB , a nadto przy powierzchni ziemi powietrze jest gęstsze, aniżeli w wyższych warstwach.

16. 432. Oznaczenie natężenia światła różnych ciał świecących, jest w wielu razach rzeczą użyteczną i potrzebną. Narzędzia służące do oznaczenia stopnia natężenia światła *Photometrami* się nazywają. *16.* Dochodzić zaś możemy szczególniey

dwoma sposobami, to jest: albo wyższy wspomnianym przez porównanie cienia, gdy *np.* dwie świce, lub dwie lampy stawiamy przed ciałem nieprzezroczystem, i powstający ztąd z drugiej strony cień uważamy, a następnie dopóty jedno z tychże przybliżamy lub oddalamy, dopóki natężenia cienia nie będą jednakowe; w ten czas z odległości tych ciał świecących, od ciała nieprzezroczystego, wnosimy o natężeniu światła; tak iż jeżeli *np.* jednego z tych ciał odległość będzie dwa razy większa, tem samym i natężenie światła tegoż ciała jest cztery razy większe. — Drugi sposób podany przez Lampadiusa na tem się zasadza, że natężenie światła ciała świecącego, tem jest większe im większy ilości potrzeba ciał przezroczystych, ażeby przez te ciała światło przestało być widzianem; używa tym celem cienkich blaszek rogowych przez które na światło patrzy, i im więcej takowych blaszek brać potrzeba, ażeby ciało świecące wcale nie było widzianem, tem samym wskazuje większe tegoż światła natężenie.

433. Światło z nadzwyczajnie wielką rozchodzi się prędkością, tak iż w jednéj sekundzie przebiega drogę 40,000 mil geograficznych, dla tego też w wszelkich odległościach na ziemi uważanych możemy przyjąć, iakoby światło żadnego niepotrzebowało czasu do przejścia z jednego miejsca do drugiego, z przyczyny że takowe odległości w porównaniu z prędkością światła, za nieskończenie małe uważane być mogą. — Ze zaś istotnie światło chociaż bardzo krótkiego

jednak pewnego czasu potrzebuie do przeyscia z iednego mieysca na drugie, naypierwszy to odkrył Roemer, za pomocą zaémień xiężyców Jowisza, których czas trwania nie zawsze odpowiada czasowi rachunkiem oznaczonemu, a to podług różnéy odległości ziemi od Jowisza; i z tego wyprowadził, że światło potrzebuie blisko osmum minut, ażeby od słońca doszło do nas, którą to odległość podzieliwszy przez czas, wypada powyższa prędkość na iedną sekunde.

434. Skutkiem takowéy światła prędkości iest, że ciał niebieskich nie widzimy w ich właściwem położeniu; sądzimy bowiem o tém podług promienia od tych ciał do oczów naszych dochodzącego, a że gwiazdy w daleko są znaczniejszy odległości od ziemi aniżeli słońce, nim więc dóydzie promień z tychże pochodzący do nas, w tymże samym przeciągu czasu ziemia obracając się około osi, zmienia położenie względem tych ciał, tak iż te nie znajdują się w kierunkach promieni do nas dochodzących; takowe ciał niebieskich uważame, ważnym iest w Astronomii przedmiotem, znanym pod nazwiskiem *Aberracyi światła*.

§. 63. *O złudzeniach optycznych.*

435. Naywiększą część wyobrażeń nabywamy zmysłem widzenia, lecz zarazem nayliczniejszym pomyłkom w takowém wyobrażeń nabywaniu podlegamy, które się wogólności złudzeniami optycznymi nazywają. — Do sądzenia o wielkości, kształcie, tudzież nieiako i odległości przedmiotów widzianych służy nam szczególniey tak nazwany *hgt*

optyczny, kątem widzenia także nazywany, który formułą promienie od ostatecznych granic przedmiotu widzianego poprowadzone, i w zrenicy oka naszego zchodzące się, — podług więc tego iak ten kąt powiększa się lub zmniejsza, wnosimy także powiększény części o powiększeniu się lub zmniejszenia przedmiotu, — a tym sposobem łatwo dwa przedmioty nie téy saméy wielkości, mogą nam się wydawać równe, i odwrotnie równe, nierównemi mogą nam się okazać, i tak *np.* oko w punkcie *A* (f. 73) będące, przedmioty *BC* i *DE* różnéy wielkości widząc pod tym samym kątem optycznym *DAE*, za równe uważać będzie, przeciwnie zaś, chociaż przedmioty *BC* i *FE* są równe, wydawać się jednak będzie przedmiot *FE* mniejszym od *BC* z przyczyny, że jest widziany pod kątem *FAE* mniejszym od kąta *BAC*.

436. Oprócz kąta optycznego sążenie nasze o przedmiotach widzianych, od wielu także i innych zawisło okoliczności, iak, *np.* od odległości ciał, od jasności lub ciemności, od ciał pośrednich, od naszego przyzwyczajenia się, i t. p. które iak niekiedy prostują wyobrażenia o przedmiotach zmysłem widzenia nabytych, tak też i często-
4 ktość liczbę złudzeń optycznych powiększają. — Złudzenia optyczne przytrafiają się w sążeniu o wielkości, kształcie, odległości, położeniu, spoczynku i ruchu przedmiotów widzianych.

437. Co do *wielkości*, o téy sążimy nie tylko podług kąta optycznego, lecz także podług przyzwyczajenia, tudzież podług przedmiotów obok będących z któreimi porównujemy, — i dla tego

to człowiek na 20 i na 40 stop oddalony, tey saméy wydaie nam się bydz wielkości, gdy przeciwnie w teyże saméy odległości, lecz w górze *np.* na wieży znajdujący się, mniejszym nam się wydawać będzie z przyczyny, że w tym kierunku na człowieka patrzeć nie iestestny przyzwyczajeni; — podobnież i w znaczniejszey odległości *np.* na 300 kroków, będzie nam się w naturalnéy okazywać wielkości, ieżeli niedaleko znajdują się inne przedmioty, iak drzewa i domy, przeciwnie okaże się bardzo małym, ieżeli stoi w miejscu zupełnie otwartem. — To zmniejszanie się kąta optycznego iest przyczyną że szpalery długie zdają się z sobą zchodzić, że drogi publiczne, zdają się w odległości coraz węższe, morze coraz bardziej wzniesione, i t. p. (*)

438. Co do *kształtu*, ten oznacza się położeniem punktów, które mogą przesłać promienie światła do oka, dla tego linia wydawać się może iako punkt, powierzchnia iako linia, a bryła iak powierzchnia. Linia krzywa w znaczney odległości wydawać się może łukiem, z przyczyny że różnice pomiędzy promieniami od różnych punktów do oka naszego dochodzącemi są nieskończenie małe, w porównaniu z tychże długościami; ztąd wytłómaczyć można dla czego będąc w po-

(*) O pozornéy wielkości przedmiotów wynikającej z łamania się światła przez J. Milego, są umieszczone rozprawy w Pamiętniku Warszawskim z R. 1821 T. 20 k. 381, z R. 1823 T. 5 k. 197 i T. 6 k. 406 tudzież w Pamiętniku Umiejętności, Sztuk i Nauk z R. 1824 Nro I. k. 104.

środku iakkolwiek zakończonéy powierzchni, zdaie nam się, iż iesteśmy w pośrodku koła, niebo wydaie nam się kuliste, miasta i lasy w odległości widziane w kształcie amfiteatru, słońce księżyc i inne ciała niebieskie iak powierzchnie płaskie i okrągłe, wieża kwadratowa z daleka okrągłą bydz się wydaie, i t. p.

439. Co do *odległości*, w ogólności przedmioty okazują się tém ciemniejsze i niewyraźniejsze, im są bardziey oddalone, dla tego przedmioty ciemniejsze zdaią nam się bydz bardziey oddalone, a gdy na tem samym miejscu pozostaią, zdaią nam się bydz powiększone; ztąd wytlómaczyć możemy dla czego kula niebieska spłaszczoną nam się bydz zdaie, a słońce i księżyc większemi przy wschodzie i zachodzie aniżeli w południe; niemniey i w tenczas zdaią się bydz przedmioty większe i bardziey oddalone, im się większa liczba ciał pomiędzy okiem a temi przedmiotami znajduie, dla tego to drzewa, domy, niewidzawszy pośredniego wawazu, bardzo się bliskimi bydz wydaia.

440. Co do *położenia*, częstokroć przedmioty nie tylko widzimy w tem miejscu, w którym się znajduia, lecz zdaią nam się także znajdować na płaszczyźnie w tyle będącý; — tym sposobem wszystkie ciała niebieskie wydaia nam się, iak gdyby na téy saméy powierzchni wklęsféy umieszczone były, co w szczególności *miejsce optyczne* ciał stanowi, tego zaś skutkiem iest, że ciało z różnych miejsc widziane, wydaie się także na różnych miejscach optycznych. Różnica ztąd

powstająca paralaxą w Astronomii nazwana, służy do oznaczenia odległości ciał niebieskich od ziemi.

441. Co do *ruchu* i *spoczynku*, złudzenia pod tym względem uważane są liczne, i tak przedmioty będące w ruchu równy prędkości, mogą się wydawać poruszane nie z jednakową prędkością, gdy ich kierunki są równoodległe, iakkolwiek bowiem te same drogi przebiegają, te jednak nierówne kąty optyczne stanowią; — podobnież przedmiot zdaie nam się być niewzruszony, jeżeli na każdą sekundę przebiega przestrzeń nie czyniącą kąta 15 lub 20 sekund, dla tego ruchu gwiazd, ani ruchu indexu w zegarach niedostrzegamy, również iak i wtenczas gdy przedmiot znaczną prędkością jest poruszany. — Z resztą w taki sam sposób okazują się przedmioty, czy oko jest w ruchu a przedmioty w spoczynku, czy też przedmioty w ruchu a oko w spoczynku; dlatego płynącym na statku brzegi w ruchu w przeciwnym kierunku być się zdaia, tak iak i wszystkie ciała niebieskie.

442. Te różne sposoby okazywania się przedmiotów, są początkiem ważny zwłazcza dla malarzy nauki *Perspektywą* nazwaney, która podaie prawidła, iak przedstawić na płaszczyźnie nie tylko różne części tego samego przedmiotu, lecz i różne widzialne przedmioty, ażeby się oku w pewnem położeniu będącemu, wydawały w ten sposób iak się w istocie okazują, mając uwagę na ich względną wielkość, odległość i różne natężenie światła. Celużysze zastosowanie takowych

Perspektywy prawideł postrzegamy, w tak nazwanej Panorama, i Kosmorama.

§. 64. *Zasady Katoptryki.*

443. Światło nie tylko dochodzi do oczów naszych od ciał świecących, lecz także i od ciał oświeconych, i tym sposobem widzimy ciała przezroczyte. Światło od ciał oświeconych pochodzące, jest światłem odbitem. Jeżeli światło pada na powierzchnię wypolerowaną, natenczas jedna część odbija się w pewnym kierunku, druga we wszystkich kierunkach, a trzecia albo przechodzi, gdy ciało jest przezroczyte, iak *np.* szkło, albo eż gdy jest nieprzezroczyte, iak *np.* metale, ginie w tychże; pierwszý części światła jest skutkiem, że widzimy obraz przedmiotu, drugieý że widzimy to ciało oświecone, a trzeciý że natężenie światła po odbiciu się jest mnieysze, aniżeli iakie było przed odbiciem.

444. Powierzchnie wypolerowane, od których światło odbija się w pewnych i oznaczonych kierunkach, w ogólności *zwierciadłami* się nazywają. — Powierzchnia wody, merkuryusza, i innych cieczy, tudzież boki kryształów są niejako naturalnemi zwierciadłami. Sztucznych głównie dwa są gatunki, to iest: szklane i metalowe. — Że zaś w zwierciadłach szklanych nie tylko się światło odbija od pierwszýj powierzchni, lecz i od drugieýj, dla tego w niektórych przypadkach, zwłaszcza w Instrumentach astronomicznych, metalowe tylko użyte bydź mogą. — Z metalowych naylepiey takowemu przeznaczeniu odpowiadają platynowe;

pospoliciey iednak używa się na takowe ²mieszaniny, miedzi, cyny i nieco arszeniku. Co do kształtu, zwierciadła są płaskie lub krzywe, a te znowu wklęsłe lub wypukłe, — co do krzywości mogą być kuliste, paraboliczne, eliptyczne i t. p. tudzież walcowe lub stożkowe.

445. Zasadą światła odbitego, a tem samem i całej Katoptryki jest: że kąt wpadania jest równy kątowi odbicia, tudzież że obadwa promienie to jest tak wpadający, iak i odbity, znajdują się na tej samej płaszczyźnie. — Kąt wpadania stanowi kąt zawarty pomiędzy promieniem wpadającym a powierzchnią na którą pada, lub też kąt zawarty pomiędzy tymże promieniem a prostopadłą wyprowadzoną z punktu w którym się promień wpadający powierzchni dotyka; — podobnież i kąt odbicia stanowi, albo ten kąt, który jest zawarty pomiędzy promieniem odbitym a powierzchnią od której się odbija, lub też kąt zawarty pomiędzy tymże promieniem a prostopadłą wyprowadzoną z punktu w którym się odbija. Jeżeli np. na powierzchnią ab (f. 74), pada promień światła w kierunku cd , odbicie się w kierunku df , tak ażeby kąt wpadania cda był równy kątowi odbicia fdb , lub co na iedno wychodzi, ażeby było $gdc = gdf$, — nadto obadwa te promienie znajdują się na tej samej płaszczyźnie.

446. O rzeczywistości powyższej zasady, praktycznie przekonać się można w następujący sposób: wpuszczając do ciemnej izby małym otworem promień światła, gdy natrafi na zwierciadło, odbijając się w innej stronie małe kołko światła

przedstawi; za pomocą półkola wymierzyć można te kąty wpadania i odbicia, które równemi byź się okażą. — Lub też można takowe doświadczenie w podobny urządzić sposob: na zwierciadle *sp* (t. 75) w położeniu poziomem będącem, stawia się równoległocian drewniany *abcd* pionowo, w pośrodku którego poprowadzona iest linia *fe* pionowa do *bc*, tak ażeby było $be=ed$;— na iednym boku takowey deszczutki *np*. w punkcie *m* osadza się iakie małe świecące ciało, natenczas w przeciwległey stronie w punkcie *n*, który iest równo z punktem *m* od zwierciadła oddalony, przyłożywszy oko, przedmiot ten w zwierciadle widzieć będziemy, zakrywszy zaś środkowy punkt *e*, tem samem niknie i obraz tego przedmiotu, co zarazem wskazuje, że kąt wpadania *meb*, iest równy kątowy *ned*, i że obadwa promienie znayduią się, na téy saméy płaszczyźnie. — Jeżeli zaś promień wpada pod kątem prostym, natenczas odbiia się także pod takimże kątem, czyli w iakim kierunku wpada w takim się i odbiia, a tem samem w takim przypadku promień odbity rozróżnionym byź nie może od promienia wpadaiącego.

Ta ogólna zasada światła odbitego, służy do wytlómaczenia wszystkich ziawień, w zwierciadłach. wszelkiego gatunku postrzegać się daiących.

§. 65. Ziawienia zwierciadeł płaskich.

447. Naypierwszy skutek powyższéy zasady iest, że w zwierciadłach płaskich w iakim kierunku promienie padaią w takim samym się i odbiiaią, a zatem padaiące promienie równoodległe scho-

dzące się, lub rozchodzące, odbite będą także równoodległemi, schodzącemi się lub rozchodzącemi.

448. Tudzież, że w zwierciadłach płaskich wielkość, kształt, odległość, i położenie obrazu jest takie same za zwierciadłem, iakie przedmiotu przed zwierciadłem. — Z punktu bowiem świecącego s (f. 76), promienie światła rozchodzące się na wszystkie strony padają i na zwierciadło ab , lecz z odbitych do oka będącego w punkcie p te tylko dochodzą, które są w kierunku rp , tak ażeby było $ars=prb$; w tym więc kierunku oko widzi punkt s , a zatem w punkcie m , który przecina promień prostopadle na zwierciadło z punktu s padający, porównywając zaś trójkąty mnr i nrs pomiędzy sobą, gdy bok nr jest wspólny $snr=mnr$ i $nrm=nrs$, wypada że $imn=ns$, czyli że obraz m w takiej samej znajdzie się odległości za zwierciadłem, w iakiej i sam punkt świecący przed zwierciadłem, w podobny sposób można się przekonać, że nie tylko jednego punktu, lecz i wszystkich części każdego ciała, ta sama jest odległość, a za tem i ta sama wielkość, kształt i położenie.

449. Że się zaś czasami wydarza, iż obraz zdaie się mieć odmienne położenie od przedmiotu iak np . drzewa nad wodą stojące, przewróconemi się bydź wydaia w wodzie, a gdy zwierciadło ustawimy pod kątem 45° , przedmioty pionowe okażą się w położeniu poziomem, tego przyczyną właściwie jest odmienne położenie zwierciadła, nie zaś obrazu, który się zawsze będzie znajdować

na prostopadłej spuszczonej do zwierciadła, w równy za temże zwierciadłem odległości.

450. Podobnież samem wykryśleniem przekonanie się można, że wielkość zwierciadła płaskiego, tak co do długości, iak i co do szerokości powinna być połową względem nas, gdy się chcemy całych w takowem zwierciadle widzieć, przedmiotu bowiem ab (f. 77) obraz cd widzimy pod kątem cad , który zajmuje część zwierciadła mn , ta zaś jest połową względem przedmiotu ab , co łatwo wypływa z porównania trójkątów acd i amn ; wyiawszy, gdy położenie zwierciadła jest nachylone, natenczas bowiem mniejszej wielkości zwierciadło być może.

451. Pomiedzy dwoma zwierciadłami równo odległemi, tego samego przedmiotu obrazy są w nieskończonej liczbie, — iedno bowiem zwierciadło wraz z obrazem jest przedmiotem względem drugiego, tak iak nawzajem drugie wraz z obrazem jest przedmiotem względem pierwszego zwierciadła, — następnie pierwsze z dwoma obrazami jest przedmiotem względem drugiego i odwrotnie, i t. p. — Gdy się dwa zwierciadła z sobą pod pewnym kątem zchodzą, natenczas liczba obrazów tem jest większa im kąt jest ostrzejszy, oznacza się zaś ta liczba dzieląc obwód koła, to jest 360° , przez kąt zwierciadłami zajęty.

452. Lecz nie tylko pomiedzy dwoma zwierciadłami, ale nawet i w iednym tylko postrzegamy powtarzanie się obrazów, szczególniej palący się świcy, które obrazy tem będą liczniejsze, im do

zwierciadła bardziéy przybliżeni, a od świcy wię-
cey oddaleni iesteśmy, — z których dwa pier-
wsze są skutkiem odbicia się światła od powierzchni
szkła, i od powierzchni metalicznéy w tyle zwier-
ciadła znajdujący się, inne zaś skutkiem promie-
ni światła mniej ukośnie na zwierciadło padają-
cych od tych, których skutkiem są pierwsze obra-
zy, — a które wchodząc w zwierciadło małym
złamaniem zbaczają nieco z drogi, nim się od dru-
giéy powierzchni odbiją.

453. Powtarzania się obrazów za pomocą
zwierciadeł pod kątem ustanowionych, piękne za-
stosowanie mamy w narzędziu Kaleidoskop na-
zwanem, który to wyraz złożony z trzech greck-
kich, oznacza widzenie pięknych obrazów. Głó-
wnemi tego narzędzia częściami są: dwa zwier-
ciadła pod pewnym kątem ustawione, za pomocą
których przedmioty drobne na widok wystawione
kształcą obwód koła na równe części podzielony
z obrazów tychże przedmiotów złożony, który
w niezliczonych odmianach się odnawia, za każdym
poruszeniem Kaleidoskopu, z przyczyny że przez
takowe poruszenia zmienia się położenie drobnych
przedmiotów pomiędzy sobą. Wynalazcą tego o-
ptycznego narzędzia jest Brewster Anglik.

454. Łatwo nareszcie i to zjawienie wytló-
maczyć można, dlaczego gdy zwierciadło wysta-
wione naprzeciw słońca poruszamy, i ruch od-
bitego obraz uważamy, natenczas dostrzegamy,
że prędkość poruszonego obrazu jest daleko wię-
ksza, aniżeli zwierciadła, łatwo bowiem doysć
tego możemy, za pomocą zasady światła odbitego,

że w tym samym czasie, w którym zwierciadło oddalamy od pierwotnego położenia *np.* na łuk 15° obraz przebiega drogę dwa razy większą, czyli łuk 30° .

§. 66. *O zjawieniach zwierciadeł powierzchni krzywéy.*

455. W zwierciadłach jakiegokolwiek zakrzywienia, tak jak i w zwierciadłach płaskich, kąt odbicia się promieni światła jest równy kątowi wpadania, — cała zatem trudność w oznaczeniu kierunku promieni odbitych zawisła, od oznaczenia prostopadłej względem promienia wpadającego. Pomijając zaś powierzchnie krzywe innego gatunku, zastanawiać się będziemy tylko nad powierzchniami krzywemi kulistemi, a w tych czy będą wypukłe czy wklęsłe oznaczenie prostopadłej jest łatwe; możemy bowiem sobie wyobrazić powierzchnią styczną przechodzącą przez ten punkt, w którym promień światła na zwierciadło pada, a do której każdy promień kuli jest prostopadły; mając zatem znaiomy środek téy kuli, której dane, zwierciadło jest odcinkiem, poprowadzony promień będzie żądaną prostopadłą. Z tego wypada że w zwierciadle tak wklęsłym jak i wypukłym, promień światła przechodzący przez środek kulistości zwierciadła, w tym samym odbija się kierunku.

456. Uważając zatem zwierciadło kuliste za odcinek kuli, potrzeba w takowem rozróżnić środek wielkości zwierciadła, inaczéy środkiem optycznym nazywamy, od środka kulistości zua-

nego także pod nazwiskiem środka geometrycznego; i tak ab , (f. 78) oznacza wielkość zwierciadła, c środek optyczny, d środek kulistości lub geometryczny. Promień światła przechodzący przez środek kulistości nazywa się osią w ogólności; główną jednak osią jest ten tylko promień światła, który przechodzi przez środek wielkości i przez środek kulistości zwierciadła, i tak np. promienie mdn , i gdc , mogą być za osie uważane, właściwie jednak promień światła gdc , stanowi główną oś tego zwierciadła. — Nareszcie rozróżnić jeszcze należy punkt na osi, w którym się promienie odbite zchodzą, ogniskiem zwierciadła nazywany, iak zobaczymy w punkcie f , pomiędzy zwierciadłem a środkiem kulistości przypadający.

457. Promienie światła pochodzące od ciała świecącego znacznie oddalonego a tem samem i od słońca, mogą być uważane iako pomiędzy sobą równoodległe, odbite przecinaią oś, który to punkt *ogniskiem*, a odległość od zwierciadła, odległością ogniska nazywa się, — Ognisko to dla promieni blisko osi znajdujących się przypada w połowie promienia kulistości zwierciadła. I tak np. jeżeli na zwierciadło xz , (f. 79) padają promienie równoodległe mn, fg, hk , z tych promień fg , odbije się w tymże samym kierunku, ażeby zaś wiedzieć w jakim kierunku odbijają się promienie mn i hk , prowadzą się promienie ze środka kulistości mc i hc , które zarazem wskazują że promienie odbite są w kierunku mi i hi , tak ażeby było $nme = cmi$ a $khc = chi$ w tym więc punkcie i ,

schodzą się wszystkie promienie odbite, promieni równooddalonych od osi, inne zaś promienie im są bardziej do osi przybliżone, tem też bliżey tego punktu oś przecinaia, — z czego zarazem wypływa, że właściwie ognisko nie stanowi ieden punkt, lecz pewne miejsce zajmuc, co od wielkości tak ciała świecącego iak i zwierciadła zawisło. Ognisko w zwierciadłach bardzo małego łuku uważane bywa za punkt, w innych zaś razach kreśli *linią kaustyczną* nazwaną. — Ze zaś ognisko za punkt uważane promieni blisko osi znajdujących się przypada w połowie promienia kulistości, można się o tem przekonać zważając na to, że w trójkącie *mci*, kąt *inc* równy kątowi *icm*, z przyczyny że *imc = cmn*, iako kąt wpadania i odbicia, a *nmc = nci*, iako kąty naprzemian ległe pomiędzy liniami równoodległemi, z równości zaś kątów powyższych wypada, że i *mi = ic*, że zaś łuk *mf*, z założenia iest bardzo małym, tem samem *mi* i *fi*, są prawie równe, a że *mi = ic*; więc i *fi = ic*.

458. Praktycznym sposobem wynayduie się odległość ogniska w zwierciadłach wklęsłych, wystawiając takowe na przeciw słońca, i w kierunku osi przybliżając iaką powierzchnie *np.* papieru lub szkła dopóty, dopóki obraz słońca w kształcie kołka świetnego nie okaże się najmniejszy, i to miejsce stanowi ognisko; oprócz tego bowiem miejsca czy będziemy przybliżać czy oddalać od zwierciadła te powierzchnią, w każdym innym obraz większym się bydź okaże.

459. Z powyżey wyłożonego sposobu odbijania

się promieni równoodległych okażuie się, że zwierciadeł wklęsłych w ogólności własnością iest zbliżanie promieni odbitych.

460, Gdy więc na takie zwierciadło padają promienie zchodzące się, odbite będą ieszcze bardziej zchodzącemi, aniżeli były przed odbiciem.— Co się zaś tycze promieni rozchodzących się padających na zwierciadło, kierunek takowych promieni odbitych zależy, od odległości ciała świecącego od zwierciadła. Jeżeli to ciało iest w nieskończonéy odległości, tego promienie rozchodzące się za równoodległe uważane być mogą, a tem samem wiemy, że odbite zchodzą się w ognisku. — Gdy się ten punkt świecący do zwierciadła zbliża, promienie na tę samą część zwierciadła padające są bardziej rozchodzącemi, a tem samem punkt zejścia się promieni odbitych bardziej się od zwierciadła oddala, i tó tem więcej, im bliżej się ciało świecące zwierciadła znajduie. A gdy w środku kulistości umieszczone zostanie, promienie odbite w tem samem zeydą się mieyscu. — Następnie przybliżając ciało świecące do zwierciadła, promienie odbite bardziej się rozchodzą, i za środkiem kulistości zwierciadła przecinaią się. Gdy ciało świecące będzie w samem ognisku, promieni odbitych kierunek iest równoodległy, i te nigdzie się z sobą nie zchodzą, — Przybliżając zaś ciało świecące ieszcze bardziej do zwierciadła, promienie odbite stają się rozchodzącemi, lecz mniej aniżeli wpadające, i zdaią się iak gdyby pochodziły z jednego punktu za zwierciadłem będącego, który tym się wydaie być bliższym zwierciadła

im ciało świecące bardziej do tego przybliżamy, 461, O takowym wypadku promieni odbitych samém wykryśleniem przekonać się możemy. — Już powyżéy (457) widzieliśmy iaki jest skutek, gdy promienie pochodzą od przedmiotu w nieskończonéy odległości będącego, a tém samém gdy promienie wpadające uważamy za równoodległe; — tudzież gdy promienie rozchodzą się w kierunku promieni kulistości zwierciadła; — które zarazem wskazują iaki będzie skutek, gdy odwrotnie uważać będziemy promienie światła z punktu ogniska rozchodzące się. — Podobnież gdy sobie wyobraziemy punkt świecący (f. 80) o w pewnéy od zwierciadła odległości; — z którego promienie światła rozchodzą się na wszystkie strony, z tych jeden *np.* jest w kierunku osi oA , a drugi w kierunku oa : pierwszy w tym samym odbiie się kierunku, drugi zaś w kierunku ai , tak ażeby było $cai=cao$, obadwa zatem odbite przecinają się w punkcie i , który się znajduje pomiędzy ogniskiem a środkiem kulistości; gdybyśmy zaś punkt świecący uważali, że się znajduje w punkcie i , natenczas odwrotnie odbite przetkną się w punkcie o , czyli iak się wyżéy powiedziało za środkiem kulistości. — Biorąc zaś ten przypadek, gdy punkt świecący znajduje się pomiędzy ogniskiem a zwierciadłem, kierunek odbitego będzie am , w ten więc sposób rozchodzi się, iak gdyby pochodził z punktu q , za zwierciadłem będącego.

462. Dla oznaczenia w każdym razie punktu zeyścia się promieni odbitych, od którego zara-

zem zawisło tłumaczenie wszelkich zjawieⁱⁱ obrazów, służy w ogólności ta formuła, że $d' = \frac{dr}{2d-r}$ w której d' oznacza szukaną odległość punktu zeyścia się promieni odbitych, d odległość punktu świecącego od zwierciadła, a r promień kulistości zwierciadła,

463. Formuła ta da się łatwo wyprowadzić z wykryślenia (fig. 80), w której kąt oai , linią ac , jest na dwie równe części podzielony, a że wiadomo jest z Geometrii, że linia dzieląca kąt na dwie równe części, przedłużona w trójkącie do boku przeciwległego, dzieli ten bok na dwa odcinki, które są w stosunku boków przyległych, zatem będzie $ao:ai=co:ci$, że zaś bierzemy promień ao , za bardzo bliski do osi, tem samem i linia ai , jest od teyże w nieskończenie małej odległości, można zatem zamiast ao , wziąć Ao , a Ai zamiast ai , powyższa zatem proporcya zamieni się na $Ao:Ai=co:ci$, że zaś Ao jest odległością punktu świecącego czyli d , Ai odległością zeyścia się promieni świecących czyli d' , Ac promieniem, a oc jest $= Ao, - Ac$, czyli $= d - r$, $ic = Ac, - Ai = r - d'$, kładąc zatem wartości w tey proporcyi, jest: $d:d' = d-r:r-d'$, a tem samem $dr - dd' = ld' - rd'$ następnie $dr = 2dd' - rd' = d'(2d - r)$ a zatem cośmy wyżey powiedzieli $d' = \frac{dr}{2d-r}$.

464. Zastosować tę formułę do powyższych przypadków możemy w następujący sposób: Dajmy, że promień kulistości zwierciadła jest równy 12 calom, a odległość punktu świecącego jest tak wielka, iż ten promień w porównaniu do tey od-

ległości jest nieskończenie mały, natenczas $d' = \frac{dr}{2d-r} = \frac{\infty \times 12}{2 \times \infty - 12} = \frac{12 \times \infty}{2 \times \infty} = \frac{12}{2} = 6$ calom czyli w ogólnosci $= \frac{\infty \times r}{2 \times \infty - r} = \frac{\infty r}{2 \times \infty} = \frac{r}{2}$ to jest, iż punkt zeyścia przypada w środku promienia, — W drugim przypadku, gdy odległość punktu świecącego nie jest tak wielka, większa jednak od promienia kulistości, daymy że jest $= 24$ calom, natenczas będzie $d' = \frac{24 \times 12}{2 \times 24 - 12} = \frac{288}{36} = 8$ calom, czyli że punkt zeyścia się promieni odbitych, przypada pomiędzy ogniskiem a środkiem kulistości.

Gdyby punkt świecący był w samym środku kulistości, w ten czas $d' = \frac{12 \times 12}{2 \times 12 - 12} = \frac{144}{12} = 12$ calom, czyli że w tey samey odległości zchodzą się, z którey się i rozchodzą.

Jeżeli się zaś punkt świecący znajduje, pomiędzy środkiem kulistości a ogniskiem $np.$ w odległości 8 cali, natenczas $d' = \frac{8 \times 12}{16 - 12} = 24 = 24$ calom.

Gdy się punkt świecący w samym ognisku znajduje, czyli w odległości $= 6$ calom, $d' = \frac{6 \times 12}{12 - 12} = \frac{72}{0} = \infty$, a zatem że punkt zeyścia się promieni odbitych jest w nieskończoney odległości, co na iedno wychodzi, że promienie odbijają się w kierunku promieni równoodległych. Nareszcie gdyby punkt świecący znajdował się pomiędzy ogniskiem a zwierciadłem $np.$ w odległości 3 cali, w ten czas $d' = \frac{3 \times 12}{6 - 12} = \frac{36}{-6} = -6$, czyli że punkt zeyścia się przypada w odległości 6 cali, lecz za zwierciadłem, gdy bowiem $+$ oznacza odległość przed zwierciadłem, znak $-$ oznacza odległość w przeciwnym kierunku czyli za zwierciadłem.

465. Tey samey formuły można także użyć do

oznaczenia odległości obrazu i w zwierciadłach płaskich, które można uważać za kuliste promienia nieskończenie wielkiego, a w tedy będzie $d' = \frac{dx \cdot x}{2d} = \frac{l \cdot x}{L} = -d$ czyli, że odległość zeyścia się promieni odbitych jest równa odległości punktu świecącego, lecz w przeciwną stronę, czyli za zwierciadłem.

466. Lubo dotąd uważaliśmy punkt świecący tylko w kierunku osi główny, zawsze jednak ten sam będzie wypadek co do odległości punktu zeyścia się promieni odbitych, chociaż i punkt świecący nie będzie się w tym kierunku znajdował, z tą tylko różnicą, że promienie odbite znajdować się będą w przeciwny stronie osi, względem téy, na której się znajduje punkt świecący, i tak np. jeżeli z punktu a , (f. 81) padaią na zwierciadło promienie ar i at , odbiia się w kierunku rs, tu , które się zchodzą w punkcie m , znajdującym się na promieniu przechodzącym, przez środek kulistości, a który także za oś uważany być może.

Punkt ten w którym się zchodzą promienie odbite, możemy uważać za obraz punktu świecącego. Jakim więc sposobem oznacza się odległość obrazu iednego punktu, takim samym można oznaczyć i wszelkich innych punktów, czyli obraz każdego przedmiotu; — z tego bowiem punktu zeyścia się rozchodząc się, dochodzą promienie do oczów naszych, które w tymże punkcie obraz przedmiotu widzą, i jeżeli to zeyście się promieni odbitych przypada przed zwierciadłem, stanowi obraz napowietrznym lub fizycznym, jeżeli

zaś przypada za zwierciadłem stanowi obraz geometrycznym nazwany. I tak *np.* chcąc oznaczyć obraz przedmiotu AB . (f. 82) wyobrazamy sobie, że z punktu B , promienie rozchodząc się na wszystkie strony, ieden z nich Bd przechodzi przez środek kulistości, drugi idąc w kierunku Bg , odbiie się w kierunku gb , tak ażeby było $Bgc = cgb$, podobnież punktu A promienie odbite Am i An , zeydą się w punkcie a , czyli ab , będzie obrazem przedmiotu AB , który iak widzimy przypada przed zwierciadłem, iest mnieyszy, i w kierunku przewróconym. W podobny sposób oznaczyć można wykryśleniem obraz w wszelkim innym przypadku,

467. W rozmaity sposób mogą się okazywać obrazy w zwierciadłach wklęsłych, i tak mogą się okazywać, za zwierciadłem lub przed zwierciadłem, mogą bydz tey samey wielkości co przedmiot, równie iak większe lub mnieysze, mogą bydz w położeniu prostém lub przewróconem, nareszcie może bydz obraz przedmiotu wcale nie widzialny, co wszystko zawisło od różnego oddalenia przedmiotu od zwierciadła,

468. W szczególności w następujący sposób okazują się obrazy. — Gdy przedmiot w znaczney iest od zwierciadła odległości, obraz znayduje się przed zwierciadłem w odległości ogniska, iest przewrócony i mnieyszy od przedmiotu. — Gdy się przedmiot zbliża do zwierciadła, zbliża się także i obraz do przedmiotu, a oddala się od zwierciadła, postępując od ogniska do środka kulistości, iest przewrócony i mnieyszy, lubo się powię-

ksza w miarę zbliżania się do środka kulistości. — Gdy przedmiot jest w środku kulistości, natenczas i obraz w temże miejscu się znajduje, jest przewrócony, a co do wielkości równy przedmiotowi. — Gdy przedmiot znajduje się pomiędzy środkiem kulistości a ogniskiem, obraz jest bardziej oddalony od zwierciadła aniżeli środek kulistości, jest przewrócony i większy od przedmiotu. — Im przedmiot bardziej się do ogniska przybliża tem obraz bardziej się oddala, i powiększa. — Gdy przedmiot jest w samym ognisku, obraz jest niewidzialny. Gdy przedmiot znajduje się pomiędzy ogniskiem a zwierciadłem, obraz na nowo zaczyna być widzianym, lecz za zwierciadłem w kierunku prostym i powiększony. — W miarę zaś iak się przedmiot do zwierciadła przybliża, obraz zachowując to samo położenie staie się mniejszym, tak że gdy przedmiot jest przy samym zwierciadle, obraz jest równy przedmiotowi. — Co wszystko łatwo doświadczeniem stwierdzić można, używając do tego zapalonęj świcy i stawiając ją w różnych przed zwierciadłem odległościach.

469. Zwierciadła wklęsłych używa się w wielu narzędziach fizycznych;—używa się w latarniach dla powiększenia i rozszerzenia światła, a w tym zamiarze ciało świecące stawia się w ognisku, lub pomiędzy ogniskiem a zwierciadłem. Nareszcie używa się także w zamiarze zgęszczenia ciepła.

470. Zwierciadła kulistych wypukłych główną jest własnością, że promienie światła rozprasza, tak że padające równoodlegle odbijają się w kie-

runkach rozchodzących się, a gdy padają w kierunkach rozchodzących się po odbiciu ieszcze bardziej są rozchodzącemi, gdy więc dochodzą do oczów, zdają się że wypływają z punktu za zwierciadłem będącego; ten punkt, w którym przedłużone oś przecinaią, stanowi tak nazwane *ognisko umysłowe* lub *uienne*; — które tak iak i w zwierciadłach wklęsłych względem promieni bardzo blisko osi będących, może bydz uważane za punkt; inne bowiem promienie więcéy od osi oddalone, nie w iednym lecz w różnyh przecinaią się punktach, a w tenczas takowe ognisko uienne nie punkt, lecz pewnego kształtu linią kaustyczną stanowi.

471. Kierunek promieni odbitych wskazuje, że w zwierciadłach wypukłych obraz okazuje się zawsze za zwierciadłem, że jest w kierunku prostym, i mniejszy od przedmiotu; — powiększły iednak części obraz jest niewyraźny, co pochodzi od nierównéy odległości różnyh części tego samego przedmiotu od powierzchni zwierciadła.

472. I tak, co do kierunku promieni odbitych, objaśnia nam (fig. 83), gdy bowiem na zwierciadło wypukłe mn , którego środek kulistości jest w punkcie c padają promienie równoodległe hg i kb , z tych hg , będąc w kierunku promienia kulistości odbija się w tym samym kierunku; żeby zaś wiedzieć w iakim kierunku odbija się promień kb , prowadzimy promień cb , który przedłużony jest prostopadłą dla promienia wpadającego; a kierunek odbitego będzie bl , tak ażeby było $kbi = ibl$, — te dwa promienie odbite są rozchodzącemi

się, przedłużone zaś zchodzą się w punkcie f za zwierciadłem, który punkt stanowi ognisko ujemne.

473. Kształcenie się obrazów w zwierciadłach wypukłych, przedstawia (fig. 84), w której promienie z punktu a rozchodzące się po odbiciu się przedłużone w punkcie m , a promienie z punktu b rozchodzące się, odbite zchodzą się w punkcie n ; tak iż mn , wyobraża obraz przedmiotu ab , który jak widzimy jest za zwierciadłem, mniejszy i w takim samym położeniu co i przedmiot.

474. Praktycznym sposobem dochodzi się także ogniska umysłowego zwierciadeł wypukłych, uważając jaka jest odległość pomiędzy dwoma promieniami odbitemi, i tym końcem wystawiwszy takowe zwierciadło na przeciw słońca, pokrywa się powierzchnia jego papierem, w którym dwa małe otwory są zrobione w równy od środka odległości; w ciemnej zatem izbie kierunek promieni odbitych temi otworami widzianym być może, a tem samym i punkt zeyścia się za zwierciadłem oznaczony.

475. Wszelkie inne zwierciadła można uważać za złożone z płaskich, wypukłych i wklęsłych, a podług tego i obrazy przedmiotów wystawiać się będą. — Do główniejszych należą walcowe, stożkowe i piramidalne. — Walcowe uważać można w podług za płaskie, a w poprzek za wklęsłe lub wypukłe, podobnie i stożkowe w podług za płaskie nachylone a w poprzek za wypukłe. — Piramidalne są płaskie nachylone w wierzchołku zchodzące się. W walcowych i stożkowych, w po-

dłuż obrazy są teyże wielkości co i przedmioty, w poprzek zaś są większe lub mniejsze.

476. Dla tego za pomocą takowych zwierciadeł przedmioty i wszelkie rysunki kształtne niekształtnemi się okażą, a przeciwnie rysunki niekształtnemi się bydź wydające w takowych zwierciadłach kształtnemi się okażą. Rysunki przedstawiające części przedmiotów rozrzucone i żadnego związku z sobą nie mające, widziane w wierzchołku zwierciadeł piramidalnych pewną całość przedstawiają. — Podobne rysunki iakkolwiek zdają się bydź bezkształtne, są iednak zrobione podług pewnych wymiarów zastosowanych do gątkunku zwierciadła do którego mają bydź przeznaczone; — i takowe rysunki nazywają się także Anamorfosami.

§. 67. *Zasady Dioptryki.*

477. Z poprzedzającego wykładu wiemy, że promienie światła dopóki się znajdują w środku téy saméy natury i téy saméy gęstości, rozchodząc się nie zmieniają swego kierunku. Lecz gdy z iednego środka promienie światła wchodzą w środek drugiego odmiennéy natury, lub odmiennéy gęstości, natenczas zbaczają z swego pierwotnego kierunku, co w ogólności *złamaniem* światła nazywamy.

Złamanie to stanowi przybliżenie się, lub oddalenie promienia światła od prostopadłéy, z punktu tego wyprowadzonéy, w którym promień światła z iednego środka wchodzi w drugi. — Rozróżnić zatem uależy kąt wpadania i kąt złamania; — przez

pierwszy rozumiemy, kąt zaięty promieniem wpadania i prostopadłą, a przez drugi kąt zawarty pomiędzy promieniem złamanym a prostopadłą. — Środek zaś ten uważa się za bardzięy łamiący, w którym promień złamany bardzięy się do prostopadłej przybliża, w którym się zaś od téj prostopadłej bardzięy oddala, stanowi mniey łamiący środek.

478. O złamaniu światła z łatwością wyobrażenia nabydź w następujący sposób możemy: bierzemy się naczynie *mnr*s, (f. 85) w którym bok *mn* jest nieprzezroczysty mający otwór w punkcie *o*, w puszczaiąc tym otworem promień światła, na dnie widoczny będzie cień, którego długość oznaczoua bydź może, i niech będzie *nc*, gdy następnie nieruszając naczynia wypelnimy go wodą, lub włożymy w niego szkiełko ze szkła, zpostrzeżemy, że cień już nie do punktu *c*, lecz tylko do punktu *d* dochodzi; a tem samem wskazuje, że promień *ac*, po nalaniu wody idzie kierunkiem *aod*, czyli że wchodząc w inny środek złamany przybliżył się do prostopadłej *on*, tak iż *aom* stanowi kąt w padania, a *nod* kąt złamania.

479. W złamaniu podobnie iak i w odbiciu się, promienie światła przechodzące z jednego środka w drugi w kierunku prostopadłej, nie podlegają żadney zmianie, czyli niezłamane przechodzą. Do oznaczenia wielkości kąta wpadania i złamania, używa się pospolicie nie łuku, lecz wstawy, które dla krótkości nazywają się wstawami wpadania i złamania.

480. Główną zasadą łamania się światła, a tem

samem i Doptryki jest: 1^{od} Że promień wpadający i promień złamany na téy saméy znajdują się płaszczyźnie, która do powierzchni rozdzielającej te środki jest prostopadłą; 2^{re} Że w ogólności światło wchodząc w kierunku ukośnym, z środka rzadszego w środek gęstszy, ponaywiększey części przybliża się do prostopadłej, a przeciwnie z środka gęstszego wchodząc w środek rzadszy oddala się od prostopadłej, iak *np.* z powietrza wchodząc w wodę lub szkło przybliża się, przeciwnie zaś z wody lub szkła wchodząc w powietrze oddala się, Mówimy że powiększény części, oprócz bowiem gęstości, ma także wpływ na złamanie i natura ciała, a w ogólności istoty palne są środkami więcéy od innych ciał światła łamiącemi. Z czego iuż Newton wniósł że w skład diamentu i wody muszą wchodzić ciała palne, chociaż to daleko późniey po nim doświadczeuiem ztwierdzone zostało. 3^{cie} To przybliżenie się lub oddalenie od prostopadłej jest stałe i iednostayne, dla tych samych środków, czyli że pod iakimkolwiek kątem promień wpada z iednego środka w drugi, zawsze ten sam pozostaje stosunek pomiędzy wstawą wpadania, a wstawą złamania, i tak *np.* pod iakimkolwiek kątem wpada promień światła z powietrza do szkła zwyczajnego, zawsze wstawa kąta wpadania, ma się do wstawy kąta złamania iak 3: 2, wchodząc z powietrza do wody, iak 4: 3. 4^{te} Nareszcie, gdy promień światła mający przechodzić z środka bardziey łamiącego w środek mniey łamiący *np.* ze szkła lub wody w powietrze, pada na płaszczyznę te środki przedzielając pod kątem bardzo uko-

śnym, natenczas wcale nie przechodzi, lecz nadad się odbiia, a to pod kątem równym kątowni wpadania.

481. Zasady te doświadczeniem w. następujący sposób przedstawić można: bierze się krążek *mn*, (fig. 86) na którym kreślą się dwie średnice *ab* i *dc*, przecinające się pod kątem prostym, na przeciwnych stronach i połowach jednéy z tych średnicy, kreślą się w ten sposób kąty *air* i *bit*, ażeby ich wstawy *rs* i *tu*, miały się iak 4: 3, a potem w trzech punktach *r, i, t*, wbiiają się *np.* spilki. Tak przyrządzone kółko wkładając połową do wody, przez złamanie światła wszystkie te trzy spilki, okażą się na jednéy linii.

482. Przy łamaniu się światła postrzegać się daia i inne okoliczności, iako to: że oprócz łamania zachodzi także w części i odbicie się, a to tem znaczniejszy im ukośniej promienie padaia na powierzchnię przedzielającą środki. Nadto powstaie także rozkład promieni światła na kolory, a w niektórych ciałach postrzega się podwójne złamanie, o których to zjawieniach niżej obszerniej mowa będzie,

483. W zamiarze zastosowania powyższej zasady do wyłomaczenia wszelkich zjawień światła złamanego, możemy uważać środki przedzielone powierzchnią płaską lub krzywą, a tę znowu wklęsłą lub wypukłą. — W każdym razie idzie szczególniej o oznaczenie kierunku promieni złamanych tudzież, iak nam się stosownie do tego przedmioty przedstawiaia.

§. 68. *O złamaniu światła na powierzchniach płaskich.*

484. Padające promienie na powierzchnią płaską w kierunkach równoodległych, po złamaniu równoodległemi pozostają, o ile się bowiem jeden przybliży lub oddali od prostopadłej, o tyle także i wszystkie inne przybliżają się lub oddalają.

485. Jeżeli zaś padają w kierunkach rozchodzących się, natenczas po złamaniu albo są mniej albo więcej rozchodzącemi; mniej rozchodzącemi, gdy wchodzi w środek bardziej łamiący, więcej zaś rozchodzącemi się, gdy wchodzi w środek mniej łamiący. Co samo wykrylenie z łatwością objaśnia. I tak jeżeli z punktu *o* (f. 87) promienie rozchodzące się *ob* *oc*, padają na powierzchnią *mn* przedzielającą środki *z* i *x* natenczas jeżeli środek *x* jest gęstszym, czyli bardziej łamiącym, promienie złamane przybliżą się do prostopadłej *ss* i *tt*, i pójdą kierunkiem *bs* i *ct*, — gdy zaś tenże środek jest mniej łamiącym, złamią się w kierunku *bd*, *ch*; w pierwszym razie po złamaniu zdaią się, iak gdyby rozchodziły się z punktu *k*, a w drugim z punktu *r*.

486. Skutkiem takowego kierunku promieni złamanych jest, że przedmioty *np.* w wodzie będące bliżej się nam bydź wydaia, aniżeli są w istocie; dla tego to woda wrzece daleko płytszą bydź się zdaie; — kiy w wodzie utkwiony przy powierzchni złamanym się wydaie, co łatwym doświadczeniem potwierdzić ta że można w następujący sposób; biorąc iakie naczynie na którego

duie znajduie się pieniądz, i oddalając go dopóty, dopóki ten pieniądz nieprzestanie być widzianym, gdy w to naczynie woły naleiemy, niewzruszając naczynia z miejsca, pieniądz na nowo zobaczymy.

487. Gdy promienie przechodzą przez kilka środków, łamią się w każdym z tych w powyżey wyłożony sposób, formując pewnego kształtu linią krzywą; to samo się dzieie gdy promienie światła przechodzą przez ten sam środek lecz różney gęstości; i właśnie w tym przypadku są promienie przechodzące przez powietrze atmosferyczne, które uważać można za złożone z warstw różney gęstości, co tak od różnego ciśnienia, iak i od różney zawisło temperatury. Wpływ w tym względzie atmosfery na ciała w niewielkiej odległości będące iest nieznacznym; lecz na ciała więcey oddalone, a zwłaszcza na ciała niebieskie wpływ ten iest widoczniejszy.

488. Skutkiem tego wpływu iest, że ciała niebieskie wyżej widzimy, aniżeli się w istocie znajdują, w czem różnica tem iest większa, im te ciała znajdują się bliżey poziomemu, w tym bowiem razie więcey warstw powietrza niższych przebywają, które są gęstsze od warstw wyższych, a tem samem więcey z pierwotnego kierunku zbaczają. — Ta różna gęstość powietrza iest także przyczyną, dla czego, słońce, księżyc, i inne ciała niebieskie, w przód widzimy, nim ieszcze nad poziom się wzniosą, równie iak i w ten czas ieszcze są widziane, gdy się już poniżey poziomemu znajdują; a w krajach północnych to okazywanie się przed

wschodem daleko jest wcześniejsze, a po zachodzie daleko dłuższe, z przyczyny, że w tych miejscach dla niższej temperatury, większa także jest gęstość powietrza przy poziomie, a tem samym i znaczniejsze złamanie. Podobnież i w krajach nad morzem będących słońce przez dłuższy czas jest widziane powyżej horyzontu.

489 Do tego gatunku zjawień policzyć można i to, które francuzi mirage nazywają, a które szczególnie w krajach gorących i na wielkich postrzegać się dają przestrzeniach, iak *np.* na pustyniach piaszczystych, gdzie przedmioty w znaczniejszej odległości będące, okazują się podwójnie, to iest: w kierunku prostym i w kierunku przewróconym, a domy i drzewa zdają się zdaleka iak gdyby wyspy w pośród wody pływające, które to złudzenie za zbliżeniem się znika. — Przyczyną tego złudzenia optycznego iest, mniejsza gęstość powietrza w niższych warstwach, w takowych bowiem miejscach powietrze przy powierzchni ziemi będące mocniej ogrzane od teyże powierzchni ziemi, a tem bardziej od rozpalonego piasku, aniżeli wyższe warstwy od promieni słonecznych, tem samym niższe są rzadsze od wyższych, promienie zatem światła w ukośnym padające kierunku niełamają się w tych niższych warstwach, lecz odbijają się i tak iak w zwierciadle leżącym poziomo, przedmioty w przewróconym przedstawiają kierunku. Niech *da*, (t, 38) wyobraża powierzchnią ziemi, a *mn* granicę pomiędzy powietrzem rzadszem i gęstszym, oko będące w punkcie *o*, widzi najprzód pod kątem *con* przedmiot *en*; lecz a-

prócz promienia co , z punktu c rozchodzą się i w innych kierunkach promienie, z tych promień padając ukośnie, w punkcie r nie łamię lecz odbija się kierunkiem ro , oko zatem w tym miejscu będące punkt i widzi, i w kierunku promienia oc , i w kierunku promienia or , czyli na tegoż przedłużeniu w punkcie c , to samo ma się rozumieć i o innych pośrednich tegoż przedmiotu częściach.

490. Dotąd uważaliśmy zdarzenia złamania światła, gdy promienie przechodzą ze środka mniej łamiącego do środka więcej łamiącego, lub odwrotnie; pozostaie nam zastanowić się nad takimi, gdy promienie światła nie tylko wchodzą lecz i przechodzą przez środek więcej lub mniej łamiący, czyli gdy nazad wchodzą do tego środka z którego wyszły, iak to dostrzegamy w zwycayném przechodzeniu promieni światła przez szkła. — I w takowym względzie podwójny może być przypadek, to jest: a'bo powierzchnie płaskie te środki przedzielające są pomiędzy sobą równoodległe, lub też są pod pewnym kątem nachylone, iak *np.* w graniastostupach trzyciennych, przyzmatami w ogólności nazwanych. Gdy powierzchnie przedzielające są równoodległe, natenczas nie zmienia się kierunek promieni, o ile bowiem zbaczają przez złamanie na pierwszypowierzchni, o tyle w przeciwną stronę przy wyjściu przez drugą powierzchnią wracają, tak iż w tem samem położeniu pomiędzy sobą zostają, w iakimby były rozchodząc się wprost od punktu świecącego.

491. Gdy zaś powierzchnie przedzielające, są do siebie pod pewnym kątem nachylone, który w ogólności *kątem łamiącym* jest nazywany, natenczas po złamaniu promienie oddalają się od swojego pierwotnego kierunku, tak iż przedmioty tym sposobem widziane, w innem okazują się miejscu, a nadto przez to podwójne złamanie rozkład promieni światła na kolorowe jest daleko znaczniejszy. I tak promień padając w kierunku *ab*, (f. 89) na powierzchni *mA* łamie się, i idzie kierunkiem *bc*, następnie złamany na powierzchni *uA* wychodzi kierunkiem *cd*, tak iż punkt *a*, będzie widziany w kierunku promienia *cd*, czyli w punkcie *r*. To oddalenie się od punktu *a*, zawisło od wielkości kąta wpadania, od wielkości kąta łamiącego *mAn*, i od natury środka łamiącego. — Mając zatem wiadome zboczenie promienia złamanego, tudzież wiadomy kąt wpadania, i kąt łamiący, tem samem można doysć stopnia łamania każdego środka, i właśnie tego kształtu pryzmatu użyto do dochodzenia stosunku łamania się światła w ciałach stałych ciekłych i lotnych, robiąc z ciał stałych pryzmata, a ciała ciekłe i lotne mieszcząc w naczyniach, których boki przyzrocyste pod pewnym kątem są nachylone.

492. Z powyższego wykładu łatwo wyłomaczyć można, to powtarzanie się kilkakrotne obrazów, przez szkła w różnych kierunkach szlifowanych, postrzegać się dające. I tak *np.* jeżeli na szkło (f. 90) *abcd* padają promienie z punktu *f*, rozchodzące się *fg*, *jh*, *fe*, po złamaniu zchodzą się w punkcie *o*, w tem miejscu oko będące wi-

dzi punkt f w kierunku promienia oe , or , os a tem samem ten przedmiot razem widzi w f , f' , f'' . — Robione takżę są rysunki dioptrycznemi Anamorfozami nazwane, w których części tego samego, przedmiotu tak są rozrzucone, iż to co się ma okazać na prawey stronie, odrysowane iest na lewéy, a to co się ma wyżéy okazać, niżej iest przedstawione i t. p. — Tak rozrzucony obraz widziany przez szkło wieloboczne, przedstawia przedmioty w naturalnym kształcie.

§. 69. *O łamaniu się światła na powierzchniach krzywych.*

493. Na powierzchniach krzywych podobnie jak i na płaskich, złamanie promieni światła skutecznia się podług téy saméy zasady i w tym samym stosunku, cała zatem w téy mierze trudność zawisła od wyprowadzenia prostopadłéy, która gdy iest wiadomą, tem samem kierunek promieni złamanych oznaczonym będzie, — W powierzchniach krzywych kulistych, promień kuli przez punkt wpadnięcia promienia światła poprowadzony, będzie żądaną prostopadłą.

494. Nayważniejsze tego rodzaju zdarzenia światła złamanego są te, które się postrzegać dają w tak nazwanych soczewkach. — Soczewki w ogólności są to szkła, których powierzchnie krzywe są wycinkami kul. — Są zaś podwójnego gatunku, to iest: albo wklęsłe albo wypukłe. Wypukłe w szczególności są: albo wypukło wypukłe, albo płasko-wypukłe, albo nareszcie wklęsło wypukłe iuaczéy Meniskami nazwane, w których iedna po-

wierzchnia jest wklęsła a druga wypukła, tak jednak ażeby wypukłość była znaczniejsza od wklęsłości. — Podobnież i wklęsłe w szczególności są: albo wklęsło wklęsłe, albo płasko wklęsłe, albo nareszcie wypukło-wklęsłe, w których odwrotnie wklęsłość jest znaczniejsza od wypukłości. — Promień kulistości, który powierzchnia soczewki jest wycinkiem, stanowi także i promień soczewki. — Promień przechodzący przez środki obydwóch powierzchni soczewki i przez środek wielkości teyże soczewki, stanowi oś. — I tak *np.* w soczewce wypukło-wypukłej *mn*, (t. 91) powierzchni *man* promieniem jest *abc*, a powierzchni *mbn* promieniem *dab*, — cała zaś linia *dabc* stanowi oś téy soczewki. — W soczewkach płasko-wklęsłych i płasko-wypukłych, powierzchnia płaska uważana także jest za kulistą promienia nieskończoney wielkości. — W soczewkach zaś wypukło-wklęsłych lub wklęsło-wypukłych, gdy wklęsłość jest równa wypukłości, tak *np.* iak w szkiełkach zegarkowych, takowe nie działają ani iako wklęsłe, ani iako wypukłe.

O soczewkach wypukłych.

495. W ogólności w soczewkach wypukłych kierunek promieni złamanych jest zchodzący się. — Jeżeli bowiem uważać będziemy promienie padające w kierunku równoodległym, te po złamaniu przecinaią oś w pewnym miejscu, przecinaią zaś te oś w iednym punkcie promienie równoodległe, będące w nieskończenie małej odległości od osi. Ten punkt osi przecięcia się promieni równoodległych, nazywa się *ogniskiem* soczewki,

a odległość tego punktu od soczewki, odległością ogniska.

496. Odległość ogniska praktycznie wyznajduie się, wystawiając soczewkę na przeciw słońca i przybliżając lub oddalając z przeciwnéy strony papier dopóty, dopóki kółko świecące na tym papierze nie będzie najmnieysze, — lub co na iedno wychodzi, iak się poniżey przekonamy, dopóki obraz iakiego przedmiotu nie będzie najmnieyszy, lecz razem naywyrażnieyszy.

497. Ze promienie padające w kierunku równoodległym po złamaniu zchodzą się, przecinaiać oś w pewnym punkcie, przekonać się można wykryśleniem w następuiający sposób: w soczewce $mpqn$ (f, 92), powierzchni mn środek kulistości niech będzie w punkcie c , a powierzchni pq w punkcie s , tem samem cs iest osią tey soczewki; na takową soczewkę np z dwóch promieni ab i de równoodlegle padaiących, promień ab przejdzie bez złamania, z przyczyny że ten promień do obydwóch powierzchni iest w kierunku prostopadłéy; — drugi zaś promień de w punkcie e łamie się, przybliżając się do prostopadłéy he , przez co iuż nabywa kierunku nachylonego, tak gdyby nawet nie było drugiéy powierzchni, promień złamany przeciołby oś w punkcie r , łamiając się zaś w punkcie k , ieszcze się bardziey nachyli, oddalając się od prostopadłéy kg , tak iż przetnie oś w punkcie f w tem samym miejscu przetną także i inne promienie na około osi będące, bardzo mało od teyże; oddalone, który ogniskiem, a linia bf odległością ogniska nazywa się. W podobny sposób oznaczyć

można ognisko w soczewkach płasko - wypukłych, i wklęsło-wypukłych.

498. Jeżeli promienie równoodległe w soczewkach wypukłych zchodzą się, tém bardziej zchodzące się, ieszcze bardziej będą nachylone.

499. Co się zaś tycze promieni rozchodzących się, tych kierunek po złamaniu jest różny, podług różnéy odległości punktu świecącego od soczewki, — w czem równie iak i we wszystkich innych zdarzeniach, wielkie podobieństwo zachodzi, pomiędzy soczewkami wypukłemi a zwierciadłami wklęsłemi, tak iak pomiędzy soczewkami wklęsłemi a zwierciadłami wypukłemi.

Gdy punkt świecący znajduje się w nader wielkiej odległości, promienie rozchodzące się mogą być za równoodległe uważane, tém samém takowe promienie po złamaniu zchodzą się w ognisku soczewki. — Gdy się punkt świecący bliżej soczewki znajduje, promienie złamane bardziej rozchodzą się, i w większej odległości os przecinaią, a to tém w znaczniejszej, im punkt świecący bliżej soczewki się znajduje. Gdy się punkt świecący znajduje w ognisku, promienie złamane będą miały kierunek równoodległy. — Gdy się zaś ieszcze więcej punkt świecący do soczewki przybliża, tém samém po złamaniu będą rozchodzącemi się, tylko mniej od wpadających, i zdają się iakoby pochodziły z punktu za soczewką znajdujacego się, który tem się bliższym wydawać będzie, im bardziej punkt świecący do soczewki się przybliża.

500. Do wynalezienia odległości tego punktu

w którym się zchodzą promienie złamane, służy w ogólności formuła $d = \frac{df}{d-f}$ w której d oznacza szukaną odległość, d odległość punktu świecącego, a f odległość ogniska, która za znaną jest uważana. — Na oznaczenie zaś odległości ogniska w soczewkach szkła zwyczajnego, służy formuła $f = \frac{2r r'}{r+r'}$, w której r oznacza promień iedny, a r' promień drugiéy powierzchni soczewki, iest zaś wypadkiem ogólniejszey następujący $\frac{1}{f} = \frac{n-1}{r} + \frac{n-1}{r'}$ w której n : i oznacza stosunek łamania się promieni z powietrza w szkło przechodzących; — w tych formułach wielkości d , d' , r , r' , f i n : i są w pewnych pomiędzy sobą stosunkach, tak iż za pomocą iednych inne oznaczone być mogą,

501. Niech D i E (f. 93) oznaczają środki kulistości obydwóch powierzchni soczewki, a FI oś teyże soczewki, z punktu F na osi będącego pada na soczewkę promień FG , linia KGD iest prostopadłą, a KGF kątem wpadania; — po złamaniu pada na drugą powierzchnią w kierunku GH , na której EL iest prostopadłą, a GHE kątem wpadania. Gdy się po drugiem złamaniu od dała od prostopadłej, póydzie kierunkiem HN i przetnie oś w punkcie I . Idzie o oznaczenie tego punktu I .

Kąty wpadania i złamania na obydwóch powierzchniach KGF , HGD , GHE i LHI , gdy się za bardzo małe uważają, tem samem za wstawy, mogą być braue same kąty, będącie zatem:

$$KGF: HGD = n: 1.$$

$$LHI: GHE = n: 1.$$

a t \acute{e} m sam \acute{e} m $KGF + LHI: HGD + GHE = n: 1$. —
 Że zaś k \acute{a} t KGF jest r $\acute{o$ wny k \acute{a} tom $F + D$, iako
 k \acute{a} t zewn \acute{e} trzny wzgl \acute{e} dem dw $\acute{o$ ch k \acute{a} t \acute{o} w w tr $\acute{o$ y-
 k \acute{a} cie wewn \acute{e} trznych, podobnie \acute{z} k \acute{a} t $LHI = E + I$,
 a dla t \acute{e} y sam \acute{e} y przyczyny $HGD + GHE = GME =$
 $E + D$, — powy \acute{z} sza zatem proporcya mo \acute{z} e by \acute{c}
 wyrażoną:

$F + D + E + I: E + D = n: 1$, — z k \acute{a} d wypływa
 $(F + D + E + I) - (E + D): E + D = n - 1: 1$, czyli

$F + I: E + D = n - 1: 1$, z k \acute{a} d powstaie zr $\acute{o$ wnanie
 $F + I = E(n - 1) + D(n - 1)$.

Mo \acute{z} emy zaś te k \acute{a} ty oznaczy \acute{c} liniami, w ka \acute{z} dym
 bowiem tr $\acute{o$ yk \acute{a} cie a t \acute{e} m sam \acute{e} m i w tr $\acute{o$ yk \acute{a} tach
 EHB, FGA, DGA i IHB , wstawy k \acute{a} t \acute{o} w maia \acute{z} si \acute{e}
 w stosunku bok \acute{o} w tym k \acute{a} tom przeciwn \acute{e} g \acute{o} lym; —
 a zatem wstawa k \acute{a} ta $E: 1 = BH: EH = BH: EB$;
 gdy bowiem k \acute{a} ty wzięte s \acute{a} ma $\acute{ł}$ e, mo \acute{z} na t \acute{e} m sa-
 mem uwa \acute{z} ać $EH = EB$ a BH za lini \acute{a} prost \acute{a} ; z k \acute{a} d
 wypływa że $\text{Wst } E = \frac{BH}{EH} = \frac{BH}{EB}$.

A że podobnie \acute{z} dla ma $\acute{ł}$ o \acute{s} ci k \acute{a} ta E , mo \acute{z} na go
 bra \acute{c} za wstaw \acute{e} , b \acute{e} dzie $E = \frac{BH}{EH} = \frac{BH}{EB} = \frac{BH}{r}$

z tych samych powod \acute{o} w

$$D = \frac{AG}{DG} = \frac{AG}{AD} = \frac{AG}{r}$$

$$F = \frac{AG}{FG} = \frac{AG}{AF} = \frac{AG}{d}$$

$$I = \frac{BH}{HI} = \frac{BH}{BI} = \frac{BH}{d}$$

poczyniwszy zatem stosowne przemiany w poprze-
 dzaj \acute{a} cem zr $\acute{o$ wnaniu, otrzymujemy zr $\acute{o$ wnanie,

$$\frac{AG}{d} + \frac{BH}{d'} = (n-1) \frac{BH}{r} + (n-1) \frac{AG}{r}$$

Gdy grubość szkła jest niewielka, punkta G i H można uważać za zchodzące się, a dla małości kątów E i D , linie AG i BH iako równe, można zatem całe poprzednie równanie podzielić przez AG lub BH , a tem samym otrzymamy $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{n-1}{r} + \frac{n-1}{r}$.

Z tego równania wartość każdéy wielkości oznaczoną być może, gdy inne są wiadome; na to tylko zważać należy, iż w soczewce wypukło-wypukłéy r i r' są wielkości ujemne, gdy przodnia powierzchnia jest wypukłą, a tylna wklęsłą, natenczas r jest dodatnią a r' ujemną i odwrotnie, uareszcie powierzchni płaskiéy promień jest $= \infty$

502. Z powyższego równania można także oznaczyć odległość ogniska dla każdéy soczewki, i tak gdy punkt świecący jest w nieskończonéy odległości $d = \infty$ zatem $\frac{1}{d} = \frac{1}{\infty} = 0$, a tem samym

$$\frac{1}{d'} = \frac{n-1}{r} + \frac{n-1}{r'}$$

więc tem samym $\frac{1}{f} = \frac{n-1}{r} + \frac{n-1}{r'}$ z kąd z łatwością wyprowadza się wartość dla f , z powyżey bowiem przytoczonego równania

$$\frac{1}{f} = \frac{(n-1)r' + (n-1)r}{r r'}$$

$$\text{a zatem } f = \frac{r r'}{(n-1)r + (n-1)r'} = \frac{r r'}{(n-1)(r + r')}$$

Gdy zaś stosunek łamania z powietrza do szkła jest $= n: 1 = 3: 2$, tem samym $n-1 = \frac{3}{2} - 1 = \frac{1}{2}$

będzie więc $f = \frac{r r'}{\frac{1}{2}(r + r')} = \frac{2r r'}{r + r'}$, co stanowi powyżey przytoczoną formułę, służącą do oznaczenia od-

ległości ogniska: — W soczewkach równey z obydwóch stron wypukłości, w których zatem $r=r'$ jest $f=\frac{2r^2}{2r}=r$.

W soczewkach płasko - wypukłych

$$f=\frac{2r \times \infty}{2+\infty}=\frac{2r \times \infty}{\infty}=2r.$$

W soczewkach wklęsło - wypukłych

$$\frac{2(-r)r'}{-r+r'}=\frac{-2rr'}{-r+r'}=\frac{-2rr'(-1)}{-r+r'(-1)}=\frac{2rr'}{r-r'}$$

Mając zaś wiadomą odległość ogniska f , i odległość punktu świecącego, można za pomocą powyższych zrównań wyznaleść odległość punktu przecięcia promieni złamanych. Wiemy bowiem

$$\frac{1}{f}=\frac{n-1}{r}+\frac{n-1}{r'} \quad \text{tudzież} \quad \frac{1}{d}+\frac{1}{d'}=\frac{n-1}{r}+\frac{n-1}{r'}$$

więc tem samem $\frac{1}{f}=\frac{1}{d}+\frac{1}{d'}$, a zatem $\frac{1}{f}=\frac{d'+d}{dd'}$ i $f=\frac{dd'}{d+d'}$ a zatem $df+d'f=dd', df=dd'-f'd'=d'$

$(d-f)$, a $d'=\frac{df}{d-f}$, co stanowi powyżey założoną formułę.

Formuła $\frac{1}{f}=\frac{1}{d}+\frac{1}{d'}$ i do zwierciadeł może także być zastosowaną, znaczy bowiem to samo

co $d'=\frac{dr}{2d-r}$. — Wiemy że w tym razie $f=\frac{1}{2}r$ a tem

samem $\frac{1}{f}=\frac{1}{\frac{1}{2}r}=\frac{2}{r}=\frac{1}{d}+\frac{1}{d'}=\frac{d'+d}{dd'}$ więc $\frac{r}{2}=\frac{dd'}{d+d'}$ a $r=$

$\frac{2dd'}{d+d'}$ następnie:

$$dr+d'r=2dd' \quad \text{a} \quad dr=2dd'-d'r=(2d-r)d' \quad \text{a} \quad d'=\frac{dr}{2d-r}.$$

503. Lubo dotąd uważaliśmy punkt świecący na osi soczewki będący, — ten sam jednak wypadek jest, gdy punkt świecący znajduje się w któ-

remkolwiek innem miejscu, czyli że w tęj samej odległości zchodzą się promienie złamane, połączenie zaś tego punktu przecięcia, znajduje się w przeciwny stronie osi, na promieniu przez środek soczewki poprowadzonym.

Gdy więc tym sposobem każdego w szczególności punktu świecącego po złamaniu oznaczyć można położenie, tem samem i całego ciała położenie, kształt, wielkość i odległość wiadom być mogą. — Promienie bowiem złamane po zejściu się w jednym punkcie następnie znowu się rozchodzą, i gdy dójdą do oczów naszych, oko widzi punkt świecący a tem samem i całe ciało w tem miejscu, w którym się promienie zchodzą; — dla tego przez takie szkła nie przedmiot, lecz obraz przedmiotu widzimy; który może być, albo fizyczny, gdy powstaje z przecięcia się promieni złamanych, albo geometryczny, gdy powstaje z przecięcia się przedłużonych myślnych promieni złamanych. lub inaczej fizyczny jest w ten czas, gdy z jednej strony soczewki znajduje się przedmiot, a z drugiej obraz, geometryczny zaś, gdy z tej samej strony soczewki jest i przedmiot i obraz.

504. Podług różnego oddalenia przedmiotu od soczewki, obraz może być różnej wielkości, różnego położenia, i różnego oddalenia. — Gdy przedmiot znajduje się w znacznej od soczewki odległości, obraz znajduje się z przeciwny strony soczewki w odległości ogniska, jest przewrócony i mniejszy od przedmiotu. — Gdy przedmiot zbliża się do soczewki, obraz z przeciwny strony oddala się, jest przewrócony, i coraz większy

im się przedmiot więcej do soczewki zbliża. — Gdy przedmiot znajdzie się w ognisku, obraz nie jest widzialny. — Gdy nareszcie jeszcze się więcej przedmiot do soczewki przybliża, obraz z tej samej okazy się strony co i przedmiot, jest w położeniu prostem, i większy od przedmiotu. — Można się o tych wypadkach przekonać, już to z wykreślenia podług powyższych zasad uskutecznionego, już to praktycznie, otrzymując obrazy na papierze, w różnych odległościach tak soczewki iak i przedmiotu. Soczewki wypukłe nie tylko w wieloraki sposób są w instrumentach optycznych zastosowane, ale nadto używają się także i do zgęszczenia promieni słonecznych, a tem samem do otrzymania wysokiego stopnia temperatury.

505. W użyciu soczewek oprócz rozkładu promieni światła, o którym niżej mówić będziemy, postrzegać się daie niewyraźność w obrazach, która jest skutkiem że promienie światła z tego samego punktu pochodzące, po złamaniu nie wszystkie w tem samym przecinaią się punkcie, lecz pewne miejsce zajmują. — Takowa niewyraźność w ogólności nazywa się zboczeniem promieni światła dla kulistości soczewki. — Zapobiega się tej niedogodności w instrumentach optycznych, pokrywając większą część powierzchni soczewki istotą nieprzezroczystą iak *np.* papierem, drewnem, blachą i t. p. i tylko mały otwór w posrodku zostawiając, który to okrągły otwór w zakryciu soczewki zwykł się Diafragmą nazywać.

O soczewkach wklęsłych.

506, Tego gatunku soczewek główną własnością jest, że promienie światła rozpraszają czyli w ogólności ze promienie światła po złamaniu są bardziey rozchodzącemi się, aniżeli były przed złamaniem. I tak promienie padające w kierunku równoodległym po złamaniu są rozchodzącemi się, i zdają się pochodzić z iednego punktu, który ujemne ognisko soczewki wklęsłéy stanowi. Ognisko to dla promieni bardzo blisko osi zuaydujących się, jest punktem; uważane zaś promienie w większem oddaleniu od osi, po złamaniu uformują takowe ognisko nie iednu punkt, lecz pewne miejsce zajmujące, które linią lub płaszczyzną kaustyczną nazywa się.

507. Wykryśleniem o takowym kierunku po złamaniu promieni równoodległych, przekonać się możemy w następujący sposob, na soczewkę *abcd* (f. 94), któręy środki kulistości są w punktach *f* i *g*, niech padają promienie *hi* i *kl*, w kierunkach równoodległych, z tych *hi*, idąc kierunkiem prostopadłéy nie łamie się, drugi zaś promień *kl*, w punkcie *l* przybliża się do prostopadłéy *fin*, póydzie zatem kierunkiem *ln*, gdzie następnie w punkcie *n* oddala się od prostopadłéy *ng*, a tem samem póydzie kierunkiem *no*, te więc promienie które przed złamaniem szły kierunkiem równoodległym, po złamaniu się idą w kierunkach rozchodzących się *no* i *rg*, tak iż zdają się, iak gdyby pochodziły z punktu *p*, który to punkt ognisko ujemne soczewki wklęsłéy stanowi. — Gdy więc promienie równoodległe po złamaniu roz-

chodzą się, tem więcéy będą się rozchodzić promienie z punktu świecącego pochodzące, a tem samem i punkt zeyścia tem będzie bliższy soczewki.

508. Ażeby więc można oznaczyć nietylko odległość tego punktu, z którego zdaią się rozchodzić promienie złamane iednego punktu świecącego, lecz i wszystkich innych, czyli ż by można oznaczyć wielkość, odległość, i położenie obrazu każdego przedmiotu, ta sama służy formuła, iaka powyżéy służyła do oznaczenia odległości zeyścia się promieni złamaucych w soczewkach wypukłych, z tą tylko różnicą, że w tym razie promienie są wielkościami ujemnemi. — Odległość zaś ogniska ujemnego w soczewkach wklęsłych w następujący sposób praktycznie oznaczyć można; wystawiając takową soczewkę naprzeciw słońca, druga strona pokrywa się *np.* blaszką ołowianą, w któręy zrobione są dwa małe otwory w równem od środka oddaleniu; — gdy następnie promienie złamane wpadaią na iaką płaszczyznę, łatwo z odległości tey płaszczyzny od soczewki, tudzież i z odległości promieni pomiędzy sobą, wyprowadzić można odległość ogniska przed zwierciadłem,

509. Czyniąc podług powyższych zasad wykryślenie na (fig. 95), przekonujemy się, że obraz bliżey soczewki znayduje się, że jest w położeniu prostem, i że jest mniejszy od przedmiotu. — Lubo podług wykryślenia widziny, że obrazy bliżey się soczewki znayduią, tym czasem patrząc przez takowe szkła na przedmioty, te daleko w większey wydaią nam się bydź odległości; — co zład po-

chodzi że są mniejsze, myślą zatem same przedmioty do takowey oddalamy odległości, z którejby nam się w podobney przedstawiały wielkości.

§. 70. *O podwoynem łamaniu się światła.*

510. Postrzegąc się daie wiele ciał przezroczystych takich, przez które przedmioty podwoynie się okazują, w których zatem promień światła wchodzący na dwa się rozdziela, tak iż jeden łamie się podług wyżey wyłożonych zasad, drugi zaś podług innych oddzielnych prawideł, pierwszy nazywa się zwyczajnie, a drugi nadzwyczajnie złamanym; — całe zaś tego gatunku zdarzenie podwoyne łamanie się światła stanowi.

511. Do przekonania o tego gatunku zdarzeniach pospolicie używa się pewien gatunek węglanu wapna, to iest, krystalizowany, inaczey spatem wapiennym krystalizowanym lub spatem Islandckim nazywany, który iest zupełnie przezroczysty i bezkolorowy; — patrząc przez tenże, na pismo, lub na jakie inne przedmioty podwoynie nam się wydają; Ze w rzeczy saméy w takowych ciałach promień wpadający na dwa inne rozdziela się, łatwo przekonać się możemy, przepuszczając w ciemnéy izbie promień światła przez spat islandcki, postrzeżemy po wyjściu dwa promienie światła.

512. Kształt spatu Islandckiego iest równoległością ukośną, w którym kąty rozwarte są $= 101^{\circ} 32' 15''$ a ostre $= 78^{\circ} 27' 47''$ — nachylenie zaś boków wkrawędziach rozwartych, iest $= 105^{\circ} 5'$ a wkrawędziach ostrych $= 74^{\circ} 55'$. — W takowym kryształe rozróżnić nadto należy, oś kryształu któ-

ra także i osią podwójnego łamania nazywa się, a tą jest średnica łącząca dwa kąty rozwarte przeciwległe, iaką jest na (fig. 96) linia aa' , — tudzież rozróżnić należy główne przecięcie, które stanowi płaszczyna przechodząca przez te kąty rozwarte, a hoki przyległe i cały równoległocian na dwie równe części dzieląca, iaką jest równoległobok $aba'b'$.

513. W takowym kryształe pod względem podwójnego złamania, następujące postrzegać się daia zdarzenia, 1^o że promień światła padaiący prostopadle do głównego przecięcia a tem samem prostopadle i do osi kryształu nie rozdziela się, zzyli że przedmioty pojedynczo się okazują; — 2^o podobnie pojedynczo się także okazują, gdy promienie światła są równoodległe do osi kryształu; 3^oie nareszcie, że wtenczas dopiero przedmioty podwójnie są widziane, gdy promień światła wpadaiący z osią kryształu formie iakikolwiek kąt ostry; to jest, że wtenczas tylko okazują się zjawienia podwójnego złamania, gdy promienie wpadaią w kierunku do osi ukośnym. — O czem przekonać się można ścinając kąty a i a' i otrzymując tym sposobem dwie płaszczyny równoodległe, do których oś kryształu jest prostopadłą, promienie bowiem światła przez te płaszczyny przepuszczane będą równoodległe do osi, a tem samem podwójnemu złamaniu niepodlegaią; — podobnie można otrzymać dwie płaszczyny równoodległe do głównego przecięcia, na które padaiące promienie będą tem samem do osi prostopadłemi, i równie podwójnemu zła-

mania nie podlegają. W wszelkim zaś innym położeniu promienie przechodzące, przedmioty podwajaiają.

514. Przyczyną w ogólności tego gatunku złażenia zdaie się bydź pewne działanie na światło, w kierunku osi wywierane, dla którego jedna część promienia odpychaną zostae; — gdyż postrzegamy, że kierunek promienia złamanego nadzwyczajnego iest oddaleniem się od linii poprowadzoney przez punkt wpadnięcia równoodlegle do osi.

515. Nie tylko węglan wapna krystalizowany okazuje tę własność, lecz i wiele innych minerałów także krystalizowanych, a iezeli nie zdają nam się powiększey części podwajaiać przedmioty, przyczyną iest, iż w takowych pospolicie os do płaszczyzn przez które patrzymy iest, albo prostopadłą albo równoodległą, zrobiwszy zatem w takowych płaszczyzn równoodległe w innych kierunkach, podwoyne złamanie widocznem się okaże.

516. Biot robiąc w téj mierze z różnemi minerałami doświadczenia przekonał się, że nie we wszystkich promień nadzwyczajnego złamania oddala się od linii do osi równoodległéy, lecz przeciwnie w niektórych iest przyciągany, iak *np.* w kwarcu, i z tego względu dzieli ciała co do podwóynego łamania, na odpychające i przyciągające.

517. Nie we wszystkich także minerałach os kryształu zehodzi się z osią podwóynego łamania, czyli z tą linią, która wywierając działanie przyciąga lub odpycha promień nadzwyczajnego złamania, a w tym razie praktycznie teyże położenia

dochodzić można, robiąc dopóty płaszczyzny równoodległe, dopóki promienie wpadające nie rozdwoją się; tem samem bowiem wskazują, że oś podwoynego złamania do tych płaszczyzn jest w kierunku równoodległym lub prostopadłym; — następnie ażeby ostatecznie można oznaczyć, jakie jest położenie, robią się płaszczyzny równoodległe prostopadłe do pierwszych, na kształt grania stożka sześciobocznego, w tym bowiem razie, jeżeli do pierwszych płaszczyzn była w kierunku równoodległym, przez iedne płaszczyzny będzie podwiałać przedmioty, a przez inne nie, z przyczyny że do iednych będzie w kierunku prostopadłym, a do innych w kierunku ukośnym.

518. Do powyższych zjawień podwoynego złamania przydadź można i następujące: Promień zwyczajnego złamania znajduje się na tój saméj płaszczyźnie, na którój się znajduje i promień wpadający; — promień zaś nadzwyczajnego złamania znajduje się zawsze na płaszczyźnie równoodległej do płaszczyzny głównego przecięcia, tak że jeżeli w kierunku tój płaszczyzny będzie się znajdować promień wpadający, natenczas tak wpadający jak i obydwie złamane będą się na iedneyże znajdować płaszczyźnie, o czem łatwo przekonać się możemy, nakryśliwszy na papierze linią, i położywszy na tój linii kryształ spatu wapiennego średnicą większą, będziemy widzieć dwie linie w największem pomiędzy sobą oddaleniu; a gdy następnie będziemy kryształ obracać, linie te coraz się bardziej przybliżają, tak iż gdy kryształ mniejszą średnicą nad wykryślo-

na linią znajdować się będzie, obiedwie linie razem się zeydą; gdy zaś w drugą stronę kryształ obracamy, na nowo te linie od siebie się oddalają.

519. Promienie rozdzielone wychodząc z kryształu, zwyczajnym sposobem się łączą; a tem samem pozostają pomiędzy sobą w kierunkach równoodległych; dla tego łatwo z wykryślenia przekonać się można, że ten sam promień rozdwojony nie dochodzi do oczów naszych, lecz z innego promienia część zwyczajnego, a z innego część nadzwyczajnego złamania, czego bezpośrednim skutkiem iest, że z dwóch obrazów, ten który się znajduje po prawey, widzimy po lewey stronie, i odwrotnie. — I tak *np.* jeżeli (fig. 97) uważamy z punktu *s* rozchodzące się promienie, z tych promień *sT* wchodząc w kryształ rozdzieli się na dwa promienie, z których ieden zwyczajnego złamania poydzie kierunkiem *TG*, a drugi nadzwyczajnego złamania poydzie kierunkiem *TU*, oddalając się od linii *Ts* równoodległey do osi kryształu; — po wyjściu poydą kierunkami równoodległemi *GO* i *UU'*, jeżeli więc oko znajduje się w punkcie *O* nieotrzyma tylko część promienia *sT* z zwyczajnego złamania pochodzącą, — gdy następnie uważać będziemy z tego samego punktu *s*, drugi promień *st*, tego promienia zwyczajnego złamania będzie *tg* a nadzwyczajnego *tu*, po wyjściu będą ich kierunki *uO* i *gg'*, czyli że w oku zchodzą się promienie *uO* i *GO*, które iak widzimy są zwyczajnego i nadzwyczajnego złamania, lecz odmiennych promie-

ni; nadto że obraz pochodzący z promienia st oko widzi w kierunku Ou , a z promienia sT w kierunku OG czyli w przeciwnych stronach; — co się ciekawem potwierdza doświadczeniem, wykrywszy bowiem na papierze kółko i położywszy na nim wspomniany kryształ, dwa kółka się okazą, gdy potem pod ten kryształ wsuwać będziemy inny papier, postrzeżemy, iak zakrywa kółko lecz właśnie nie to z której strony go wsuwamy, ale z drugiey strony będące.

520. Z tego co się dotąd powiedziało, złatwością będzie można oznaczyć skutek, gdy na przedmiot przez dwa kryształy patrzymy, podług różnego bowiem tych kryształów położenia, może być widziany albo ieden tylko obraz, albo dwa, albo nareszcie i cztery.

§. 71. *O rozkładzie światła.*

521. Promienie światła przechodząc przez ciała przezroczyste, nie tylko się łamią, a w niektórych rozdwiająją, ale nadto iakieśmy już wyżey wspomnieli, i rozpraszają, czyli rozkładają na promienie kolorowe; — o tego więc gatunku zdarzeniach, czyli w ogólności o kolorach światła mówić nam teraz wypada.

Widzimy że nie tylko nam się przedmioty wróżnych okazują kolorach, tudzież że nowe nie iako powstają, gdy światło przechodzi przez różne środki, ale nadto i same ciała świecące różnym kolorem świecą, co tem samem wskazywać się zdaie, że kolorów nie ciała, ale światło iest przyczyną. I w rzeczy saméy nayłatwiey te zdarzenia dadzą się wytłómaczyć, gdy uważamy promień światła iako

złożony z różnych części, z których każda część innego koloru sprawia uczucie: — w całości zaś uważany, sprawia uczucie koloru białego, tak iak brak całkowity światła uczucie koloru czarnego.

512. Takowe kolorów uważanie najpierwéy wskazane i doświadczeniami stwierdzone było przez Newtona, a to za pomocą graniastostupa trzechściennego, czyli pryzmatu szklanego, w następujący sposób. Wpuszczając do ciemney izby małym otworem promień światła słonecznego, widzimy iak tenże na przeciwległej ścianie (*) formie kółko świetne białe, które iest obrazem słońca, gdy w kierunku tego promienia trzymamy pryzma, natenczas następujące postrzegamy zmiany, nayprzód kierunek promienia zbacza w odmienną stronę, podług tego iak kątemi pryzmatu na doł, w górę, lub w bok iest obrócony; — powtóre, na przeciwległej ścianie wyraża iuż nie kółko, lecz obraz obdłużny; — po trzecie nareszcie, że ten obraz nie iest biały, lecz z różnych kolorów złożony, który to obraz słońca tym sposobem otrzymany w szczególności *widmo słoneczne* (spectrum solare) nazywa się. W takowym obrazie rozróżnić można siedm kolorów, zawsze w tym samym porządku pomiędzy sobą zostających, to iest: czerwony, pomarańczowy, żółty, zielony, błękitny, niebieski, fioletowy; — lubo z dokładnością oznaczyć nie można, gdzie się każdy w szczególności rozpoczyna, lub gdzie się

(*) Która ta płaszczyzna w ciemnem miejscu znajduiąca się *Ciennikiem* nazywana także bywa.

kończy, tak iedne za drugie zachodzą, i innych pośrednich odmian są początkiem. — Ażeby w czasie czynienia podobnych doświadczeń wpuszczony promień nie zmieniał swego położenia, używa się zewnątrz oddzielny aparat Heliostatem nazwany; to iest, zwierciadło od którego promienie słońca odbite wchodzą do ciemnej izby tak iest osadzone, że ciągle zmienia swoje położenie, w tym samym stosunku, w jakim zmienia i słońce w ciągu swojego około kuli ziemskiej pozornego obrotu. — Tudzież chcąc żeby te kolory wyraźniej były odznaczone, przepuszcza się promień światła przez soczewkę wypukłą. Z resztą ten sam skutek okazują nie tylko promienie słoneczne, lecz i wszelkie inne promienie światła, równie iak i wszelkie ciała przezroczyste, w których powierzchni płaskie nie są równoodległe. — Gdy w kierunku rozłożonego pryzmatem promienia światła trzymać będziemy soczewkę wypukłą, zbierają się nazad i kształcą w samem ognisku kółko świetne koloru białego; a tak nie tylko rozbiorem lecz i zbiorowym sposobem przekonać się można, o tęg własności promieni światła. Wszystkie tego gatunku doświadczenia potwierdzają powyższe założenie, że promień światła głównie z siedmiu innych kolorowych iest złożony, — tudzież, że te części czyli promienie kolorowe nie w iednakowym stosunku się łamią przechodząc przez ciała przezroczyste, a w szczególności naywięcęg się łamie fioletowy a naymniey czerwony; to właśnie iest przyczyną dla czego się od siebie oddalają, i

to w ogólności rozkładem promienia światła nazywamy.

523. Dla przekonania się zaś, że te promienie kolorowe otrzymane przez rozkład promienia światła są niezłożone, lecz pojedyncze, przepuszczano przez mały otwór, każdy w szczególności promień kolorowy, i wystawiając go na nowo na działanie pryzmatu, iakkolwiek zboczy z pierwotnego kierunku, zawsze iednak na przeciwległej ścianie uformuie kółko tego samego koloru.

524. Te promienie kolorowe, promień światła składające, nie tylko się różnie łamią, ale i w różny sposób odbiiają, a w ogólności które się naybardziej łamią, te się także i nayprędzey odbiiają, dla tego promień fioletowy nayprędzey się odbiia, a czerwony naypóźniej; — o czem można się także za pomocą pryzmatu przekonać, gdy go bowiem tak nachylamy, ażeby promień na niego padał w kierunku znacznie ukośnym, natenczas w drugiej powierzchni, część tylko promienia się złamie, a część się od teyże odbiie, i w innym miejscu widziana będzie; w takim razie postrzegamy, że nayprzód z widma słonecznego giną kolory fioletowy, błękitny i t. p. a na końcu dopiero czerwony. I z tey przyczyny poczęści wytkómaczyć można dla czego sklepienie niebieskie wydaie nam się koloru błękitno fioletowego, tego bowiem gatunku promienie ławiey się, anizeli inne, od powietrza atmosferycznego odbiiają.

525. Nie zawsze iednak, tak nazwane widmo słoneczne, powyżey wskazane siedm głównych kolorów przedstawia, lecz czasem więcéy czasem

muiey, podług tego iak różnych zmian doznaje światło słoneczne, przechodząc przez powietrze atmosferyczne; które to zmiany zawisły od czystości, gęstości, i szerokości kolumn powietrza, przez które promienie słoneczne przechodzą. Zazwyczaj w zupełności to widmo okazuje się tylko w południe i w dnie pogodne; z rana zaś i w wieczór lub w dnie pochmurne, gdy słońce okazuje się koloru żółtego, brakuje promienia fioletowego, a w części i niebieskiego; gdy słońce okazuje się koloru pomarańczowego, brakuje fioletowego, niebieskiego i błękitnego; — nareszcie gdy powierzchnia słońca jest czerwona, oprócz powyższych niknie także zielony a w części i żółty. Szczególniey takowe skutki okazują się, gdy się słońce przy poziomie znajduje, wtenczas bowiem takie tylko promienie do nas dochodzą, które się najmniej łamią, inne zaś bardziej się łamiące w wyższe warstwy powietrza są oddalone.

526. Z tego co się dotąd powiedziało o rozkładzie promieni światła, wyłomaczyć można pomiędzy innemi zdarzeniami następujące: to jest, że przez pryzma widziane przedmioty okazują się być otoczone kolorami, kształcie tęczy, — że podobny skutek postrzegać się daie w użyciu soczewek zwłaszcza większych; — tudzież że podobna jest przyczyna formowania się tęczy.

I tak gdy przez pryzma patrzymy na iaką płaszczyznę białą, gdy nie jest wielką, cała kolorami pokrytą się bądź okaże, lecz w porządku odwrotnym, to jest: jeżeli w przepuszczaniu promienie światła następowały w porządku od czer-

wonego do fioletowego, w tym razie okażą się w porządku od fioletowego do czerwonego. — Gdy zaś płaszczyzna na którą patrzymy znaczney iest wielkości, natenczas brzegi tylko są kolorowe, w ten sposob, że gdy wyższy brzeg iest czerwony, żółty, w tym samym czasie niższy iest fioletowy, błękitny, środek zaś takowéy płaszczyzny biały pozostaje. W podobny sposob okazują się wszystkie prawie ciała. — Przyczyną zaś takowego płaszczyzny biały, i wszelkich ciał okazywania się iest, że lubo promienie z każdego punktu pochodzące rozkładają się na promienie tęczowe, lecz te zachodząc iedne za drugie mieszając się sprawiają uczucie koloru białego, lub pośredniego, i tylko ostateczne końce takowego rozkładu na brzegach nie mieszając się, tem samem są widocznymi. — Jeżeli ciało uważane, iest iasniejsze od przedmiotów otaczających, natenczas z iednego brzegu rozchodzi się ku środkowi kolor żółty, a z drugiego błękitny. — Jeżeli zaś ciało uważane iest ciemniejsze, natenczas z iednego brzega rozchodzi się ku środkowi czerwony, a z drugiego fioletowy. — Gdy zaś takowy przedmiot iest bardzo mały, natenczas w pierwszym razie z pomieszania żółtego z błękitnym powstaie piękny zielony, w drugim zaś razie z pomieszania promieni czerwonych z fioletowemi powstaie piękny purpurowy. W każdym zetknięciu się iasności z ciemnością podobne przemiany kolorów postrzegać się dają, które podług wielkości i kształtu przedmiotów iasných i ciemnych nader są rozmaite.

527. Że podobny rozkład promieni światła postrzegać się daje, patrząc na przedmioty przez soczewki zwłaszcza większe, łatwo wytłómaczyć można; — cały bowiem brzeg można uważać za zbior pryzmatów, gdyż iak środkowa część może być uważana za płaszczyzny pomiędzy sobą do równoodległych zbliżające się, tak brzegi za popowierzchnie płaskie pod kątem nachylone, czyli za pryzmata. — Zresztą nie tylko promienie w całości uważane po złamaniu nie zchodzą się w jednym punkcie, lecz zajmują pewne miejsce, ale i tego samego promienia części, podług tego iak się bardziej lub mniej łamią, w różnych się także po złamaniu zchodzą miejscach, a tem samem oddzielne kolory przedstawiają; a iak całych promieni, tak i ich części tem znaczniejszą jest zbieżność, im bardziej są od osi oddalone.

528. Złamanie i odbicie się promieni światła w kroplach wody w powietrzu zawieszonych, i ztąd powstający rozkład tychże, złamłością tłómaczy nam także formowanie się tęczy. — Tęcza w tedy się okazuje gdy się pomiędzy słońcem a chmurami znajdujemy. Lubo czasami wydarza się, że takową tęczę, kształcą nie tylko promienie światła od słońca, ale nawet i od księżyca pochodzące. Zazwyczaj dwie razem postrzegać się dają tęcze, to jest, wewnętrzna której kolory są żywe, i zewnętrzna której kolory są blade, obiedwie okazują kolory te same i w takim samym porządku, iakie za pomocą pryzmatu otrzymujemy, tak jednak iż w wewnętrznej tęczy kolor czerwony, a w zewnętrznej kolor fioletowy uaywyżey się znaj-

dnie. — Oprócz tych dwóch może się i kilka innych ulormować, które dla tego tylko nie są widzialne, że w nich kolory coraz są słabsze. Tęcza jest mniej więcej wyraźną podług tego jak przestrzeń tylna, jest mniej więcej ciemną. Wielkość i położenie tęczy zawisło od wysokości słońca, od położenia oka; tudzież od kształtu miejsca chmurami zajętego. — Zresztą podobne tęcze nie tylko na chmurach, lecz także gdy słońce w tyle się znajduje, na kaskadach i fontannach postrzegać się dać.

529. Kolor biały można otrzymać nie tylko za pomocą soczewki zbierając promienie kolorowe, lecz można to także sztuką w ten sposób uskuteczyć; powierzchnia koła dzieli się na siedm części w takich pomiędzy sobą stosunkach, w jakich stosunkach są miejsca zajęte przez szczególne kolory w widmie słonecznem, i te pociągają się odpowiednimi farbami; tak więc ażeby kolor fioletowy zajmował wycinek 88° , niebieski 40° , błękitny 60° , zielony 60° , żółty 48° , pomarańczowy 27° , czerwony 45° ; i gdy tak przyrządzony krążek szybko obracać będziemy, powierzchnia tegoż białą nam się wydawać może; — w podobny sposób pokrywając powierzchnią dwoma lub trzema kolorami, wydawać nam się będzie w takim kolorze, jaki z mieszania tychże powstaje.

§. 72. O Achromatyzmie.

530. Przez *Achromatyzm*, który wyraz właściwie oznacza bezkolorowość, rozumiemy sposoby zapobiegające rozproszeniu światła na kolory, co

zawisło na łączeniu ciał przezroczystych różney natury, a tem samem które w różnym stosunku łamią i rozpraszają promienie światła; a w szczególności które się więcéy różnią co do rozpraszania aniżeli co do łamania. — Oznaczając przez łamanie zboczenie promienia środkowego, to jest zielonego, a przez rozproszenie różnicę jaka zachodzi pomiędzy łamaniem się promieni skrajnych, to jest, fioletowego i czerwonego.

531. Wtym zamiarze używa się szczególniey szkła krownklas i flintglas nazwanego, z którego zrobione składane pryzmata i soczewki achromatycznemi nazwane, mają tę własność, że przedmioty bez kolorow tęczowych przedstawiają. Krownklas jest zwyczajnem szkłem kryształowem, flintglas zaś ma w swoim składzie pewną część niedokwasu ołowiu. — Moc łamania flintglas do mocy łamania w krownklas ma się iak 158:153,— moc zaś rozpraszania promieni na kolory iak 3:2. Robota takowych szkielek przez długi przeciąg czasu była wyłączną własnością samey tylko Anglii, dopóki przez ciągłe proby i doświadczenia stosunku części w skład tego gatunku szkła wchodzących w nowszych czasach i na stałym łądzie nie odkryto.

532. Pryzma achromatyczne okazuje wprawdzie przedmioty w innem miejscu, aniżeli się znajdują, ale brzegi tychże przedmiotów są bezkolorowe, składa się zaś z dwóch pryzmatów z flintglas i krownklas zrobionych, z których w iednym kącie łamiący jest mniejszy aniżeli w drugim, zresztą tak są złożone ażeby ich kąty łamiące były w przeciwnych kierunkach. — I tak

(fig. 98) przedstawia takowe pryzma achromatyczne, złożone z pryzmatu *abc* z krownnglas, i pryzmatu *bcd* z filintglas zrobionego. Gdyby te pryzmata składające były tey saméy natury i równego kąta łamiącego, natenczas formowałyby równoległością, i przedmioty przez nie widziane aniby zbaczały z swego kierunku, aniby się kolorami tęczowemi pokrywały; złamanie bowiem i rozproszenie iednym pryzmatem uskutecznione, drugim byłoby zniesione. — Gdyby zaś te dwa pryzmata były téy saméy natury, lecz nie równego kąta łamiącego, powstałoby rozproszenie światła lubo mnieysze, aniżeli gdyby tylko iedno było pryzma. — Gdy uareszcie są odmiennéy natury, tak iż pryzma *abc* więcéy rozprasza aniżeli *bcd*, więc też to samo pryzma *bcd* z mnieyszym kątem łamiącym, wynadgrodzi rozproszenie pryzmatu *abc*, i właśnie na tym dokładność pryzmatu achromatycznego zawisła, ażeby stosunek pomiędzy ich kątami łamiącemi zachodzący, był odpowiedni, różnicy co do rozpraszania promieni światła.

533. Soczewki achromatyczne, szczególniéy robią się wypukłe, i te składają się z dwóch lub trzech soczewek, do siebie tak przystających, ażeby nieiako iedną tylko stanowiły. — Składają się więc albo z iednéy wypukło-wypukłéy z flintglas, i drugiey wklęsło-wypukłéy lub w kłęsło płaskiéy z krownnglas, albo też z dwóch wypukło-wypukłých, i iedney wklęsło-wklęsłéy.

534. Lubo te i tym podobne zdarzenia światła, naypospoliciéy podług Newtona tłómaczą się, przypuszczając iakoby promień światła był z sie-

dmiu promieni złożony. — Są jednak i inne w tęg mierze przypuszczenia, i tak, pomiędzy innymi Euler, utrzymuje że różnica kolorów podobnie iak różnica dźwięków, powstaie z różnég prędkości tego ogólnego płynu eterem nazwanego, który ruchem drgania sprawia uczucie światła. — Wunsch utrzymuje, że promień światła nie z siedmiu lecz tylko z trzech promieni kolorowych iest złożony, to iest, czerwonego, zielonego i fioletowego, i że inne nie są pojedyncze, lecz z pomieszania poprzednich powstające. Goethe zaś utrzymuje że wszelkie zmiany kolorów powstają, zinniejszego lub większego przyémienia środka przez który promienie światła przechodzą, lub też tég przestrzeni, która się po za środkiem znajduje i t. p.

§. 73. *O rozkładzie światła cienkimi warstwami.*

535. Promienie światła nie tylko iakieśmy wyżej widzieli rozkładają się w czasie łamania, lecz nadto wszelkie warstwy cienkie ciał tak stałych iako też ciekłych i lotnych, mają własność rozkładania światła na promienie kolorowe, iak się o tég z łatwością przekonać możemy na cienkich warstwach minerału mika lub błyszczakiem nazwanego; — na zwyczajnych bańkach mydlanych, lub gdy cienka warstwa oleiu powierzchnią wody pokrywa.

536. Rozmaite kolory w tych przypadkach okazujące się iak zobaczymy, nie są pojedyncze iakie za pomocą pryzmatu otrzymujemy, ale złożony

żone, z pomieszania kilku innych powstające. — Podobnież i tego gatunku powstawania kolorów prawa Newton oznaczył, i doświadczeniami stwierdził.

537, Że w rzeczy samey cienne warstwy są przyczyną powstawania kolorów przekonać się można, zściskając pomiędzy sobą dwie blaszki iakiekolwiek, byle tylko jedna przynajmniej była przezroczystą; w tedy bowiem postrzegamy, na około punktu zetknięcia się powstające kołka różnych kolorów, których przyczyną jest znajdująca się pomiędzy blaszkami cienka warstwa powietrza, której grubość ku punktowi zetknięcia się, coraz się bardziej zmniejsza. — Podobne zdarzenia postrzegać się dają i na wielu innych istotach tak sztucznych, iak i naturalnych, które są skutkiem szpar pomiędzy cząstkami takowych ciał znajdujących się; iak *np.* na opalach, na muszlach perłową macicą nazwanych, gipsie i t. p.

538. Chcąc zaś z dokładnością czynić doświadczenia nad tego gatunku zdarzeniami Newton, brał soczewkę wypukło-wypukłą, równą z obydwóch stron kulistości, które to wypukłości były wielkiego lecz oznaczonego promienia, i takową soczewkę przykładał do tafelki szklancy doskonale płaskiej. Tym sposobem otrzymywał obręcze kolorowe regularne, i mógł z pewnością oznaczyć grubość warstwy powietrza odpowiadającą każdemu kolorowi, — dowiedzioną bowiem jest rzeczą, że odległości pomiędzy kulą a płaszczyzną wzrastają, w stosunku kwadratu odległości od punktu zetknięcia się.

539. Tym sposobem postępując, postrzegał pewne szeregi współśrodkowych kół kolorowych, zawsze w tym samym porządku po sobie następujące, które przedzielane są kołami ciemnymi; — i tak w samym środku czyli punkcie zetknięcia się jest plamka czarna, po której w 1wszym szeregu następują koła, niebieskie, białe, żółte, czerwone; w 2gim fioletowe, niebieskie, zielone, żółte, czerwone; w 3cim purpurowe, niebieskie, zielone, żółte, czerwone; w 4tym zielone, czerwone. Gdy zaś przez tak połączone szkła patrzeć będziemy, postrzegamy w podobny sposób po sobie następujące koła, lecz odmiennych kolorów, które w ogólności są tylko dopełnieniem kolorów, przez odbicie się postrzeganych. — I dlatego w tym razie w samym środku plamka biała, po której w 1wszym szeregu następują czerwone, żółte, czarne, fioletowe, niebieskie, w 2gim białe, żółte, czerwone, fioletowe, niebieskie, w 3cim zielone, żółte, czerwone, zielono-niebieskawe, w 4tym czerwono i zielono-niebieskawe.

540. Nie zmienia się porządek tych prążków kolorowych, powtarzając podobne doświadczenie w miejscu, w którym powietrze jest rozrzedzone, lub też gdy zamiast powietrza, pomiędzy temi szklami znajduje się woda; i tylko ta postrzegać się daje różnica, że w pierwszym razie średnice kół są większe, a w drugim mniejsze, aniżeli w zwyczajnym powietrzu.

541. W wszelkim razie średnice kół kolorowych wzrastają w stosunku liczb nieparzystych 1, 3, 5, 7, a kół ciemnych przedzielających w stosunku liczb

parzystych, 2, 4, 6, 8, i t. p. Tak dalece te różne zmiany kolorów od grubości warstw odbijających i przepuszczających zawisły, że nawet odwrotnie z natężenia i gatunku koloru, można oznaczyć odpowiadającą grubość warstwy każdego ciała.

542. Gdy zaś na tak połączone szkła padaią promienie kolorowe pojedyncze, iakie za pomocą pryzmatu otrzymujemy, natenczas powstają obręcze tego samego tylko koloru, przedzielone obręczami ciemnymi, których średnice względne są różne, podług różnych promieni kolorowych, czerwonego największe a fioletowego najmniejsze; — Ta nierówność średnic wskazuje, że obręcze kolorowe z rozkładu światła białego powstające, nie są kolorami pojedynczemi, lecz złożonemi.

543. Dochodząc z największą ściśłością praw tego gatunku zdarzeń Newton, utrzymywał że cząstki światła podług różney grubości warstw mają łatwiejsze usposobienie do przejścia, lub też do odbicia się, — i dla tego te zdarzenia w ogólności obeymuie, pod tak nazwane usposobienie łatwego odbicia i łatwego przepuszczania (*Accesus facillioris reflexionis, et facillioris transmissionis luminis*); z kąd także wyprowadza przyczynę przezroczystości i nieprzezroczystości ciał, równie iak i wszelkich farb.

§. 74. *O przezroczystości i nieprzezroczystości ciał.*

544. Na przezroczystość lub nieprzezroczystość ciał, następujące mają wpływ okoliczności: najprzód grubość ciała, dla tego nawet same szkło

pewny grubości, staie się nieprzezroczystem, widoczniey zaś to wskazują płyny zwłaszcza zafarbowane. Tak iak przeciwnie metale gdy są znacznie rozcieńczone, przeświecającemi się stają. — Oprócz grubości na przezroczystość ciał ma wpływ układ cząstek w ciałach jednorodnych, iak *np.* układ włóknisty w drzewach, tudzież różna gęstość w ciałach różnorodnych. — I tak gdy na wodzie znajduie się olej, obydwia te płyny są przezroczyste, gdy zaś ie zmieszamy, natenczas powstae płyn nieprzezroczysty; — ta sama przyczyzna tłómaczy, dla czego kamień z gatunku opalowy hydrofan nazwany, dopóki w nim iest woda, iest przezroczystszy, aniżeli gdy się w nim powietrze znajduie, gęstość bowiem wody więcey się zbliża do gęstości tego kamienia, aniżeli gęstość powietrza; podobnież dla tey przyczyzny szkło mat wodą zmaczane staie się przezroczystem. — Ze iednak nie sama iednostayua gęstość, lecz i inne własności ciał są przyczyzną przezroczystości ciał, metale nas przekonać mogą, które lubo zdaią się bydź zupełnie iednostayne y gęstości, z temi wszystkim po naywiększey części są nieprzezroczyste. — Dla tego przezroczystość lub nieprzezroczystość zawisła także od własności ciał odbijania lub wciągania światła; ieżeli bowiem ciało całkowicie odbiia światło, takowe przez odbicie okaże się białem, a przez złamanie czarnem i nieprzezroczystem; — przeciwnie zaś gdy światło padaiące całkowicie w tymże łamie się, natenczas przez odbicie okaże się czarnem, a przez złamanie białem i przezroczystem, ieżeli grubość nie iest

wielka, i jeżeli światło złamane nie łączy się z ciałem.

545, Co do kolorów ciał, następujące postrzegać się daią okoliczności: 1^{od} farba ciała widziana przez złamanie, jest częstokroć dopełnieniem tylko' farby widzianey przez odbicie, iak *np.* cienkich warst miki, powietrza, wody i t. p. — 2^{re} trafia się że kolory przez odbicie się i złamanie postrzegane nie są dopełnieniem. 3^{cie} Są ciała, które ten sam kolor tak przez odbicie, iak i przez złamanie okazują. 4^{te} Jest wiele ciał, które przez odbicie okazują się tylko w pewnych kolorach, a przez złamanie są nieprzezroczyste; iak *np.* powiększēy części metale, tudzież farby w malarstwie używane. Nareszcie po 5^{te}, są i takie ciała, które się okazują zafarbowanemi przez złamanie, a ciemnemi przez odbicie; — i tak *np.* wino wlane w filiżankę białą, wydaie się koloru czerwonego, z przyczyny że światło złamane odbijając się od powierzchni filiżanki, temi tylko promieniami kolorowemi dochodzi do oczów naszych, wlane zaś w filiżankę czarnego koloru, ciemnem się także wydawać będzie, światło bowiem złamane w tym razie nie odbija się od boków filiżanki. — I w rzeczy samēy tak ciała stałe, iak i ciekłe przezroczyste widzimy przez odbijanie promieni złamanych, od ostatnich warstw tychże ciał, jeżeli więc tylne warstwy pociągamy *np.* czarną farbą, natenczas ich przezroczystość czynimy nie widzialną; — i na tem właśnie zależy sztuka nadawania różnych kolorów ciałom przezroczystym, — co się szczególniej używa w oprawianiu kamieni

przezroczystych przez podkładanie tak nazwaney folgi.

546. Wszystkie te zdarzenia okazywania się ciał w różnych kolorach, iakeśmy już wyżej powiedzieli, tłumaczą się usposobieniem cząstek światła do łatwiejszego odbiaiania się lub złamania, podług różney grubości warstw; przypuszczając że pomiędzy cząstkami ciał znajdują się pewne przedziały, które nie działają tak na światło iak same cząstki tegoż ciała. Z padającego więc światła, niektóre promienie mogą tak przeysć pomiędzy cząstkami, że nie natrafiają na żadną cząstkę ciała, i takie zostają nierozłożone, gdy zaś w przeysciu natrafiają na cząstki samego ciała, natenczas doznają rozkładu zależącego od grubości tych cząstek, a ztąd i różny kolor ciała powstaie, Tem łatwiey zaś powyższe zdarzenia wytłómaczyć będzie można, gdy do tey przydamy i drugą przyczynę, to iest, własność cząstek ciał łączenia się nieiako chemicznie z pewnego gatunku cząstkami światła.

547. Do tego gatunku zdarzeń policzyć także można, tak nazwane *kolory przypadkowe*, zachowujące się lub powstające w oku w niebytności nawet przedmiotu, który takowego uczucia iest przyczyną. — I tak patrząc przez pewny przeciąg czasu, na figurę w jakimkolwiek kolorze na dnie białem odmalowaną, gdy następnie zwróciwszy oczy patrzymy na papier biały, będzie nam się na tymże papierze wydawać taka sama figura w kolorze uzupełniającym, tak iż figura koloru czerwonego iest początkiem koloru przypadkowe-

go zielonego, a zielony purpurowego i t. p. A]gdy patrzymy na kawałek papieru białego będący na dnie kolorowym, zwróciwszy oczy na papier biały, powstaie uczucie takowego samego kawałka papieru, lecz w kolorze dna. — Te i tym podobne zdarzenia kolorów przypadkowych, iedni tłumaczą z takowego urządzenia oka, że promienie których wrażenie mocne w oku pozostało, przyciągają z następującego dna promienie uzupełniające, tak iż to dno nie może bydź widziane iak tylko w kolorze pozostałych promieni. Inni zaś tym sposobem tłumaczą, że czułość błony nerwowéy iest wyczerpaną w tych miejscach, w których poprzednio promienie światła padały, i tak np. patrząc na słońce, gdy następnie zwróciemy oczy na białą ścianę, postrzeżemy na teyże czarne plamy kształtu słońca, z przyczyny że te miejsca błony nerwowéy na które wprzody obraz słońca padał, z powierzchni białéy promieni nieprzyimują, a tem samem czucie braku światła czyli czucie koloru czarnego powstaie, podobnież w innym razie kolor czerwony wyczerpnąwszy czucie na ten kolor, tem samem powierzchnia biała w tem miejscu dna oka, wydać się musi iako kolor biały zmniejszony kolorem czerwonym, a tem samem iako zielony, i t. p.

§. 75. *O polaryzacyi światła.*

548. Nowa własność światła przez P. Malus w R. 1808 odkryta, polaryzacją dla tego nazwaną została, że w pewnych zdarzeniach zdaie się światło tak działać, iakoby wszystkie tegoż cząstki boka-

mi odpowiadającymi obracały się w tę samą stronę, tak iak i wszystkie magnesy do tego samego zwracają się kierunku, a zatem iakoby na wzór magnesu miały swoje bieguny; — co wykład tego gatunku zjawień objaśni. Wiemy z poprzedzającego, że gdy promień światła pada na szkło, natenczas z tego promienia pewna część się odbija, a pozostała przez toż szkło przechodzi. Światło tym sposobem odbite i złamane okazuje następnie pewne własności, iakich przed wpanięciem nie miało. Ta nowa własność jest mniey więcej widoczną, co zawisło od wielkości kąta pod którym promień światła na szkło pada; — w ten się zaś sposób okazuje, że gdy światło odbite pada na drugą tafelkę szklaną, już nie odbija się w ten sam sposób, iak się odbija promień wprost padający; w pewnym bowiem położeniu tej drugiey tafelki wcale się nie odbija, czyli co na iedno wychodzi, że gdy na tafelkę szklaną pada promień wprost od ciała świecącego idący, natenczas iakiekolwiek będzie położenie tafelki zawsze pewna część promienia odbije się od teyże; — gdy zaś na tę samą tafelkę pada promień, już poprzednio od inney tafelki odbity, natenczas w pewnych tylko położeniach tafelki odbija się, w innych zaś wcale się nie odbija. Takowe więc zjawienia światła w ogólności *Polaryzacyą*, a każdy promień światła w szczególności, w ten sposób odmieniony *zpolaryzowanym* się nazywa. Odbiciem takową odmianę w świetle nie tylko szkło, lecz i inne ciała odbijające skuteczniejszą, naymniey iednak metale. Złamaniem zaś szczegól-

nieny te ciała, w których się podwójne złamanie uskutecznia. Pozostaie zatem zastanowić się nad zdarzeniami zpolaryzowanego światła, tak przez odbicie, iak i przez złamanie.

549. Co się tycze polaryzacyi przez odbicie, o téy w następujący sposób przekonać się można. — Gdy na tafelkę szklaną pada promień światła pod kątem $35^{\circ}25'$ promień pod takimże kątem odbity iest tem samem polaryzowany; — padając bowiem na drugą podobnąże tafelkę szklaną, zostaiącą względem pierwszey w położeniu równoodległem, formuie z tą tafelką także kąt $35^{\circ}25'$, i wtenczas tylko od téy drugiey podług ogólney zasady katoptryki odbiia się, gdy promienie odbite obudwóch tafelek znajduią się na téy samey płaszczyźnie; nie zmieniając zaś oznaczonyéy pochyłości względem kierunku promienia, gdy tę drugą tafelkę tak obracamy, ażeby płaszczyzny promieni odbitych tych dwóch tafelek przecinały się pod kątem prostym, natenczas od drugiey tafelki promień światła wpadający wcale się nie odbiia; — gdy się zaś od pierwszego położenia zbliża ku drugiemu, to iest, od tego w którym promienie od obudwóch tafelek odbite znajduią się na tey samey płaszczyźnie, do tego w którym te płaszczyzny promieni odbitych są do siebie w kierunkach prostopadłych, natenczas promień odbity coraz iest słabszy, a przeciwnie gdy z drugiego położenia w przeciwną stronę się obraca, promienia odbitego natężenie coraz się bardziéy wzmacnia; podobnież odmiany postrzegać się daią, i w drugiey połowie obro-

tu; — tak iż gdy tę drugą tafelkę nie zmieniając nachylenia obracamy dookoła, dwa razy promień odbity ginie, a dwa razy jest w największem natężeniu; — w wszelkich zaś innych pośrednich położeniach, wzrasta lub zmniejsza się ilość odbitego światła. — Jak to (fig. 99) objaśnia, w której tafelka szklana A niewzruszona, nachylona jest do promienia wpadającego st pod kątem $35^{\circ}25'$; — tafelka zaś B do promienia odbitego tt' pod takimże kątem nachylona, dookoła się obraca, nie zmieniając swojej pochyłości względem promienia odbitego. Podług różnego położenia względem tafelki A , — albo się promień światła tt' padający odbija w kierunku $t'u$, albo się wcale nie odbija; — ten zatem promień światła tt' nazywa się spolaryzowanym.

550. Co się zaś tycze polaryzacji światła przez złamanie, tę następujące doświadczenie objaśnia, — Położywszy na czarnej kropce na papierze zrobionym z kryształu spatu Islandzkiego, wiemy, że ta kropka podwójnie nam się wydawać będzie, gdy następnie na wierzchu kryształu, położymy drugi kryształ, tak iednak, ażeby ich główne przecięcia były pomiędzy sobą w kierunkach równoodległych, natenczas podobnież dwie tylko kropki widzieć będziemy, tylko nie co więcej od siebie oddalone. Gdy następnie wierzchni kryształ nieruszając niższego, obracać będziemy, natenczas zamiast dwóch kropek cztery postrzeżemy, z których powstające dwie są z początku bardzo nieznaczne, a później dopiero natężenie się ich powiększa, tak iż gdy kryształ w swoim obrocie oddali się od pierwotnego położenia,

na osmą część koła, wszystkie cztery kropki są równego natężenia; — obracając dalej wyższy kryształ, zaczyna się zmniejszać natężenie dwóch kropek, lecz odwrotnie to jest, nie powstających tylko pierwotnych, tak iż gdy tenże kryształ oddali się także na osmą część albo raczéy na czwartą od pierwszego położenia, czyli gdy główne przecięcia kryształów będą pomiędzy sobą miały położenie prostopadłe, będą tylko dwie kropki widziane, lecz te które później powstały. — Gdy następnie tenże kryształ w drugą stronę obracać będziemy względem kierunku prostopadłego, na osmą część obwodu będą cztery kropki widziane, gdy zaś powróci do tego położenia w którym główne przecięcia są w kierunkach równoodległych, nazad dwie tylko kropki okazują się. Gdy więc kryształ wyższy swoim obrotem przebiega obwód koła, natenczas w czterech miejscach okazują się tylko po dwie kropki, to jest, gdy główne przecięcia są pomiędzy sobą w kierunkach równoodległych, tudzież w kierunkach prostopadłych; — w czterech zaś pośrednich pomiędzy temi głównemi położeniami po cztery kropki równego natężenia są widziane.

551. Przyczyną tych zjawień jest, że gdy kryształ jeden na drugim tak położymy, ażeby ich główne przecięcia miały położenie równoodległe, natenczas promienie przechodząc z jednego kryształu w drugi, nie odmieniają swego położenia, i tak przechodzą iak gdyby tylko był jeden wyższy kryształ, a zatem promień zwyczajnego złamania, łamie się także w drugim kryształe zwy-

czajnie, a promień nadzwyczajnego złamania, łamie się nadzwyczajnie. — Gdy zaś główne przecięcia tych dwóch kryształów są pomiędzy sobą w kierunkach prostopadłych, natenczas promienie przechodząc z jednego kryształu w drugi, odwrotnie się łamią, to jest, promień zwyczajnego złamania, łamie się nadzwyczajnie, a promień nadzwyczajnego złamania, zwyczajnie. W wszelkich zaś innych pośrednich położeniach promienie rozdwojone z jednego kryształu przechodząc w drugi, łamią się i zwyczajnie i nadzwyczajnie, ztąd ten sam przedmiot poczwornie się wydaje. Podobne skutki okazują się nie tylko w spacie Islanckim, lecz i w innych kryształach podwójnie łamiących. Zresztą właśnie dochodząc Malus co się dzieje z promieniami światła gdy przez dwa kryształy przechodzą, odkrył tę nową własność światła.

552. Dotąd wyłożone doświadczenia wskazują, że promień światła zpolaryzowany przez odbicie, nabiera takiej własności, iż pewnymi stronami padając na inne szkło odbija się całkowicie, innymi zaś padając przechodzi przez szkło. Zpolaryzowany zaś podwójnym złamaniem, nabiera także takiej własności, iż następnie podług różnego kierunku albo się łamie tylko nadzwyczajnie, albo tylko zwyczajnie, albo zwyczajnie i nadzwyczajnie.

Podobne także skutki okazują się, gdy promień zpolaryzowany przez odbicie pada na kryształ podwójnie łamiący; gdy bowiem płaszczyzna odbitego promienia jest równoodległą do płas-

szczyzny głównego przecięcia, natenczas cały promień łamie się tylko zwyczajnie, gdy te dwie płaszczyzny przecinają się pod kątem prostym, łamie się cały nadzwyczajnie; — w wszelkich zaś innych pośrednich położeniach łamie się zwyczajnie i nadzwyczajnie; dlatego w pierwszym i drugim przypadku będzie tylko poiedyńczo obraz widziany, w wszelkich zaś innych podwójnie. Do powtarzania tego gatunku doświadczeń, bierze się tafelka szklana (fig. 100) pod spodem poczerniona, tudzież walec wydrażony tekturowy lub blaszany, wewnątrz także poczerniony, którego jeden koniec jest zakryty, z zostawionym po środku małym otworem; takowy walec ustawiony jest do poziomu pod kątem $35^{\circ}25'$, gdy więc przez ten walec patrzymy na tafelkę szklaną, otrzymujemy światło podobnie odbite pod kątem $35^{\circ}25'$ czyli polaryzowane, i w punkcie l widzimy otwór czyli kołko, osadzając następnie w drugim końcu tego walca kryształ spatu Islandzkiego i patrząc przez tenże, natenczas nie zmieniając nachylenia walca, w miarę iak ten kryształ koło osi walca obracać będziemy, widzimy już to jedno kołko otworu, już też dwa, które w pewnych tylko odległościach będą tego samego natężenia, to jest, w każdej osmej części obwodu, w innych powstających powiększa się to natężenie, istniejących zaś zmniejsza się. Wszystkie te zmiany, iak się już wyżej powiedziało, zawisły od różnego położenia głównego przecięcia kryształu względem płaszczyzny promieni odbitych.

553. Nie tylko się światło polaryzuje podwójnem

ale nawet i zwyczajnem w szkłe złamaniem; gdy bowiem promień światła pada na tafelkę szklaną pod kątem $35^{\circ}25'$, natenczas część tego promienia odbiia się, a część przechodzi; — odbite światło jest w całości polaryzowane, przechodzące zaś przez szkło jest tylko w części polaryzowane, lecz gdy takowe światło przechodzi następnie przez inne tafelki szklane, natenczas z nie polaryzowanego światła część się odbiia, tak iż gdy przez pewną liczbę tafelek szklanych przejdzie, promień przechodzący będzie w całości zpolaryzowany, a w ten czas przydając ieszcze większą liczbę tafelek szklanych, iuż się więcéy nieodbia promień zpolaryzowany, lecz w całości przechodzi. — Skutkiem tak zpolaryzowanego światła jest, że lubo wiemy, iż im przez więcéy tafelek szklanych światło przechodzi, tem się natężenie iego coraz bardziej zmniejsza, z tem wszystkim to zmniejszenie natężenia ma swoje granice, do których doszedłszy, po przydaniu nawet iakieykolwiek liczby tafelek to samo pozostaie natężenie światła; dopóty bowiem natężenie światła się zmniejszało, dopóki cząstka światła odbiiała się przechodząc z jednéy do drugiéy, lecz gdy promień złamany w całości jest zpolaryzowany, i więcéy się nieodbia, tem samem też i natężenie światła nie zmienione pozostaie. — Zresztą polaryzowanie światła złamanego nie tylko się wtenczas rozpoczyna, gdy promień światła pada pod kątem $35^{\circ}25'$, ale i w każdym innym kierunku światła wpadającego, wyiawszy tylko kierunku prostopadłego, — tem się zaś w większey ilości światło zła-

mane polaryzuje, im pochyłość promienia wpadającego będzie większa.

554. Te same skutki okazują nie tylko tafelki szkła, ale i niektóre inne minerały zwłaszcza układu blaszkowego, iak *np.* siarczan wapna czyli gips, niektóre agaty warstwowe, tudzież turmalin, gdy jest w cieńkie warstwy równoodległe do osi pokraiany. — W czem to szczególne zdarzenie postrzegać się daie, że biorąc i kilkanaście blaszek turmalinowych, światło przez nie przechodzące z równem natężeniem postrzegać się daie, gdy tym czasem w innym razie złożony dwi blaszki teyże saméy grubości co i pierwéy, zupełnie stają się nieprzezroczystymi, co się w ten czas przytrafia, gdy jedna z tych blaszek jest w kierunku równoodległym, a druga w kierunku prostopadłym do osi; w pierwszém bowiem blaszce promień wchodzący jest spolaryzowany prostopadle do osi, gdy więc wchodząc do drugiey jest w kierunku do osi równoodległym, tem samem wcale się nie zmienia, czyli pierwszą blaszką cały promień spolaryzowany, przez drugą nie przechodzi, a tem samem obiedwie blaszki nieprzezroczystymi być się wydają. I dla tego to podobne blaszki z turmalinu zrobione, są używane do rozpoznania czy promień odbity lub złamany jest spolaryzowany lub nie, i w jakim kierunku. Można nawet za pomocą takichże blaszek rozpoznawać, czy kryształy podwójnego złamania są przyciągające lub odpychające.

555. Oprócz wyłożonych skutków światła spolaryzowanego, to jest, że w pewnych tylko kie-

runkach odbiia się, w innych zaś przechodzi całkowicie przez ciała; — odkryte później zostały nowego gatunku skutki światła zpolaryzowanego, to jest, okazywanie się różnych kolorów, w czem bardzo liczne i rozmaite poczynione są postrzeżenia; — a które były powodem rozróżnienia polaryzacyi stałej, od tak nazwaney polaryzacyi ruchomey. W tłumaczeniu bowiem tego gatunku zdarzeń, przypuszczają niektórzy Fizycy, nie tylko że cząstki światła obracają się temi samemi bokami w te same strony, ale nadto że to obrocenie się, poprzedza pewny ruch wahanja się cząstek światła około swojego środka wielkości, który jest różney prędkości, podług różnych kolorów promień światła składających.

Tego nowego gatunku skutku światła zpolaryzowanego doświadczyć możemy w następujący sposób; ustawiwszy w poprzednio wskazanem narzędziu tak kryształ spatu islandzkiego, ażeby główne przecięcie tego kryształu było równoodległe do płaszczyzny promieni odbitych, wiemy iż wtenczas promień odbity nie podlega podwojnemu złamaniu, i że jeden tylko obraz przedmiotu będzie widziany; gdy następnie pomiędzy ten kryształ a tafelkę szkła, umieścimy blaszkę miki, tak ażeby promień od tafelki szkła odbity, przechodził przez tę blaszkę, natenczas kołko otworu podwojnie wydawać się będzie, a oprócz tego te kołka okażą się w różnych kolorach, które są uzupełniające koloru białego; o czem z łatwością przekonać się można, gdy otwór jest nieco większy, natenczas bowiem podwojne tego otworu

obrazy w części się pokrywają, i właśnie w tem miejscu gdzie się razem mieszają, okazują się koloru białego, — z resztą żywość kolorów zawisła od grubości blaszek użytej miki. Podobieństwo tym sposobem powstających kolorów z kolorami, które się otrzymują przez odbicie się lub przejście cienkich warstw, było powodem Biotowi do urządzenia narzędzia Colorygradem nazwanego, który z resztą podobny jest dotego, iaki się zazwyczaj używa (552) do czynienia doświadczeń z światłem polaryzowanym.

556. Inne tego gatunku doświadczenie można w ten sposób skutecznie, biorą się dwie tafelki szklane z odwrotnéj strony poczernione, i ustawiają się na przeciwko siebie pod kątem np , 30° do poziomu, iak na (fig. 101), gdzie A i B , oznaczają wspomniane tafelki szklane, gdy pomiędzy te tafelki położymy blaszkę selenitu lub gipsu mn i uważamy obraz téj blaszki w zwierciadle B , natenczas okaże nam się albo bez żadnego koloru, albo też najpiękniejszymi pokryta farbami, co od położenia tej blaszki zawisło. Obracając bowiem w tem samym miejscu te blaszkę dookoła, okaże nam się w czterech miejscach zupełnie bezkolorową, a w czterech w najwyższych farbach. Jeżeli w tem samym miejscu zamiast blaszki selenitu położymy sześcian zeskła, który po rozgrzaniu nagle oziembionym został, natenczas patrząc w tafelkę B , postrzeżemy w rogach tego sześcianu na powierzchni piękne kołka kolorowe; których kształt i farby, tak iak i w poprzednim doświadczeniu zmieniają się, zmieniając względne

tych dwóch tafelek szklanych położenie. Do czynienia tych i tym podobnych doświadczeń z polaryzowanym światłem, przedstawione są różne dogodne narzędzia, a osobliwie przez Biota, który się najwięcej tym przedmiotem zatrudniał.

§. 76. *O Dyfrakcyi światła.*

557. Po wyłożeniu zmian jakim podlega światło odbite i złamane, pozostaie ieszcze zwrócić uwagę i na tę, iaka się postrzegać daie w świetle w prost idącym od ciała świecącego, które gdy bardzo blisko około innych ciał zwłaszcza ostrych przechodzi, zbacza od swojego kierunku, co stanowi tak nazwaną *dyfrakcyą* czyli nachylenie światła. Najpierwszy na tego gatunku zdarzenia zwrócił uwagę Grimaldi, a po nim Newton, w terażniejszych zaś czasach najwięcej tym przedmiotem zatrudniał się, i najliczniejsze poczynił odkrycia Fresnel.

Celniejsze tego rodzaju zdarzenia są następujące: Wpuściwszy do ciemney izby promień światła, gdy w kierunku tego promienia zawiesimy kule poczernioną, na przeciwległej ścianie powstaie cień, którego średnica iest większa, aniżeli by bydź powinna podług obrachunku. — Przepuszczając promień światła pomiędzy dwoma ostrzami do siebie zbliżonemi, postrzegamy, iż ten promień rozdziela się, na przeciwległej bowiem ścianie w pośrodku cienia okazuje się, który tem iest szerszy, im te ostrza są bardziey zbliżone. — Nadto gdy do ciemney izby wpuszczamy bardzo małym otworem promień światła, natenczas na przeciwległej ścianie powstaie kołko większe, a-

niżeli iakieby powstać powinno stosownie do wielkości i odległości otworu, a płaszczyzna tego kołka okazuje się pokrytą w spółśrodkowemi kolorowemi kołkami; — podobnież jeżeli w kierunku promienia znajduje się ciało nieprzezroczyste bardzo wąskie, natenczas postrzegamy, iż powstający tym sposobem cień, z obydwóch stron zakończony jest prążkami kolorowemi, które przegrodzone są prążkami ciemnymi; — sama nawet wewnętrzna część cienia nie jest zupełnie ciemną, postrzegać się bowiem i w nim dają prążki świetne i ciemne równoodległe do brzegów. — To samo zdarzenie okazuje się robiąc doświadczenie nie tylko z promieniem światła białego, lecz i kolorowego, z tą tylko różnicą, iż wtenczas te prążki takiego okazują się koloru, iakiego jest i promień światła. — Takowe zmiany w cieniu, widziane są nie tylko przez odbicie, lecz i wprost, gdy się oko w kierunku takowego promienia znajduje.

558. Te i tym podobne zdarzenia wskazują, że promienie światła przechodzące obok powierzchni iakiego ciała, zbaczaią z swego kierunku a nawet i rozpraszają się; — lecz nie w samym nieiako zetknięciu się z powierzchnią, ale i w pewny od teyże odległości. — Zresztą iak doświadczenie uczy wielkość takowego zboczenia nie zawisła wcale ani od natury ani od kształtu ciała nieprzezroczystego, ale raczej od różny odległości promieni koło powierzchni ciał nieprzezroczystych przechodzących. — I właśnie ta okoliczność, że podobne zdarzenia nie zawisły od na-

tury ciała nieprzezroczystego, wskazują że dawniejszy sposób tłómaczenia dyfrakcyi, iakoby był skutkiem przyciągania lub odpychania zachodzącego pomiędzy cząstkami światła, a cząstkami innych ciał, utrzymać się nie może; — gdy przeciwnie z łatwością wytlómaczyć się dadzą za pomocą przypuszczenia wibracyi, czyli za pomocą tego przypuszczenia, w którym wszelkie zdarzenia światła uważają się za skutek ruchu drgania płynu naysubtelniejszego, w ogólności eterem nazwanego. — Ostatecznie iednak tych, równie iak i innych rozlicznych zjawień światła, z pewnością stały nie icsteśmy w stanie oznaczyć przyczyny: tak iż słusznie powiedziano, że światło wszystko objaśnia i oświeca, wyjąwszy tylko nasz umysł, gdy przyczyny tegoż światła dociec nie jest w stanie.

§. 77. *O Oku.*

559. Dotąd wyłożone własności światła są przyczyną różnych zdarzeń widzenia; — które albo może być naturalne za pomocą oka gołego, lub też sztuczne, uskuteczniające się za pomocą oka narzędziami optycznymi uzbrojonego. — Oko w sobie samem uważane, może być wzięte także za narzędzie optyczne, które iak jest w składzie swoim najzawilsze, tak wskutkach naydoskonalnszem narzędziem, podaiącym sposoby swoim składem, wydoskonalenia innych narzędzi. — Zostawując wykład obszerny wszystkich części organu widzenia, Anatomii, równie iak i wykład przeznaczenia każdey w szczególności cząstki, Fiziologii, tutaj te się tylko wskazują, które są isto-

ne, do powzięcia wyobrażenia, iakim sposobem za pomocą tego organu powstaie uczucie widzenia.

Oko głównie składa się z błonek, i płynów inaczej humorami nazwanych; — błonki albo są z sobą połączone, albo tworzą pomiędzy sobą pewne wydrążenia, w których płyny się znajdują.

560. Co do błonek tych pięć szczególniej rozróżniamy to jest; 1^o błonę nieprzeźroczystą (*membrana sclerotica*) białą, twardą (f. 102) *aaa*, która w sobie całe oko zajmuje, wyjąwszy tylko część na przodku wystającą; 2^o błonę rogową przeźroczystą (*cornea transparentis*) *bbbb*, która za przedłużenie poprzedzającej jest uważana, przednią część oka pokrywająca, różniąc się od poprzedzającej tem, że jest przeźroczysta i więcej wypukła. 3^o błonkę *cccc*, pokrywającą wewnątrz błonę rogową, przez Anatomików *membrana choroidea* nazwana, która jest czarna i nieprzeźroczysta, 4^o błonę tęczową (*iris*) *dd*, która podobnież zdaie się bydź przedłużeniem poprzedzającej, iak błona rogowa przeźroczysta błony rogowej nieprzeźroczystey, różnie jest w różnych oczach zafarbowaną, mająca wewnątrz okrągły mały otwor zwany zrenicą (*pupilla*), otwor ten powiększany bydź może za pomocą szczególnych włókien mięśniowych, któremi się błona tęczowa ścigać i rozciągać może. Nareszcie 5^o błonę siatkową czyli nerwową (*retina*) *eeee*, która się rozpościera na czarnej błonie wewnętrznej, bladawo szara, jest tkanką niezmiernie subtelną i cienką, wychodzącą z głównego nerwu optycznym nazwanego, łączącego się

z mózgiem, przeprowadzającego wrażenie z oka do mózgu,

561. Płynów w oku trzy rozróżniamy, to iest, płyn wodny, krystaliczny i szklany. — Płyn wodny (humor aquaeus) *a' a'* (f. 103) znajduje się pomiędzy błonką rogową i tęczową, tudzież pomiędzy tęczową a soczewką krystaliczną, — co do płynności, gęstości i sprężystości, do wody iest podobny. — Płyn krystaliczny *b' b'*, właściwie soczewką krystaliczną (lens crystallina) nazwany, iest gęsty stały galaretowaty, w środku którego jądro soczewki się znajduje, unieszczone iest za błonką tęczową, w kształcie soczewki wypukło wypukłej, której wypukłość z wiekiem się zmniejsza; brzegi téy soczewki ze strony zrenicy otoczone są cienkimi fibrami włoskowatemi (processus ciliares), które nakształt promieni rozchodzą się i łączą się razem z błoną rogową i tęczową, i tym sposobem napięte, utrzymują soczewkę iakby zawieszoną przed zrenicą. — Płyn szklany (humor vitreus) *c' c'* wypełnia resztę wydrążenia oka pomiędzy soczewką i tylną jego ścianą, iest lipki i przezroczysty.

562. Oczy zwierząt są podobne do oka ludzkiego, z małą w niektórych odmianą; i tak niektóre mają zrenice podłużne iak np, koty, sowy i t. p; — w ptakach błonka rogowa iest więcéy wypukła, a soczewka krystaliczna bardziej spłaszczona. W rybach i ptakach wodnych ta soczewka iest prawie okrągła. Są zwierzęta które więcey iak dwoie oczów mają, w tych oczy

są wieloboczne; i inne nareszcie w których wcale tego organu widzenia dostrzedz nie można.

563 Promienie światła dochodzące do oka łamią się w błonie rogowej przezroczystej, w płynie wodnistym, w soczewce krystalicznej, i w płynie szklanym, a tem samem przechodzące w kierunkach rozchodzących się zchodzą się wewnątrz oka, a podług tego iak się przecinaia na samę błonę siatkową, lub też za błoną lub przed tąż błoną, przedmioty albo wyraźnie albo niewyraźnie są widziane. — To samo się w oku dzieie, co się postrzegać daie w wyżej opisaney ciemni, a zatem i obrazy przedmiotów malują się na błonie siatkowej w kierunku przewróconym. Ze istotnie wewnątrz oka malują się przedmioty zewnętrzne w kierunkach przewróconych, można się o tem przekonać, biorąc oko *np.* z wołu, i zściągnąwszy tylną grubszą skórę, trzymając go naprzeciw swicy, zobaczymy w tylnej stronie przewrócony obraz teyże świcy, który powiększa się lub zmniejsza, a razem wyraźnym lub niewyraźnym się staie, w miarę przybliżania lub oddalania się oka od przedmiotu.

564. W tłómaczeniu zdarzeń widzenia pomiędzy innemi te dwie postrzegać się daia trudności, to iest, że obrazy malują się w kierunku przewróconym, my iednak widzimy przedmioty w położeniu naturalnym, tudzież lubo dwa się malują obrazy w dwóch oczach, raz iednak tylko przedmiot iest widziany. Co się tyczy pierwszey, tę łatwo wytłómaczyć można, gdy zważemy że każde uczucie od światła powstające odnosiemy po tey linii

prostę, po której wrażenie jest uczynione, a tem samem każdy punkt przedmiotu widzimy nie w tem miejscu, w którym jest woku odmalowany, lecz w tem od którego promień przybywa działający na zmysł widzenia. — W podobny sposób rozwiązać można i drugą trudność, to jest, że każde oko widzi obraz jakiego punktu świecącego w tem samem miejscu, promienie bowiem od obudwóch oczów poprowadzone, w kierunku których przedmiot jest widziany, w jednym zchodzą się punkcie, a tem samem dwoma oczami raz nam się tylko przedmiot przedstawia; do tego iednak potrzeba, ażeby przedmiot nie znajdował się bardzo blisko oczów, wtenczas bowiem promienie w kierunku których przedmiot jest widziany, przecinaią się pod znacznym kątem, tak iż prawe oko widzi przedmiot na lewo, a lewe na prawo, czyli widzimy w tym razie podwojone przedmioty; — tudzież potrzeba także, ażeby promienie od tego samego punktu pochodzące w tych samych miejscach w obudwóch oczach błonki siatkowey dotykały się, inaczej podwójnie się przedmioty okażą, co się przytrafia gdy iedno oko przy-ciskamy; a oprócz mechanicznego ciśnienia, i inne takowego wypadku mogą być przyczyny, iak *np.* gwałtowne uniesienie się, lub pniaństwo.

565. Skład oka zapobiega dwom głównym wadom, iakie w użyciu soczewek a tem samem i w użyciu złał powstających instrumentów optycznych postrzegać się dają, to jest, obłąkaniu się światła dla kulistości, złał przekształcenie, a tem samem i niewyraźność przedmiotów powstaie; wła-

ściwie bowiem te tylko punkta przedmiotów są wyraźnie widziane, które się na osi soczewki znajdują; — tudzież obfakaniu się światła dla różney sposobności łamania się różnorodnych jego promieni, z kąd pokrycie obrazów tęczowemi farbami powstaie, — Pierwsze obfakanie światła niszczy się w oku, zakrzywieniem błony rogowej w kształcie ellipsy, kształtem kulisto - wklęśłym błonki nerwowej, na której się obrazy tworzą, tudzież odmianą wielkości otworu dyfragmatu czyli zrenicy, i miejscem jego osady. w środku promienie światła mocno łamiącym; tym bowiem sposobem promienie światła zbyt ukośne, i obfakanie kulistości sprawić mogące, nie wchodzą w zrenicę, lecz trafiają na błonkę tęczową i od niej się odbijają. — Obfakanie zaś światła dla jego rozkładu, zniszczone iest w oku, różnokształtnemi i różnorodnemi środkami oko składającymi, tudzież że sama soczewka krystaliczna składa się z wielu warstewek oddzielnych środkówowych, różney sposobności łamania kolorowych promieni światła. (*) Nadto ieszcze oko posiada iedną własność przed narzędziami sztucznymi, to iest, że się może usposabiać do zarówno wyraźnego widzenia przedmiotów różnie oddalonych; za przyczynę tey własności Mile podaje dyfrakcyą promieni przy brzegu błony tęczowej. (*)

(*) O Achromatyzmie oka, i zniesieniu wad kulistości i lammalności, rozprawy Prof. Milego znajdują się w Posiedzeniach Uniwersytetu Warszawskiego z R. 1821 i 1822.

(*) Rozprawa Prof. Milego: o przyczynie usposabiający oko

566, luźsiny wyżej powiedzieli, że oko wten-
czas tylko wyraźnie przedmioty widzi, gdy pro-
mienienie w oku zchodzące przecinaia się na samey
błonie siatkowey, ztąd wyttómaczyć możemy czę-
sto wydarzaiące się wady oczów, to iest, daleko-
wizów (presbytes), i krótko-wizów (myopes);
pierwszey wadzie podlegaią podeszłego wieku,
którzy przedmioty w zwyczajney odległości z nay-
duiące się nie dobrze widzą, a to z przyczyny, że u-
takich promienie światła za błoną siatkową prze-
cinaia się; co ztąd powstaie, że z wiekiem socze-
wka krystaliczna coraz się bardziéy spłaszczu; i
dla tego chcąc wyraźniéy widzieć albo przedmio-
ty oddalaią, albo też patrzą na nie przez szkła
wypukłe, które zbieraiąc promienie światła, spra-
wuią tem samem, że się bliżey, to iest, na sa-
mey błonie siatkowey przecinaia; — U osob zaś
maiących krótki wzrok, soczewka krystaliczna iest
nadto wypukła, a tem samem promienie światła
przecinaia się przed błoną siatkową, dla tego
tacy, nie widzą przedmioty, iak tylko bardzo bli-
sko oczów z nayduiące się, lub też chcąc przed-
mioty w zwyczajney odległości z nayduiące się
widzieć wyraźniéy, używac muszą soczewek wkle-
słych, które w ogólności promienie światła ponuę-
dzy sobą oddalaiąc, czynią że się w dalszey od-
ległości, to iest, na samey błonie nerwowéy prze-
cinaia. — Okulary zatem dla daleko-wizów składaia

do zarowno wyraźnego widzenia różnie oddalonych
przedmiotów, umieszczona iest w Pamiętniku Umieję-
tności i Nauk, z R. 1825 k. 193.

się z szkieł wypukłych, a dla krótko-widzów z szkieł wklęsłych.

Oprócz tych pospolitszych wad oczów, przytrafia się i wiele innych, które za choroby oczów uważane być mogą, jak np. widzenie tylko we dnie (kurzym wzrokiem nazywane), co od nieczułości błony siatkowej pochodzi; lub widzenie tylko gdy zmierzchnie, niemożność rozróżnienia kolorów i t. p.; tak nazwana katarakta, którą stanowi nieprzezroczystość soczewki kryształowej. — Zdjęcie zaś katarakty zależy na oderwaniu, albo raczej oddaleniu soczewki krystalicznej z kierunku promieni światła, miejsce której zajmuje płyn wodny.

§. 78. *O instrumentach optycznych.*

567, Instrumentów optycznych w ogólności przeznaczeniem być może, albo powiększenie przedmiotów bardzo drobnych, albo powiększenie przedmiotów znacznie oddalonych, albo narzeczcie do przedstawienia różnych zdarzeń światła. Do pierwszego gatunku należą Mikroskopy, do drugiego Teleskopy, perspektywy, i t. p. Do trzeciego ciemnia, widnia, fantasmagoria, i wiele innych tym podobnych. Z tych jedne nazywają się dioptryczne, to jest, takie w których skład same szkła wchodzi, drugie Katadioptryczne, składające się ze szkieł i zwierciadeł. Szkła i zwierciadła ku przedmiotowi obrocone przedmiotowemi, tak jak te które są ze strony oka, oznemi się nazywają.

568. Dokładność tych narzędzi zawisła od dokładności szkieł i zwierciadeł użytych, tudzież

od stosownego tychże pomiędzy sobą połączenia, tak że nie tylko oznaczone jest miejsce dla każdej części, ale nawet i dla położenia samego oka.

Zapobiega się obłakaniu kulistości, zmniejszając otwór powierzchni szkła przedmiotowego, umieszczeniem w środku, gdzie ognisko przypada, przegrody czarnej dyafragmatem nazwanej, prostopadłej do osi walców, mającej w samym środku mały okrągły otwór, nareszcie poczernieniem wewnętrznym strony walca. — Użyciem zaś szkła achromatycznych zapobiega się temu obłakaniu, które z rozkładu promieni światła powstaje. — Nareszcie do sposobów zaradczających, niewyraźnemu przedmiotów widzeniu policzyć można i te szkła, które przez Wollastona najpierw do skutku przywiedzione, peryskoptycznymi (vitra periscopica) nazwane zostały, i których zakrzywienie w ten sposób jest uskutecznione, ażeby w każdym położeniu oka w tem samym miejscu przecinały się promienie światła, i tym sposobem przedmioty nie tylko środkiem, ale i krawędziom szkła widziane, okażą się być jednakowo wyraźnymi.

O Mikroskopach.

569, Mikroskopy, Drobnowidzami nazywane, w ogólności służące do powiększenia bardzo drobnych przedmiotów, są albo pojedyncze albo złożone, składane zaś albo zwyczajne albo słoneczne. Mikroskopem *pojedynczym* jest każda soczewka wypukła małej odległości ogniska, tak iż im to ognisko bliżej soczewki znajdzie się, tem też bardziej powiększa. Przedmiot powinien się bliżej soczewki aniżeli ognisko znajdować, a oko z dru-

giey strony nie daleko powierzchni teyże soczewki. — Za takowy mikroskop służyć może kropla wody zawieszona w dziurce papieru szpilką zrobioney. — Działaniem mikroskopowey soczewki iest, że powiększa kąt widzenia, lubo bowiem ten kąt powiększa się samem przybliżeniem przedmiotu do oka, lecz wtenczas promienie padając w kierunkach znacznie rozchodzących się, przecinaią się w dalszey odległości, a tem samem lubo przedmiot okazuje się powiększonym, lecz iest niewyraźnym; — Soczewka zaś zmniejszając rozchodzenie się promieni, sprawia że zehodzą się na samęy błonie siatkowey, a tem samem przedmiot wyraźnie iest widziany; (fig. 104) przedstawia kierunek promieni w takowym mikroskopie pojedynczym, gdzie *ab* znaczy przedmiot, *ab'* obraz tegoż przedmiotu; z czego okazuje się że przedmiot musi się bliżey soczewki znajdować aniżeli ognisko, gdyby bowiem był w samem ognisku, promienie po złamaniu byłyby równoodległe, i obrazu by nie przedstawiały. Krótkiego wzroku, muszą przedmiot bardziey do soczewki zbliżać aniżeli daleko widze. Zresztą w takowym mikroskopie o tyle razy powiększa się przedmiot, ile razy mieści się odległość ogniska soczewki, w téy odległości, która do wyraźnego widzenia iest potrzebną.

570. Mikroskop *złożony*, składa się z kilku soczewek wypukłych, naymniey ze dwóch, pomiędzy któremi przedmiotowa iest taka, iaka się używa na mikroskop pojedynczy, to iest, bardzo krótkiego ogniska, — oczne zaś są znaczniejszey od-

ległości ogniska. Przedmiot mieści się nie bliżej jak w poprzednim, lecz dalej, aniżeli jest ognisko soczewki. — (Fig. 105) przedstawia kierunek promieni w mikroskopie złożonym z dwóch soczewek, w którym przedmiot *ab* oko widzi w wielkości i położeniu. *b'a'* — Zresztą soczewki te osadzone są w walcach, których długość wsuwaniem lub wysuwaniem powiększaną lub zmniejszaną być może; zresztą dla tem większego oświetlenia przedmiotu znajduje się pod przedmiotem zwierciadło płaskie lub wklęsłe tak nachylone, ażeby promienie odbite na przedmiot padały.

571. Mikroskop *słoneczny*, dla tego tak nazwany, że w nim obraz przedmiotu od promieni słonecznych oświetconego, okazuje się znacznie powiększony na przeciwległej ścianie, w izbie ciemnej. Główniejsze tegoż części są, zwierciadło płaskie, i soczewki wypukłe, w tym samym walcu umieszczone, z których jedna służy do zbierania promieni słonecznych, a druga do powiększenia przedmiotu. Zwierciadło *sp*, (fig. 106) zewnątrz okna, tak jest urządzone, żeby mogło być pod jakimkolwiek kątem nachylane, tudzież na wszystkie strony obracane, ażeby promienie słoneczne od tego zwierciadła odbite padały na soczewkę *cg*, za pomocą której zbierają się te promienie w ognisku; w ognisku zaś znajduje się przedmiot tym sposobem znacznie oświetcony, od którego światło pada na soczewkę *lm*, która się od przedmiotu znajduje w większej odległości, aniżeli jest odległość ogniska; a tak za pomocą tej soczewki obraz powiększony w kie-

runku przewroconym okazuje się na przeciwległej ścianie. Wyraźność obrazu zawisła od stosowney odległości równie przedmiotu, iak i przeciwległej ściany względem soczewki *bn*, tak że im ten przedmiot jest bardziey od soczewki oddalony, tem mnieysza powinna zachodzić odległość pomiędzy przeciwległą płaszczyzną a soczewką, i odwrotnie. Za pomocą takowego Mikroskopu naydrobnieysze przedmioty w znaczney wielkości przedstawione bydź mogą; — dla tego za pomocą tego narzędzia wiele poczyniono odkryć, w różnych gałęziach nauk przyrodzonych.

O Teleskopach.

572. Z pomiędzy teleskopów dioptrycznych nayprościeyszy jest, tak nazwany *Teleskop Astronomiczny* (f. 107), który się składa tylko z dwóch szkieleidnego przedmiotowego, i iednego ocznego; obadwa są wypukłe, przedmiotowe jest większey, a oczne mnieyszey odległości ogniska; — Oddalone są od siebie o tyle, ile wynosi summa odległości ognisk, a tem samem ognisko iedney soczewki przypada w tem samem mieyscu, co i ognisko drugiey soczewki. Powiększa się za pomocą takowego przedmiot tyle razy, ile razy odległość ogniska soczewki oczney, mieści się w odległości ogniska soczewki przedmiotowey; z resztą obrazu okazują się w kierunku przewroconym; dla tego też takowego teleskopu używa się szczególniey do uważania ciał niebieskich, które nie robią różnicy w iakiemkolwiek położeniu są widziane. — Z tego się okazuje, iż ten teleskop swoim składem

zupełnie jest podobny do Mikroskopu, z tą tylko różnicą, iż w nim szkło przedmiotowe jest większej odległości ogniska; — i w podobny sposób iak i w mikroskopach wykryśleniem, wystawie można wielkość i położenie obrazu. Czasami tak w mikroskopach słonecznych iak i teleskopach, znajduje się pomiędzy soczewką przedmiotową a tę ogniskiem, jeszcze jedna soczewka wypukła dla zupełniejszego promieni światła zebrania.

573. W *Teleskopie ziemskim*, (fig. 108) do dwóch powyższych soczewek przydane są jeszcze dwie inne oczne, których przeznaczeniem jest, przedstawić obraz przewrócony w naturalnem położeniu; składa się zatem z jednego przedmiotowego, i trzech lub pięciu ocznych; przez powiększenie liczby soczewek ocznych, nie powiększa się przedmiot więcej, iak tylko o tyle, ile się powiększa teleskopem astronomicznym; z resztą lubo przedmiot jest widziany w naturalném położeniu, lecz za to ciemniej, z przyczyny że promienie światła przechodząc przez więcej szkła, większa ich liczba ginie. — Tak ziemski iak i astronomiczny Teleskop achromatycznym w ten czas się nazywa, gdy w nich szkła przedmiotowe są achromatyczne, które te mają dogodność, że ich soczewki przedmiotowe nie rozpraszają światła po brzegach i nie potrzebują tak wielkich zasłon, czyli dyafragmałów, przez co daleko jaśniej niżeli przez zwykłe, przedmioty są widziane; nadto mniejszy długości to samo sprawują powiększenie.

574. Do powyższych przydać jeszcze należy zwyczajną Perspektywę, znaną także pod nazwi-

skiem Galileusza, która się składa z dwóch szkieł, to jest, przedmiotowego wypukłego, i ocnego wklęsłego; tey ujemna odległość ogniska jest daleko mniejsza od odległości ogniska soczewki przedmiotowey. Odległość pomiędzy temi dwiema soczewkami jest równa różnicy odległości ognisk, a tem samem ogniska przedmiotowego i ocnego przypadają razem w tem samym prawie mieyscu gdzie i oko; zresztą im różnica pomiędzy odległościami ognisk jest większa, tem i powiększenie jest znaczniejsze. — Krótkowidze przybliżają soczewkę ocną do przedmiotowego, ażeby promienie do oka wchodzące były bardziéj rozchodzącemi się, przez co mniejsze powiększenie przedmiotu otrzymują.

575. Przed wynalezieniem szkieł achromatycznych dla zapobieżenia rozproszenia się światła najwięcéy używano Teleskopów katadioptrycznych, w których zamiast szkła przedmiotowego używa się zwierciadła wklęsłego, iako podobne skutki sprawującego. — Z tych główniejsze są Herszla Newtona, Gregorego, i Cassegraina. *Teleskop Herszla* (f. 109) składa się z zwierciadła wklęsłego przedmiotowego, i soczewki wypukley, których ogniska w iednem mieyscu się zchodzą; zwierciadło będąc ku przedmiotowi obrócone, tem samem patrzący przez soczewkę w tyle ma też przedmioty; — takiego układu jest wielki Teleskop Herszla mający 40 stop długości, a 5 stop szerokości.

576. Teleskop Newtona (f. 110) składa się z zwierciadła przedmiotowego wklęsłego, lecz nad-

to w kierunku promieni odbitych znajduje się zwierciadło płaskie pod kątem 45° do osi teleskopu wstawione, od którego odbijają się promienie tak, iż obraz przedmiotu jest widziany przez soczewkę w boku Teleskopu umieszczoną; — za pomocą więc tego teleskopu z boku widziane są przedmioty.

577. Teleskop Gregorego (f. 111) zapobiega poprzedzającej w uważaniu niedogodności, mieszcząc na osi zwierciadła przedmiotowego małe zwierciadło wklęsłe ku temuż obrocone, a nadto w samym środku głównego zwierciadła znajduje się otwór, w tym są umieszczone dwie soczewki oczne, pomiędzy którymi odległość jest równa sumie odległości ognisk.

578. Nareszcie Teleskop Cassegraina tem się tylko od poprzedzającego różni, że to małe zwierciadło nie jest wklęsłe lecz wypukłe, przez co zamierzył sobie zapobiedz téj niewyraźności, jaka z kształtu kulistego wielkiego zwierciadła powstaje.

O Mikrometrach.

579. Przez mikrometra rozumiemy te części, częstokroć przy Mikroskopach i Teleskopach się znajdujące, które służą do oznaczenia ile razy Mikroskop powiększa, lub jaka jest wielkość najdrobniejszego przedmiotu, a w Teleskopach do wymierzenia średnicy widzianego przedmiotu. W różny sposób takowe mikrometra są urządzone, najpospoliciej jednak tak w Mikroskopach jak i w Teleskopach, za mikrometr używa się najdrobniejsza kratka złożona z najdelikatniejszych

linii na szkle dyamentem zrobionych. — Zamyślając za pomocą takowego mikrometru rozpoznać ile razy mikroskop powiększa, w następujący postępuje się sposob; najprzód diafragma tak się ustawia, ażeby w tem samem miejscu przypadło w którym przypada obraz soczewką przedmiotową przedstawiony; co poznaemy, gdy brzegi diafragmatu przez soczewkę oczną widziane wyraźnemi się być okazują; następnie kładzie się mikrometr przed soczewką przedmiotową, tak iak się zwykły kładź przedmioty drobne, i przybliża się dopóty do teyże soczewki, dopóki linie równoodległe czyli kratka nie będzie wyraźnie widziana, co wskaźnie, że obraz tey kratki znajduje się w miejscu diafragmatu. Rachują się linie równoodległe zajmujące otwor diafragmatu, i ile razy średnica widzianey części mikrometru mieści się w średnicy otworu diafragmatu, o tyle razy powiększa soczewka przedmiotowa; — gdy zaś z poprzedzającego wiemy, że powiększenie soczewki oczney dochodzi się, dzieląc odległość wyraźnego widzenia, przez odległość ogniska: — łatwo więc tym sposobem i powiększenie całego mikroskopu składanego oznaczyć można; Jeżeli bowiem np , soczewka oczna powiększa 5 razy a przedmiotowa 20 razy, cały zatem mikroskop powiększa 100 razy; a nadto jeżeli to powiększenie uważane jest tylko co do długości, nateczas ten sam mikroskop powiększa co do powierzchni 10,000, a co do bryłowatości 1,000,000 razy.

580. Wiedząc ile razy mikroskop powiększa, można tem samem właściwą wielkość naydrobniejszego nawet przedmiotu oznaczyć, tym końcem

osadza się mikrometr w tem mieyscu, w którym przypada obraz przedmiotowem szkłem przedstawiony, czyli na diafragmacie: liczą się następnie linie równoodległe, które przez szkło oczne dostrzedz się dadzą, poczem uważa się ile takowych linii zajmuje obraz przedmiotu, w zwyczajnem mieyscu przed przedmiotowem szkłem znajdujące się; liczba tych linii podzielona przez liczbę wskazującą, ile razy szkło przedmiotowe powiększa, wskaźmie właściwą wielkość szukaną.

581. Ażeby zaś można oznaczyć pozorną średnicę ciał przez teleskop uważanych, osadza się tym końcem mikrometr w tem mieyscu, w którym przypada obraz szkła przedmiotowego, i uważa się ile zajmuje przestrzeń znajdujących się pomiędzy liniami równoodległemi przedmiot uważany, a wiedziawszy poprzednio, ile każda w szczególności przestrzeń zajmuje mieysca w stopniach, tem samem i cała pozorna średnica w stopniach oznaczoną być może; — Do oznaczenia zaś w stopniach odległości pomiędzy dwiema liniami równoodległemi służy, uważanie pozorney odległości dwóch gwiazd.

582 Oprócz tego gatunku, zasługuje na uwagę, i na inney zasadzie oparty Mikrometr, to jest mikrometr Rochona, który jest zastosowaniem skutków podwójnego łamania się światła, składa się zaś z dwóch przyzmatów z spatu islandzkiego, lub z górnego kryształu zrobionych, które osadzają się tak w teleskopie, ażeby wewnątrz mogły być w podłuż przesuwane; tym sposobem powstające dwa obrazy przedmiotu, są muiey więcey pomiędzy

sobą oddalone, podług tego iak mikrometr bliżey lub daley w teleskopie się znajduie; można więc dowolnie dopóty posuwać ten mikrometr, dopóki widziane obrazy nie zetkna się z sobą, lub dopóki się nie pokryją. Podziałka znajduiąca się zewnątrz w podłuż teleskopu, wskazuje odległość mikrometru, a razem tak jest urządzona, że można tём samem wiedzieć odległość przedmiotu, gdy jest znaioma iego wielkość; lub może byđz znaioma wielkość, gdy jest iwiadoma odległość; nareszcie że można wielkość odległość oznaczyć, uważając ten sam przedmiot z dwóch mieysc,

O niektórych apparatach optycznych.

583. Już wyżej (424) mowa była o Ciemni optyczney i dioptryczney, pozostaie nieco wspomnieć o zwyczajney Ciemni katoptryczną lub rysunkową nazwaney, która jest używaną szczególniey dō kopiowania widzianych przedmiotów, i składa się z zwierciadła płaskiego pod kątem 45° ustawionego, ażeby tem samem przedmioty w położeniu pionowem będące, mogły byđz przedstawione w położeniu poziomem, nadto pomiędzy zwierciadłem a dnem, na którem się obrazy rysują, umieszczona jest soczewka, która zbierając promienie światła, sprawia obrazy wyraźniejsze. — Wollaston spostrzegł, że soczewka do tego zamiaru jest najlepsza wklęsło-wypukła, stroną wklęsłą do przedmiotu, a wypukłą do obrazu obróconą. W ciemniach tego gatunku, które nie tak do rysowania, iako raczey tylko do samego przedstawie-

nia przedmiotów zewnętrznych są przeznaczone, zwierciadło znajduje się pod kątem 45° poniżej płaszczyzny na której się obrazy malują, — a tą płaszczyzną jest szkło mat szlifowane, zresztą promienie na zwierciadło padające zebrane są wprzoddy za pomocą soczewki wypukłej.

584. Widnia (camera clara v. lucida) Wollastona (f. 112) służąca także do przerysowania obrazów widzianych przedmiotów, zasadza na podwoynem odbiciu się promieni światła w tymże samym graniastosłupie. Graniastosłup tym zamiarem użyty jest czworoboczny, w którym kąt przy d jest prosty, przy a jest $=67\frac{1}{2}^\circ$, a przy b jest $=135^\circ$, a tem samem ieden prosty, dwa ostre, a ieden rozwarty; — promień zatem światła padający w położeniu poziomem sg , odbicie się od boku bc w kierunku gk , i pada na bok ab , od którego odbicia się w kierunku ke ; jeżeli się więc oko znajduje w punkcie e , tem samem obraz punktu s widzi w kierunku promienia ek ; tym więc sposobem gdy ten graniastosłup ku przedmiotom w położeniu pionowem będącym obrócony jest bokiem dc , oko obraz tych przedmiotów widzi w położeniu poziomem w kierunku promienia, i gdy ten obraz pada na papier, łatwo zarzysy obrazu na nim odznaczone być mogą. — W ostatnich czasach Prof: Amici, poczynił w tym aparacie niektóre ulepszenia, z których główniejszem jest, zapobieżenie niedogodności powstającej z ciągłego mknienia i okazywania się ołówka, którym się skutecznie przerysowanie widzianych przedmiotów; i tym końcem iego aparat skła-

da się z zwierciadła metalowego, pod pewnym kątem połączonego z równoległościannem ze szkła. (*)

585. *Latarnia czarnoxięska*, swoim składem bardzo jest podobna do mikroskopu słonecznego, różnica pomiędzy temi ta tylko zachodzi, że w tamtym przedmioty oświetlone są światłem słonecznem, w téj zaś płomieniem lampy lub świecy. Jest to zazwyczaj skrzyneczka blaszana, z której wystaje walec, a w tym umieszczone są dwa szkła wypukłe, wewnątrz zaś znayduie się zwierciadło wklęsłe, przed którym umieszczona jest lampa lub świeca; tym sposobem za pomocą zwierciadła zgzeszczone promienie światła, padają na figury na szkłe wyrysowane, i tych obrazy przez soczewki powiększone przedstawiają się na przeciwległéj ścianie w kierunku przewróconym, dla tego chcąc ie widzieć w położeniu naturalnem, muszą rysunki byđz w kierunku przewróconym wstawiane.

586. *Fantazmagoryia*, jest to aparat w podobny sposób urządzony, iak i latarnia czarnoxięska, i te same skutki sprawia, tylko że płaszczyzna na której się obrazy malują, przedziela widzów od tego aparatu, gdy tym czasem w powyższym razie, z tey samey strony znayduią się widzowie, co i latarnia czarnoxięzka. Z resztą w latarni czarnoxięskiéj na fantazma-

(*) Obszerny takowego aparatu opis znayduie się w piśmie periodycznem: *Annales de Chimie et de Physique* par. MM. Gay - Lussae et Arago. Tomę 22 p. 137.

goryą przeznaczonę, zewnętrzną soczewka może się zbliżać, lub oddalać od rysunku, tak iak i cały aparat względem płaszczyzny, na ktorej obraz powstaie; w miarę iak się soczewka oddala, przybliża się, i odwrotnie gdy się soczewka przybliża, cały aparat od téj płaszczyzny oddala się.— Tych podwoynych i jednoczasowych poruszeń skutkiem jest, że obraz powiększa się lub zmniejsza; a że takowe przedstawienia czynią się w zupełney ciemności, dla tego zdaie nam się, że te figury do nas się przybliżają, lub oddalają. Na płaszczyznę, na któręj się obrazy malują, używa się biała przyczysta zastona z muszlinu lub perkalu, która się w ciemności widzieć nie daie. Całe zaś narzędzie osadzone jest na kołkach sukna do okoła obitych, ażeby się toczyć mogły bez łaskotu.

587. *Megaskop* narzędzie przez P. Charles wynalezionę, jest zastosowaniem latarni czarnoxięzkiej do światła słonecznego. Walec krótki z iedną lub kilką soczewkami wypukłymi osadza się w okiennicy ciemnęj izby, — przed tego otworem za okiennicę stawia się przedmiot wywrócony w kierunku prostopadłym do wspólnęj osi soczewek, na który padają promienie słoneczne od kilku zwierciadeł płaskich odbite; od przedmiotu zaś światło przechodzi przez soczewki do ciemni, w któręj na powierzchni płociennęj, lub szklanęj bez poloru, okazuje się obraz wyraźny, i w tych samych farbach co i przedmiot. Wymiary obrazu wzrastają, gdy się przedmiot ku narzędziu zbliża, lub też gdy się płaszczyzna na któręj powstaie oddala; powiększają się także obra-

zy, z powiększeniem liczby soczewek w narzędziu. Używa się ten aparat z korzyścią w malarstwie, jako narzędzie służące do prędkiego kopiowania przedmiotów lub malowideł, podług wymiarów znacznie powiększonych.

§. 79. *O innych skutkach światła.*

588. Doświadczenie uczy, że po największej części ciała świecące są razem i ogrzewającemi. — Ogrzewanie to tem jest mocniejsze, im bardziej i promienie światła są zgęszczone, dla tego to szkła wypukłe i zwierciadła wklęsłe, palącemi się także nazywają. — Bardzo wysoki stopień gorąca otrzymujemy za pomocą szkła wypukłych, chociaż znaczna część z promieni na powierzchni soczewek padających ginie odbiciem się tychże promieni, tak od pierwszej, jak i od drugiej powierzchni soczewki. Największe palące znaiome szkła są P. Tschirnhausena wielkim nakładem uskutecznione, które po kilka stop średnicy mają; temi szkłami drzewo nawet wilgotne w momencie się zapala, metale się topią, a drzewo pod wodą będące w węgiel się obraca. Jeszcze większe gorąco sprawiają zwierciadła wklęsłe, które do tego użytku przeznaczone mogą nawet hydż drewniane wyzłacane. — Podobne skutki można otrzymać i za pomocą zwierciadeł płaskich tak pomiędzy sobą nachylonych, ażeby promienie odbijane w jednym zehodziły się mieyscu. Sławne tego gatunku zrobione było zwierciadło przez Buffona, które się składało z 128 zwierciadeł płaskich kwadratowych, na 7 cali szerokości, za po-

mocą tak złożonego zwierciadła, zapalał drzewo w odległości 150 stop, topił ołów na 130 stop, a w odległości 60 stop srebro.

589. Ciała ogrzewają się nie tylko od zgęszczonego, lecz i od zwyczajnego światła, a to tem bardziej, im więcéy promieni światła ginie, dla tego zwierciadła im są doskonalsze, tem się mniej od promieni światła rozgrzewają; podobnież ciała białe mniej od kolorowych, a ciała czarne najwięcéy się ogrzewają, ciała zaś przezroczyste trudniejsze są do ogrzania aniżeli nieprzezroczyste; czyli w ogólności tem jest bardziej ogrzewającym, im więcéy przestaje być światłem. — Nadto nie tylko promienie światła w ogólności, ale i w szczególności różnych kolorów z odmiennem ogrzewają natężeniem, o czem przekonać się można rozkładając w ciemnej izbie za pomocą pryzmatu promień światła, stawiając bowiem oddzielnie w każdym kolorowym promieniu czułe termometra, postrzegamy różną w tychże temperaturę, tak iż fioletowy najmniej, czerwony zaś najwięcéy ogrzewa, a nadto zewnętrznie czerwonego do pewnej odległości podwyższenie temperatury postrzegać się daje. Ztąd pomiędzy innymi wytlómaczyć można dla czego płomień czerwony węgla znacznie, a przeciwnie płomień niebieski spirytusu mniej ogrzewa; — ciało zaś koloru niebieskiego lub fioletowego wystawione na działanie promieni słonecznych więcéy nad inne się rozgrzewa.

590. Oprócz tych ogólnych skutków oświetlenia i ogrzewania, postrzegać się dają i inne

z działania promieni światła powstające skutki, i tak niektóre kompozycje ciał nieorganicznych wystawione na promienie światła podlegają rozkładowi, i zmianie kolorów. Jstoty organiczne już nieżyjące w ogólności bieleją, z kąd powstaie bielenie płótna, wosku, kości i t. p. wystawieniem tych przedmiotów na słońce. (*) Rośliny ku słońcu liście obracają, oświecone wydają gaz kwasorodny; wpływ nareszcie światła i na zdrowie ludzkie wszystkim jest wiadomy. — Że zaś ten wpływ promieni światła na skutki chemiczne dostrzeganym byđ się zdawał nie tylko w samych promieniach pryzmatem rozdzielonych, ale i w pewney nawet odległości za promieniem koloru fioletowego, dla tego wnioskowano, że promienie słoneczne są złożone z potrójnego gatunku promieni, to jest: oświecających, ogrzewających i chemicznie działających.

Gdy pomimo poznanych rozlicznych skutków światła z pewnością nie możemy wskazać, co jest właściwie światło? — tem samem nie możemy także ostatecznie stanowić czy światło i ciepło są skutkami tej samey lub różney istoty; — a to tem bardziej, gdy lubo bardzo jest wiele takich ciał które świecą razem i ogrzewają, lecz są także i takie, które świecąc nie grzeją, a inne które grzeją nie świecą.

(*) O zmianach kolorów przez ciepło, obacz wiadomość umieszczoną w Pamiętniku Naukowym z Roku 1819 T. 1. k. 33; tudzież Rozprawę, o niektórych łączeniach się światła i zdolności dostrzeganey w różnych ciałach, przytrzymania go przez nieiaki czas na swojej powierzchni, napisaną przez Karola Kortum, znajdującą się w Rocznikach Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego T. 2. k. 317.

ROZDZIAŁ TRZECI.

O ELEKTRYCZNOŚCI.

§. 80. *O Elektryczności w ogólności.*

591. Pocierając laskę laku o sukno postrzegamy, że drobne kawałki papieru, nici i inne lekkie ciała są najprzód od tego laku przyciągane, a gdy przez nieiaki czas w zetknięciu pozostały następnie są odpychane, i po dotknięciu się innego ciała *np.* stołu, na nowo są przyciągane i odpychane przez pewny przeciąg czasu; podobny skutek postrzegamy na potartym bursztynie, iedwabiu i t. p. — Gdy zaś rurkę szklaną pewney wielkości *np.* na 2 cale średnicy a na dwie stopy długości sukniem pocieramy, natenczas widzieć się daią nie tylko powyższe przyciągania i odpychania drobnych ciał, ale nadto w ciemności za przybliżeniem palca postrzegamy wypadające z pewnym szelestem małe isierki, tudzież na powierzchni skóry powstaie takie uczucie, iakiego doznaiemy gdy się paięczyny dotykamy, a nawet czuiemy pewny zapach do fosforu podobny, Przyczyna tych i tym podobnych zjawień w ogólności *Elektrycznością* się nazywa, od słowa greckiego elektron bursztyn, z przyczyny że to zdarzenie przyciągania i odpychania drobnych ciał najpierwey na potartym bursztynie postrzeżono. A lubo ten skutek, iuż na kilkaset lat przed Narodzeniem Chrystusa był znaiomy, właściwie iednak bliższe poznawanie zdarzeń Elektryczności dopiero od wieku 17^{go}, początek swóy bierze.

592. Powyższe skutki elektryczności otrzymujemy w ciałach nie tylko przez potarcie, ale nadto przez udział, zetknięcie się ciał różnorodnych, przez podwyższenie temperatury, zgęszczenie, w czasie przemiany stanu ciał, i w czasie różnych działań chemicznych, tudzież organicznych.

593. Jakimkolwiek z wymienionych dopiero sposobów, wydobywamy skutki elektryczne, ciała te skutki sprawujące elektrycznem się nazywa, albo właściwicy naelektryzowanem, mając na to wzgląd, że każde ciało może okazać skutki elektryczności, lecz że nie zawsze też okazuje, ale w ten czas dopiero, gdy jakimkolwiek sposobem takowe w ciałach działanie wzbudzone zostanie. Wszelkie zdarzenia elektryczności, pospolicie uważają się za skutek pewnego gatunku płynu subtelnego *elektrycznym* nazwanego, który dopóki ciała oblewa, dopóty także i te ciała elektrycznemmi byź się okazują. Z resztą iak niżej zobaczymy, ten płyn uważany iest, iuź to za pojedynczy, iuź to za płyn z dwóch różnorodnych złożony.

§. 81. *O Elektryczności wzbudzoney przez potarcie.*

594. Pocierając iedne ciała o drugie, w zamiarze otrzymania skutków elektryczności, te nayspierwszą postrzegamy różnicę, że iedne potarte przyciągają i odpychają drobne ciała, równie iak i inne zdarzenia elektryczności okazują, drugie zaś takowych skutków nie okazują. — Z tąd powstał ogólny podział ciał na dobre, złe, i mierne przewodniki elektryczności. — Przez nieprze-

wodniki, albo raczej złe przewodniki rozumieją się takie ciała, po których Elektryczność z trudnością się rozchodzi, przeciwnie dobre przewodniki są te ciała, po których elektryczność z łatwością się rozchodzi. Różnicę tę pomiędzy dobrami a złymi przewodnikami zachodzącą, w następujący wystawić możemy sposób, — Jeżeli ciałem naelektryzowanym dotkniemy w jednym tylko punkcie powierzchni dobrego przewodnika, natenczas nie ten tylko punkt, ale i cała powierzchnia elektryczną się okaże; — lub też gdy dobry przewodnik naelektryzowany, dotknięty zostanie w jednym punkcie od innego dobrego przewodnika, z ziemią połączonego, natenczas cała elektryczność ginie. — Przeciwnie zaś jeżeli ciałem naelektryzowanym dotkniemy w jednym punkcie powierzchni złego przewodnika, w tym tylko punkcie okaże się bydź elektrycznem; i podobnież gdy zły przewodnik naelektryzowany dotknięty zostanie w jednym punkcie, od innego dobrego przewodnika z ziemią połączonego, natenczas w tym tylko punkcie traci elektryczność. Za mierne przewodniki, te ciała są uważane, które pod tym względem pośrednie miejsce zajmują, pomiędzy dobrami a złymi przewodnikami elektryczności. Do dobrych przewodników elektryczności należą metale, woda, para wodna, i wszystkie prawie ciała wilgotne, tak roślinne iak i zwierzęce. Do złych przewodników liczą się, szkło, istoty żywiczne, siarka, wosk, iedwab, i drzewo wysuszone, niemniej i powietrze, lecz tylko gdy jest suche, im bowiem więcej parą wo-

dną jest wypełnione, tym staie się lepszym przewodnikiem elektryczności, dla tego też doświadczenia elektryczności w ten czas się nie udają, gdy powietrze jest wilgotne. Do miernych przewodników należą: marmur, papier, kość słoniowa, bawełna, konopie, koście, i t. p.

595. Z przyczyny że złe tylko przewodniki zazwyczaj przez potarcie okazują się elektrycznymi, dobre zaś przewodniki nabywają tej własności, gdy są w komunikacji z ciałami już naelektryzowanymi, czyli że stają się elektrycznymi nie przez potarcie lecz przez udział, dla tego złe przewodniki nazywano także ciałami elektrycznymi przez się, czyli idioelektrycznymi, a dobre przewodniki ciałami anaelektrycznymi, czyli takimi które są niejako bez elektryczności, i tylko teyże od innych ciał nabywają. — Takowe ciał uważanie jest mylne, nie tylko bowiem złe, ale i dobre przewodniki przez potarcie stają się elektrycznymi, a jeżeli elektryczności dobre przewodniki nie okazują, przyczyną jest, że z ich powierzchni złatwością w inne ciała spływa; — uczyniwszy jednak stosowne ostrożności można się przekonać, że np. i metale, tak jak szkło i lak, potarte okazują znaki elektryczności, co się w ten czas okaże, gdy metale nie będziemy bezpośrednio trzymać rękami, lecz za pomocą jakiego złego przewodnika, i gdy go będziemy pocierać o inne ciało, także na złym przewodniku osadzone.

596. Wszelkie oddzielenie jednych dobrych przewodników od drugich, za pomocą złych przewodników w ogólności *odosobnieniem* się nazywa,

które pospolicie się uskutecznią osadzając takowe na podporach szklanych, lub zawieszając na sznurkach jedwabnych. — Skutek wszelkich narzędzi w doświadczeniach elektrycznych używanych, zawisł szczególnie od stosownego połączenia dobrych ze złemi przewodnikami. Własność łatwiejszego lub trudniejszego przepuszczania płynu elektrycznego, nie tylko zawisła od natury ciał, ale nadto od ich kształtu, stanu skupienia, i temperatury, i tak *np.* grubsze rurki szklane mniej odosobniają aniżeli cieńsze, podobnież żywica roztopiona, i szkło do czerwoności rozgrzane, dobrymi przewodnikami być się okazują,

597. Narzędzia służące wszczęłości do wydobycia elektryczności przez potarcie, machinami elektrycznymi nazywają się, a za takowe każda laska laku i rurka szklana mogą być uważane; które w początkach iedynemi środkami były otrzymywaniu skutków elektryczności, a następnie w celu otrzymania większych skutków elektryczności, co raz bardziej powiększane, właściwym Machinom dały początek.

Każdey maszyny elektrycznej głównejsze części są trzy następujące, to jest: ciało pocierane, ciało pocierające, i ciało wydobytą elektryczność zbierające; te części różney natury, i różnego kształtu być mogą, z kąd i różnaitość machin powstaie. Ciałem pocieranem jest zazwyczaj szkło, w kształcie tafli okrągłej, lub też walca albo kuli, z kąd powstaie podwójny gatunek machin elektrycznych, to jest taflowe, i walcowe lub kuliste. Przez środek użytéy tafli przechodzi oś, oko-

to który za pomocą korby też tafla się obraca; podobnież około osi za pomocą korby obracają się, wałce lub kule szklane; lecz te powinny mieć nadto z boku mały otwór, którymby powietrze wewnątrz będące mogło wychodzić, gdy w czasie obrotu przez rozgrzanie jego objętość powiększać się zacznie.

Ciałem pocierającym pospolicie są poduszki skórzane włosiem wypchane, za pomocą sprężyny do powierzchni szkła przyciśnione, które nadto potarte są tak nazwanym amalgamatem. W machinach taflowych jest cztery takowych poduszek, pomiędzy którymi tafla szklana obracana od tychże jest pocierana. W walcowych zaś i kulistych znajduje się tylko jedna poduszka wklęsła. — Ażeby zaś elektryczność pocieraniem wydobyta nie rozchodziła się w powietrze, do poduszek jest przyłączona tafta gumowana pokrywająca powierzchnią szkła potartego aż do tego miejsca, w którym elektryczność jest zbierana. — Amalgama pospolicie do pocierania poduszek w machinach elektrycznych używana, jest mieszanina jednéj części cynku z dwiema częściami merkuryusza. Oprócz téj używa się także mieszaniny aurum mussivum nazwanéj, która się składa z siarki cyny i merkuryusza. — Z resztą poduszki tak osadzone bydz powinny, ażeby nie tylko miały z ziemią komunikacyą, ale podług potrzeby, mogły także bydz odosobnione.

Ta część maszyny elektrycznéj która służy do zebrania wydobytey elektryczności nazywa się konduktorem; a tym jest każdy dobry przewodnik

odosobniony. — Zazwyczaj używa się tym końcem walec blaszany, lubo byź może i drewniany cyfولیą lub papierem srebrnem okleiony, na podstawkach szklanych osadzony, albo na sznurkach iedwabnych zawieszony; konduktory, z tей strony którą są do maszyny obrócone, zakończone końcami ostremi, z drugiej zaś strony zaokrąglone byź powinny.

598. W machinach elektrycznych na ciało pocierane nie samo tylko szkło iest używane, lecz i inne złe przewodniki: i tak, Machiny taflowe, bywaią także drewniane pokryte pokostem z gumilaki, tudzież bywaią z iedwabney lub wełnianey materyi, która w obręczy wyprężona, taflę szklaną zastępuje. — Podobnie i walcowe mogą także byź z sukna lub inney materyi iedwabney zrobione, które albo obite na dwóch denkach formują walec, albo też otaczaią dwa walce, iakie zazwyczaj do zwiiania nici są używane. W tych i tym podobnych machinach ciałem pocierającym iest kocia skórka. Z resztą w użyciu machin unikać należy kurzu, wilgoci, i wszelkich ostrzów,

599. Powyżey wspomniane zdarzenia elektryczności staią się za pomocą maszyny daleko widoczniejszemi, a w szczególności:

10d *Przyciąganie* zachodzące pomiędzy ciałami naelektryzowanemi, a ciałami nie naelektryzowanemi, tudzież *odpychanie* pomiędzy ciałami naelektryzowanemi postrzegać się daiące; do czego służyć może kulka z korku lub z rdzenia bżowego na nitce iedwabney zawieszona; gdy bowiem taką kulkę do konduktora maszyny zbliżasz

my, w pewnej odległości jest przyciąganą, poczem gdy przez udział naelektryzowaną zostanie, jest odepchniętą. I w tym stanie zostając, w jakim była od konduktora odepchniętą, jest od innych ciał przyciąganą. — Tym sposobem ciała lekkie umieszczone pomiędzy ciałami naelektryzowanymi i nienaelektryzowanymi ciągle są przyciągane i odpychane dopóty, dopóki ciało naelektryzowane całkowicie swojej elektryczności nie utraci; — ciągle bowiem ciała lekkie dotykając się ciała naelektryzowanego zabierają pewną część elektryczności, a zabraną tracą w zetknięciu się z ciałem nienaelektryzowanym, co dopóty powtarzają, dopóki pierwsze naelektryzowanymi być nie przestaną. — Na tem następnem przyciąganiu i odpychaniu drobnych ciał, zasadza się wiele ciekawych doświadczeń elektrycznych, iak np. dzwonki elektryczne w których kulka metalowa, pomiędzy dzwoneczkami zawieszona, ciągle poruszana wydawania dźwięków jest przyczyną; z pomiędzy tych dzwoneczków, jedne zawieszono są u konduktora na łańcuszkach, środkowy zaś na sznurku iedwabnym, lecz za to od środkowego spuszczone jest łańcuszek do ziemi; tym sposobem elektryczność z konduktora spływa tylko na dzwonki na łańcuszkach zawieszono, a tem samem, kulki pomiędzy temi zawieszono, znajdując się pomiędzy ciałami naelektryzowanymi i nienaelektryzowanymi, powyżey przytoczonego zdarzenia są przyczyną. Podobnież osobki tańcujące, są to osobki z rdzenia bżowego umieszczone pomiędzy dwoma talerzykami, z których

jeden zawiesza się u konduktora, a drugi w pewnej odległości pod tymże jest postawiony, tym sposobem za poruszeniem maszyny elektrycznej, osobki pomiędzy talerzykami w ciągłym zostają ruchu.

600. 2^{te} *Światło elektryczne*, które postrzegać się daje, na końcu pręta ostrego, czyli to ten pręt utkwiony będzie w konduktorze, czy tylko do konduktora zbliżany.

601. 3^{cie} *Wietrzyk elektryczny*, który się czuć daje gdy do ostrza na konduktorze osadzonego rękę zbliżamy, lub gdy w kierunku takowego pręta trzymamy miarki piasek lub drobny proszek, ten bowiem zdmuchanym zostaje; — ten sam skutek potwierdza znaiome doświadczenie z wiatraczkiem elektrycznym.

602. 4^{te} *Iskry elektryczne*, które z pewnym szelestem z konduktora maszyny wypadają, za zbliżeniem się do tego konduktora, dobrego przewodnika ostrzem nie zakończonem, iak np. gałki metalowej lub zgiętego palca. — W ogólności elektryczność w kształcie iskry okazuje się gdy przechodzi od jednego przewodnika do drugiego, które są złym przegrodzone przewodnikiem. — Nie postrzeżemy zatem takowych iskier, gdy się ręką lub innym dobrym przewodnikiem bezpośrednio konduktora dotykamy, gdy do konduktora zbliżamy dobry przewodnik lecz ostro zakończony, nareszcie gdy do konduktora zbliżamy zły przewodnik. — Iskry z konduktora maszyny wypadające, zapalają ciała łatwo palące się, iak np. gaz wodorodny, eter siarczawy, a nawet i spiry-

tus zwłaszcza ogrzany, — Z resztą wielkość tych iskier zawisa od wielkości maszyny i konduktora. — Tu należą różne figury i litery w iskrach się okazujące, które się otrzymują, gdy na taflę szklaną z drobnych kawałeczków cynfolii, lub jakiej innej blaszki podobne figury układamy, zostawiając małe pomiędzy temiż blaszkami przerwy; — a podług różnej natury blaszki z której się te figury robią, iskry w różnych okazują się także kolorach, i tak blaszki złote wydają iskry fioletowe, srebrne zielone, a cynowe iskry koloru żółtego.

603. 5te Działanie na różne zmysły: iskra bowiem z konduktora wypadająca działa na zmysły widzenia i słyszenia, a nadto wchodząc, sprawia w ludzkim ciele pewne osobliwego gatunku czucie; w zbliżonej zaś ręce uczucie takie, jakie mamy gdy się paieczyny dotykamy, nareszcie działa i na zmysł węchu, gdyż pewny zapach fosforu czuć się daie.

604. Przytoczone doświadczenia elektryczne nie tylko mogą się za pomocą konduktora, ale i powietrzu człowieka skutecznie; — jeżeli bowiem iaka osoba stanie na stołku odosobniającym, i dotknie się konduktora, staie się tem samem częścią tegoż konduktora, i na niej te same okazują się zdarzenia, jakie na samym konduktorze, iako to przybliżane letkie ciała są przyciągane i odpychane, z każdej części ciała za przybliżeniem dobrego przewodnika iskry wypadają; — a nad ostrzem przez te osobę trzymanem płomień jest widziany; podobnież zapala się także ceter

lub spirytus, za przybliżeniem palca od osoby na stołku odosobniającym będącej, lub też gdy ten spirytus jest trzymany przez też osobę, a inna na ziemi stojąca palec przybliża.

605. Wiemy z poprzedzających doświadczeń że podług wielkości maszyny i konduktora, w większej lub mniejszej odległości ciała są przyciągane, tudzież w większej lub mniejszej odległości iskry z konduktora od przybliżonego przedmiotu wypadają. — Odległość w której ciała drobne zaczynają być przyciągane stanowi elektryczny *okrąg działania*, a odległość w której iskry wypadają stanowi tak nazwaną *odległość wybuchnięcia*.

§. 83. *O odmiennym stanie Elektryczności.*

606. Zastanawiając się bliżej nad zdarzeniami elektrycznymi postrzegać się daie pewna w tychże odmienność, która nas doprowadza do rozróżnienia w ciałach podwójnego stanu elektryczności; — a następnie to rozróżnienie doprowadza do oznaczenia pewnych zasad, okazujących się wielorakich zdarzeń elektryczności. — Tę odmienność stanu elektryczności najłatwiej naocznie w następujący sposób przedstawić można; elektryzując rurkę szklaną i laskę laku tymże samym sposobem, to jest, pocierając kawałkiem flaneli, gdy do kulki z rdzenia bżowego na nitce iedwabnej zawieszony przybliżamy szkło, ta kulka przyciągnięta, a po zetknięciu odepchnięta zostaje, a gdy do tak odpychaney od szkła kulki przybliżamy laskę laku od teyże przyciągnięta, a po zetknięciu się

podobnież odepchniętą zostanie, i w tym stanie zostając od szkła znowu przyciąganą bywa; a zatem kulka gdy od potartego szkła jest odpychana, zostaje od potartego laku przyciąganą i odwrotnie. Jeszcze widoczniej tę odmiennosc stanu elektrycznego okazać można, biorąc dwie kulki na nitkach jedwabnych zawieszone; gdy bowiem obudwóch kulek dotkniemy się naelektryzowaną rurką szklaną, a potem kulki do siebie zbliżamy, te od siebie oddalać się będą; podobnież będą się wzajemnie oddalać, gdy się obudwóch dotykamy laską laku; a gdy nareszcie jednę kulki dotykamy się szkłem, a drugiej lakiem, natenczas przybliżając te kulki pomiędzy sobą, postrzegamy że się nawzajem przyciągają, a po zetknięciu obiedwie kulki przestają być naelektryzowanemi, — jeżeli tylko poprzednio były z równą mocą naelektryzowane.

607. Ten odmienny stan Elektryczności, oznacza się oddzielnemi nazwiskami, to jest, ten stan iaki okazuje szkło flanelą potarte nazywany jest *Elektrycznością szklaną*, a ten który okazuje lak w podobny sposób naelektryzowany, *Elektrycznością żywiczną*; lub też pierwszy nazywa się *Elektrycznością dodatną*, a drugi *Elektrycznością ujemną*; lub też krócej pierwszy oznacza się przez $+E$, a drugi przez $-E$.

608. Te nazwiska i znaki powinny być uważane, iedynie tylko za dogodne sposoby wskazania odmiennego stanu Elektryczności, nie przywiązując do nich właściwego znaczenia; — ani uważając tę odmiennosc, iakby do natury ciał przy-

wiązana. — Dokładniejsze bowiem postrzeżenia wskazują, że wkażdym ciele obadwa gatunki Elektryczności powstają, a okazywanie się każdego w szczególności nie tylko zawisło, od ciała które się elektryzuje ale i od tego zapomocą którego się elektryzuje, i tak *np.* szkło nie flanelą, lecz kocią skórką potarte, okazuje ten sam stan elektryczności iaki okazywał lak flanelą potarty, i podobnież lak amalgamatem potarty okazuje elektryczność szklaną; — a w ogólności iakiegolwiek dwa ciała pocierają się pomiędzy sobą, tem samem obadwa się elektryzują, okazując znaki odmienney elektryczności; czyli każde w szczególności uważane, tych samych zdarzeń elektryczności jest przyczyną, a odmiennosc stanu elektryczności wtenczas się dopiero okazuje, gdy się wspólnie obadwa ciała uważają.

609. O tym różnorodnym stanie elektryczności można się ieszcze lepiej przekonać za pomocą maszyny elektryczney, w której poduszki połączone z osobnym konduktorem mogą być odosobnione, w tym bowiem razie obadwa konduktory okażą się w odmiennych stanach elektryczności, a w szczególności konduktor ciała potartego, to jest szkła, okaże $+E$, a konduktor ciała pocierającego, to jest poduszek, okaże $-E$. Oznaczwszy zatem pierwszy konduktor przez A , a drugi przez B , postrzegamy że ciało letkie, które po zetknięciu się odepchnięte zostało od konduktora A , zostanie przyciągane od konduktora B . — Kształt płomienia na końcu ostrza okazujący się jest odmienny, i tak na ostrzu osadzonym na kondukto-

rze A , okazuje się w kształcie stożka, a na konduktorze B osadzonym, w kształcie świecącego punktu.

610. Nareszcie postrzegać się dają także różne kształty figur, gdy bowiem powierzchni żywicznej dotykamy się w osobnych miejscach konduktorem A i B , i te miejsca posypujemy jakim proszkiem, natenczas w pierwszym miejscu powstaje kołko z rozchodzącymi się na wszystkie strony promieniami, w drugim zaś kołko bez żadnych promieni. — Na tęg różności figur od różnego stanu elektryczności powstającej, zasadzają się tak nazwane Lichtenberga figury, które się otrzymują kryśląc po powierzchni żywicznej figury różnego kształtu ciałem naelektryzowanym $+E$, a potem ciałem naelektryzowanym $-E$, następnie posypując takową powierzchnią proszkiem z dwóch różnorodnych złożonym, iak np. mieszaniną siarki i czerwonego niedokwasu merkuryusza; — przez có rozmaitość kształtów iest daleko wydatniejsza.

§. 84. *O odpychaniu, przyciąganiu, i rozdziale Elektryczności.*

611. Za pomocą tego gatunku postrzeżeń wprowadzone zostały trzy główne prawa, które służą do tłumaczenia wszelkich zdarzeń elektryczności; — a te są: prawo odpychania, prawo przyciągania, i prawo rozdziału. Prawem odpychania iest: że ciała w tym samym stanie elektryczności zostające, czyli elektryczności tego samego imienia odpychają się, a zatem $+E$ odpycha $+E$, tudzież $-E$ odpycha $-E$.

Prawem przyciągania jest: że ciała w odmiennym stanie elektryczności zostające, czyli elektryczności przeciwnego imienia przyciągają się, a zatem $+E$ przyciąga $-E$, podobnież $-E$ przyciąga $+E$.

Prawem rozdziału jest: że każde ciało naelektryzowane, w ciałach otaczających przybliża elektryczność przeciwnego imienia, czyli że ciało nienaelektryzowane zostające w okręgu działania ciała naelektryzowanego, znajdzie się w stanie elektryczności odmiennego nazwiska.

612. Prawo *odpychania* tłumaczy nam dla czego dwie kulki obok siebie będące na nitkach iedwabnych zawieszane, iednakowo naelektryzowane odpychają się, tudzież dla czego, ciała letkie po zetknięciu się z konduktorem, odpychane zostają.

513. Na tem prawie zasadza się sposób urządzenia wszelkiego gatunku Elektrometrów i Elektroskopów, za pomocą których narzędzi poznamy, czy iakie ciało jest naelektryzowane, w iakim stanie jest elektryczności, tudzież iak wielkie jest natężenie teyże elektryczności.

614. Za nayprościejszy Elektroskop uważać można dwie kulki korkowe, lub ze rdzenia bzoowego na nitkach iedwabnych obok siebie zawieszane, ktore im bardziej się rozchodzą, tem samym wskazują większe natężenia elektryczności tego ciała, od którego naelektryzowane zostały.

615. Do nayczulszych policzony bydz może Elektrometr Benneta, w którym użyte są dwa małe prążki złota malarskiego obok siebie w równo-

odległych kierunkach zawieszono. — W Elektrometrze zaś Volty zawieszono są w podobny sposób słońki. Dla zachowania takowych istot, swoim rozchodzeniem się Elektryczność wskazujących, od poruszenia powietrza i od wilgoci, umieszczone są w małym szklanym naczyniu, iak to (fig: 113) przedstawia, na którym znajduje się łuk na stopnie podzielony, do porównania rozchodzenia się listek lub słońki służący.

616. Gdy do Elektrometru słońkowego przydany jest na wierzchu pręt ostro zakończony, ten służy do dochodzenia Elektryczności powietrza atmosferycznego, i znany jest pod nazwiskiem Elektrometru Saussura.

617. Zazwyczaj przy machinach Elektrycznych znajduje się Elektrometr Henleja do konduktora wszrubowany; jest to wałeczek drewniany, kulką zakończony, do którego umocowane jest półkole na stopnie podzielone, iak na (fig: 114), w środku tego półkola obok słupka zawieszony jest cienki pręcik na końcu kulkę korkową mający, tak ażeby się około punktu zawieszenia mógł poruszać, wznoszenie się zaś tego pręcika większe lub mniejsze, wskazuje różne natężenie elektryczności.

618. Chcąc zaś za pomocą powyższych Elektrometrów poznać nie tylko czy iakie ciało jest naelektryzowane, ale nadto w iakim stanie jest elektryczności, potrzeba najprzód istocie elektrometrycznej udzielić elektryczności oznaczonej *up.* szklaney, a potem przybliżać to ciało, którego stanu elektryczności dochodzimy, iczeli bowiem za

przybliżeniem tego ciała, słomki, kulki i t. p. ciała jeszcze bardziej rozchodzą się będą, tem samem wskazuje, że jest w stanie elektryczności szklaney, gdy się zchodzą, wskazuje elektryczność żywiczną. — Można nawet tym końcem użyć jednéy tylko kulki na iedwabnéy nitce zawieszonéy.

619 Do właściwych Elektrometrów należy także, tak nazwana waga skręcenia Kolumba, za pomocą której doświadczeniem przekonać się można, że natężenie działania elektryczności jest w stosunku odwrotnym kwadratu z odległości. Składa się z naczynia walcowego szklanego, które właściwe narzędzie od poruszenia powietrza zabezpiecza (fig. 115), przykryte jest denkiem szklaném, z pośrodku którego wystaje rurka szklana. Wewnątrz tej rurki przechodzi najdelikatniejszy drucik srebrny, na tym w poniższem naczyniu zawieszony jest w położeniu poziomem w równowadze się utrzymujący cienki pręcik z gumilaki, w iednym końcu zakończony płaszczyną kołką z złotego papieru zrobioną; u wierzchu zaś powyższy dróćik umocowany jest u osady nad rurką szklaną umieszczonéy; tak dróćik za pomocą umocowania, iako też i cała osada wraz z dróćikiem mogą być do około obracane; — brzeg osady, iak i obwód naczynia podzielony jest na 360° do oznaczenia których u gury służy skazówka, będąca przy tem umocowaniu, które dróćik utrzymuje, a u dołu pręcik na tymże dróćiku zawieszony. — Nadto w pokrywie znajduje się otwór na tem miejscu, gdzie, z boku

na podziałce 0° przypada, tym otworem wpuszcza się wewnątrz naczynia pręcik także z gumilaki, zakończony kulką metalową.

620. W użyciu tego narzędzia następującym postępuje się sposobem: umocowanie, tudzież osada tak się obracaia, ażeby wierzchnia skazówka i kółko papierowe ku 0° było obrócone; poczem udzieliwszy kulce metalowej elektryczności, wpuszcza się tak, ażeby się powierzchni kółka papierowego dotkneła, poczem to kółko mając sobie udzieloną elektryczność od kulki oddalać się będzie, a to tem bardziey im siła odpychania pomiędzy temi dwoma ciałami będzie więk sza.— Miarkując zaś udzielenie elektryczności tak, ażeby to kółko odepchnięte zostało tylko na 36° , docho dzono następnie iaka była moc tej siły odpychania w odległości na 18° , i tym końcem za pomocą umocowania dopóty ten dróćik skręcano, dopóki toż kółko papierowe nie było naprzeciw 18° umieszczone; lecz w tym razie dla przewyciężenia oporu odpychania, potrzeba więcey skręcać dróćik, i dla tego skazowka wyzsza w tym samym czasie przebiega 126° , ten więc łuk $126 + 18$ wskazuje moc siły odpychania, gdy ciało znajduie się w odległości na 18° , czyli w odległości dwa razy mniejszey, — łuki zatem 36° i 144° , wskazują stosunek siły odpychania gdy ich odległości mają się iak 2: 1, że zaś $36: 144 = 1: 4$, to potwierdza powyższe założenie, że w odległości dwa razy mniejszey, siła odpychania iest cztery razy więk sza, czyli że działania elektryczności są w stosunku odwrotnym kwadratu z odległości

621. Prawo przyciągania tłómaczy nam, dla czego dwie kulki odosobnione, gdy jedna z tych naelektryzowaną została szkłem a druga lakiem, nawzajem się przyciągają. — Od tego ogólnego prawidła postrzegać się dają pozorne wyjątki, że dwa ciała w przeciwnych stanach elektryczności będące nie przyciągają się, lecz odpychają, i odwrotnie w tym samym stanie elektryczności zostające przyciągają się, co się w ten czas przytrafia, gdy nie jednakową mocą są naelektryzowane, lub gdy powierzchnia jednego jest większa od powierzchni drugiego. — Gdy bowiem przeciwnego imienia jedno ciało więcej jest naelektryzowane, a drugie mniej, natenczas po zetknięciu się, elektryczność mniejsza zniszczoną zostaje, a pozostała część większej rozkłada się pomiędzy obadwa ciała, tak, iż obadwa są w tym samym stanie elektryczności, a zatem się odpychają. — Te i tym podobne wyjątki od ogólnego prawa przyciągania i odpychania, łatwo zdarzeniami rozdziału wytłómaczyć się dadzą.

622. *Rozdział elektryczności* jest skutkiem praw przyciągania i odpychania. — Pod względem rozdziału potrójny wydarzyć się może przypadek, to jest ciało w okręgu działania ciała naelektryzowanego znajdujące się, może być albo dobry przewodnik odosobniony, albo dobry przewodnik nieodosobniony, albo nareszcie zły przewodnik.

623. W pierwszym razie, ta strona, która jest ku ciału naelektryzowanemu obrócona, okazuje elektryczność przeciwnego nazwiska, a strona od-

leglejsza tego samego nazwiska, gdy się zaś oddali przestaje okazywać znaki elektryczności. — I tak gdy do walca metalowego (fig. 116) na szkle osadzonego, przybliżymy rurkę szklaną naelektryzowaną, postrzegamy rozchodzenie się kulek zawieszonych, co wskazuje, że ten walec przez przybliżenie ciała naelektryzowanego, także staje się naelektryzowanym; — a gdy tę rurkę oddalemy, kulki nazad się zchodzą, i tem samym okazują, że walec przestał być elektrycznym; z resztą łatwo przekonać się można, gdy walec okazuje się być naelektryzowanym, że koniec m , jest w tym samym stanie elektryczności co i rurka ab . — Powtarzając powyższe doświadczenie, gdy za zbliżeniem rurki ab , kulki się rozeydą, dotykając się końca m , palcem lub jakimkolwiek innym dobrym przewodnikiem z ziemią związek mającym, kulki w tym końcu będące zchodzą się; gdy następuje naprzód oddalimy od tego walca dobry przewodnik ab , natenczas znowu kulki rozchodzą się, i cały walec okazuje się w stanie elektryczności przeciwnego nazwiska, to jest, gdy rurka ab okazuje $+E$, walec będzie okazywać $-E$ i odwrotnie. — Przyczyną takowego wypadku jest, że przez przybliżenie rurki $ab +E$, koniec m jest w stanie elektryczności $+E$, a koniec $n - E$, zetknięciem się dobrego przewodnika z końcem $m + E$, spływa do ziemi, i pozostaje tylko $-E$, która dla działania rurki ab pozostaje, i za oddaleniem teyże rurki okazuje się, lecz gdyby ta rurka wprzody była oddalona, aniżeli dobry przewodnik od końca m , natenczas nietyko $+E$, ale i

— E znikłoby, czyli cały walec przestałby być naelektryzowanym.

Chcąc widoczniey zdarzenia rozdziału elektryczności przedstawić, bierze się walec metalowy na słupkach szklanych osadzony, na którym w różnych miejscach zawieszono są obok siebie kulki z rdzenia bżowego, iak na (fig. 117), i przez dotknięcie się ręką pozbawia się wszelkiej elektryczności, po czem przybliża się do tegoż walca ciało A będące w stanie elektryczności $+E$, natenczas następujące postrzegać się dają skutki. 1^{od} Wszystkie prawie kulki rozchodzą się, a zatem walec staje się we wszystkich miejscach naelektryzowanym. 2^{re} To rozchodzenie się ku środku iest mnieysze, a zatem w miejscach środkowych walec iest słabiey naelektryzowanym. 3^{cie} W pewnem środkowem miejscu wcale się kulki nie rozchodzą, to zatem miejsce znajduje się w stanie nieelektrycznym; odległość zaś tego punktu zawisła od większego lub mniejszego oddalenia ciała naelektryzowanego A . 4^{te} Gdy do takowego walca zbliżamy kulkę naelektryzowaną $+E$, ta w końcu m będzie odpychaną, a w końcu n przyciąganą, a tem samem skazuje, że strona m iest w stanie elektryczności $+E$, a strona n w stanie Elektryczności $-E$. 5^{te} Gdy do różnych miejsc walca przybliżamy kulkę na nitce iedwabney zawieszoną nienaelektryzowaną, natenczas ta kulka w pewnem środkowem miejscu nie będzie ani przyciąganą ani odpychaną, w wszelkich zaś innych będzie przyciąganą, co skazuje, że wyjąwszy to środkowe miejsce, cały walec iest naelektryzowany. 6^{te} Na-

reszcie, gdy oddalimy ciało *A* nie dotykając się w przód ani ciała *A*, ani walca, natenczas w walcu przestają się okazywać wszystkie powyższe skutki; — co okazuje że lubo był naelektryzowanym, tej jednak elektryczności przez udział od ciała *A* nie nabył.

624. W drugim przypadku, to jest: gdy do ciała naelektryzowanego *A* przybliżamy dobry przewodnik *B* nieodosobniony, natenczas strona ku ciału *A* obrócona, okaże elektryczność przeciwnego nazwiska, strona zaś od tegoż oddalona, nie okaże znaków elektryczności; — z resztą za oddaleniem ciała *A*, tem samem i oznaki elektryczności w *B* nikną. — Do mocno naelektryzowanego ciała *A* przybliżając tego samego imienia lecz słabey elektryczności ciało *B*, powstanie w temże elektryczność przeciwnego nazwiska, i od ciała *A* przyciąganem zostanie, co powyżéy przytoczony, pozorny wyjątek od ogólnego prawa odpychania, tłumaczy.

625. W trzecim nareszcie przypadku, gdy w okręgu działania ciała naelektryzowanego znajduje się zły przewodnik, powstaie także elektryczność przeciwnego nazwiska w stronie ku ciału naelektryzowanemu obróconey, czyli zachodzi także rozdział; ta tylko postrzegać się daie różnica, że naelektryzowanie tym sposobem złego przewodnika nie daleko zachodzi. — Z czego wypływa, że przedzielenie, cienką warstwą złego przewodnika, dwóch dobrych przewodników, nie tylko nie tamuje elektryzowanie się tych ciał przez rozdział, ale nad-

to, w takowem tylko przedzieleniu zostające mogą być naelektryzowane.

626. Z powyższych zasad rozdziału elektryczności łatwo także wytłómaczyć można, dla czego ciało nienaelektryzowane jest przyciągane od ciała naelektryzowanego; w tenczas bowiem zostając w okręgu działania na pozor tylko jest nienaelektryzowanem, gdyż właściwie tem samem w stronie najbliższej znajduje się w stanie elektryczności przeciwnego nazwiska, i podług prawa przyciągania działanie swoje wywiera.

627. Każde nareszcie elektryzowanie, czyli tak nazwane udzielenie elektryczności, musi poprzedzać rozdział tejże elektryczności, nim bowiem iakie ciało zbliży się do odległości wybuchnięcia, znajduje się wprzód w okręgu działania tegoż ciała. — Idla tego w zachodzącem tarciu pomiędzy dwoma ciałami powstaie także rozdział, tak iż obadwa ciała okazują się w stanie elektrycznym tylko przeciwnego imienia.

§. 85. *O sposobie rozchodzenia się Elektryczności.*

628. Wyłożone wiadomości wskazują, iakim sposobem ciała przechodzą w stan elektryczny, wypada się teraz zastanowić, iakim sposobem ten stan elektryczny rozchodzi się w dobrym przewodniku, i iak z iednego rozchodzi się po innych. — Doświadczenia w tcy mierze czynione uczą, że w ten sam sposob rozchodzi się Elektryczność $+E$, iak i $-E$, tudzież że rozchodzenie się skutecznia się tylko po powierzchni ciał, nareszcie że tak na

rozchodzenie się iak i na przeyscie Elektryczności wielki wpływ ma kształt ciał. Że w rzeczy saméy elektryczność rozchodzi się tylko po powierzchni ciał, nie tylko nas to postrzeżenie przekonywa, że kula wydrażona naelektryzowana zetknięta z kulą pełną nienaelektryzowaną równéy średnicy, traci połowę swoiéy elektryczności, ale nadto można wprost doświadczeniem okazać: Wziąwszy bowiem kulę wydrażoną, na której powierzchni znajduje się otwór, i gdy tym otworem nie dotykając się bynajmniéy boków, wpuszczamy ciało iakie naelektryzowane, ciało to po wyjęciu nie okaże żadnych znaków elektryczności; — powierzchnia zaś téy kuli naelektryzowaną zostanie.

629. Co się tyczy kształtu, doświadczenie uczy, że na powierzchni kuli elektryczność iednostajnie się rozchodzi, czyli że w każdym punkcie, z iednakową mocą okazuje się być naelektryzowaną. W ciałach podłużnego kształtu, na końcach natężenie elektryczności mocniejszy jest, aniżeli w środku. Podobnież gdy kształt ciał przedstawia krawędzie i kąty, na tych mocniej się okazują naelektryzowane, aniżeli na powierzchniach bocznych. O tych i tym podobnych wypadkach za pomocą wagi skręcenia Kolomba przekonać się można, dotykając się w różnych punktach powierzchni ciała, małym krążkiem metalowym na gumilace osadzonym.

630. Lecz nie tylko podług różnego kształtu ciał, z różnem natężeniem rozchodzi się elektryczność na powierzchni tychże ciał, ale nadto ten

kształt ma wpływ na łatwiejsze lub trudniejsze rozchodzenie się elektryczności z jednych ciał do drugich. I tak najtrudniej udziela się Elektryczność, gdy ciała są do siebie zbliżone równoodlegle powierzchniami szerokimi i gładkimi, czy to one są płaskie, czy też iedne wklęsłe, a drugie wypukłe. Łatwiej udzielaiaą sobie elektryczności ciała, gdy są obdużne lub gdy mają iakie wystaiące części. — Kuliste części są w tym względzie pośrednie pomiędzy płaskimi, a ostremi. — W kulistych powierzchniach zachodzi to udzielanie w pewnych odległościach i następane w kształcie iskier; w powierzchniach zaś ostro zakończonych udzielanie zachodzi w daleko znaczniejszy odległości i jest ciągłe, o czym nas płomień elektryczny na ostrzach postrzegać się daiący przekonywa. Z tego wytlómaczyć można, dla czego konduktor od strony maszyny ostrzami, a z drugiej strony wypukłościami kulistemi zakończony bydz powinien.

631. Lubo za pomocą końców ostrych najłatwiej elektryczność z jednych ciał udziela się drugim, umieszczenie iednak kilku ostrzów obok siebie, nie ułatwia lecz utrudza to udzielenie, z przyczyny że w tenczas nie tylko zachodzi przyciąganie Elektryczności przeciwnego nazwiska, końca ostrego i tego ciała do którego są zbliżone, ale nadto i odpychanie Elektryczności tego samego nazwiska w ostrzach obok siebie będących.

632. Wietrzyk końcami ostremi sprawiany, w następujący wytlómaczyć można sposób, najbliższa cząstka powietrza przez rozdział, najprzed

staie się elektryczną przeciwnego nazwiska, a potem przez udzielenie tego samego nazwiska, więc tem samem zostaje odepchniętą, a gdy to samo dzieie się z następnemi cząstkami, zład ciągle poruszenie powietrza powstaie. Gdy zaś naelektryzowane ciało iest zaokrąglone, natenczas nie pojedyncze cząstki powietrza, lecz cała warstwa do powierzchni przylegająca nabywa elektryczności tego samego nazwiska, a zatem razem we wszystkich punktach oddalić by się powinna, co właśnie poruszenie powietrza w tym razie utrudza.

§. 86. *O teoriach Elektryczności.*

633. Dla dogodniejszego objaśnienia zdarzeń Elektryczności, dwa są główne przypuszczenia, znane pod imieniem teoryi Franklina, tudzież teoryi Simmera; — pierwsza dla wytłómaczenia wszelkich zdarzeń elektryczności przypuszcza ieden oddzielnego gatunku płyn elektryczny; — druga zaś przypuszcza dwa różney natury płyny elektryczne,

634. Teoryi Franklina następujące są zasady, 1^o że płyn elektryczny iest naysubtelniejszy, doskonale rozprężliwy i nieważki; 2^o że iest od wszystkich ciał przyciągany, a połączywszy się z ciałami przestaje bydź rozprężliwym. Znayduie się zatem we wszystkich ciałach; 3^o że wszelkie ciała, pewną tylko ilość płynu elektrycznego przyciąganiem mogą na sobie utrzymać, tak iak woda pewną tylko ilość soli w sobie rozpuścić może. Gdy są tym płynem nieiako nasyczone, nie okazują żadnych znaków elektryczności, czyli

znaydują się w naturalnym stanie elektryczności. Gdy zaś w takowych ciałach większa lub mniejsza ilość płynu elektrycznego nayduie się, aniżeli iaka jest potrzebna do nasycenia, natenczas okazują znaki elektryczności, czyli stają się naelektryzowane, a to jeżeli jest więcej tego płynu stanowi stan elektryczności dodatniej, jeżeli zaś mniej stanowi stan elektryczności ujemnej; 4^{te} Ze elektryzowanie ciał uskutecznia się, albo dodaniem nowej ilości płynu do elektryczności naturalnej, albo ujęciem pewnej części z téjże elektryczności naturalnej, albo nareszcie takim działaniem, ażeby gdy na ciałach iednostajnie płyn elektryczny jest rozszerzony, w iednym końcu naydował się w nadmiarze, a w drugim w niedostatku.

635. Podług tych zasad powyższe prawa odmiennego stanu elektryczności, w następujący tłómaczą się sposób. — 1^{od} Przyciągania ciał w odmiennym stanie elektryczności zostających przyczyną jest, dążność płynu elektrycznego układania się do równowagi, czyli przechodzenia z ciał, w których w większej nayduie się ilości, do ciał w których się mniej nayduie. 2^{re} Odpychanie ciał w iednakowym stanie elektryczności będących, tłómaczy to samo układanie się płynu do równowagi: i tak dwie kulki obok siebie zawieszona, gdy są nadmiarem czyli dodatnie elektryzowane, oddalają się pomiędzy sobą, z przyczyny że usiłują zbliżyć się do ciał w których nayduie się mniejsza ilość płynu elektrycznego, ażeby mogły się pozbyć przewyższającej ilości; — gdy zaś te dwie obok siebie za-

wieszane kulki, naelektryzowane będą niemnie, oddalają się także, i zdaią się nawzajem odpychać, z przyczyny że usiłują zbliżyć się do ciał, w których płyn elektryczny w większej znajduje się ilości, dla wynadgodzenia niedostatku; — a w braku ciał otaczających, cząstkom powietrza otaczającym, oddają zbytek ilości płynu elektrycznego, lub zabierają część niedostającą. — 3cie Co do rozdziału Elektryczności, płyn elektryczny na ciele zebrany, dla swojej rozprężliwości, odpycha płyn elektryczności w bliskości będący, więc tem samem obok ciała dodatnio naelektryzowanego, musi powstać w ciałach otaczających stan elektryczności ujemnej; przeciwnie ciało niemnie naelektryzowane usiłuje z otaczających ciał wynadgodzić ten niedostatek, z tych więc ciał płyn elektryczny usiłuje przejść do ciał ujemnie naelektryzowanych, a jeżeli nie przechodzi to przynajmniej zbiera się w bliskości, czyli takowe ciało okazują stan elektryczności dodatniej.

636. Według tej teoryi zdarzenia maszyny Elektrycznej tłómaczą się w następujący sposób: przed pocieraniem, tak szkło jak i poduszki znajdują się w naturalnym stanie elektryczności; przez pocieranie zaś płyn elektryczny z poduszek ujęty na szkle się zbiera, czyli szkło staje się elektrycznem dodatnie, a poduszki jeżeli są odosobnione, ujemnie, bo gdy są nieodosobnione, pozostają w naturalnym stanie elektryczności; ta bowiem ilość płynu elektrycznego którą traci, wynadgradzaną zostaje od ciał z którymi w związku zostają, zbierając się na szkle maszyny elektrycznej

płyn spływa za pomocą ostrzów na konduktor, który gdy jest odosobnionym, staje się dodatnie naelektryzowanym; lecz mocniej gdy poduszki nie są odosobnione; — z resztą z tego wypływa że gdy poduszki będą odosobnione, a konduktor nie będzie odosobniony, natenczas poduszki będą w stanie elektryczności ujemnej, a konduktor w naturalnym stanie elektryczności.

637. Teoryi Simmera zasady są następujące: 1^o Płyn elektryczny znajdujący się we wszystkich ciałach nienaelektryzowanych, może być rozłożony na dwa płyny, które sobie są w pewnym względzie przeciwne, to jest, na płyn elektryczny dodatny i ujemny, lub szklany i żywiczny; — 2^o że obadwa płyny w szczególności uważane, są subtelne, rozprężliwe i nieważkie. Obadwa nawzajem się przyciągają, łączą się gdy nie zachodzą przeszkody, i połączone przestają być rozprężliwemi; — 3^o że gdy obadwa płyny są razem złączone, takowe ciała nie okazują znaków elektryczności, czyli znajdują się w naturalnym stanie elektryczności; — gdy zaś jakimkolwiek sposobem rozdzielone zostaną, natychmiast zdarzenia elektryczności postrzegać się dają; — 4^o Ciało elektryzuje się dodatnie, gdy mu się tego gatunku płyn elektryczny udziela, lub gdy po rozłożeniu naturalnego płynu, płyn elektryczny ujemny oddalony zostanie; — w podobny sposób ciało elektryzuje się ujemnie, gdy mu się tego gatunku płyn elektryczny udziela, lub gdy po rozłożeniu płynu naturalnego, płyn dodatny oddalony będzie; — nareszcie elektryzuje się

także ciało w ten czas, gdy po rozdzieleniu płynu naturalnego, na jednym końcu zbiera się płyn dodatny, a na drugim płyn ujemny.

638. Podług zasad téj teoryi tłómaczą się prawa odmiennego stanu elektryczności w następujący sposób: Przyciąganie zachodzące pomiędzy ciałami różnego stanu elektryczności jest skutkiem przyciągania się płynów, naturalny płyn elektryczny składających; — Podobnież odpychanie się ciał tego samego stanu elektryczności jest skutkiem rozprężliwości każdego gatunku płynu elektrycznego. Nareszcie skutkiem przyciągania i odpychania jest rozdział elektryczności; płyn bowiem *np.* $+E$ rozkłada płyn naturalny na swoje pierwiastki przybliżając do siebie $-E$, z którym jeżeli dla zachodzących przeszkód nie może się połączyć, ten w ciałach przybliżonych oddzielnie się zbiera.

639. Zdarzenia maszyny elektrycznej podług teoryi podwojnego płynu w ten sposób mogą być wytłómaczone: przed potarciem tak szkło jak i poduszki znajdują się w naturalnym stanie elektryczności, czyli że w nich znajduje się elektryczność nierozłożona na swoje pierwiastki $+E$ i $-E$; przez potarcie płyn naturalny elektryczności, rozkłada się na swoje pierwiastki, z których płyn dodatny zbiera się na szkło, a ujemny na ciele trące, czyli poduszkach, a tem samym szkło okazuje się naelektryzowanem dodatnie, a poduszki gdy są odosobnione, okazują się naelektryzowane ujemnie. Płyn dodatny maszyny rozkłada płyn naturalny w konduktorze, i za pomocą o-

strzow z łatwością łączy się z płynem ujemnym, zostawiając na konduktorze płyn dodatny, przez co tenże dodatnie naelektryzowanym się okazuje, gdy jest odosobniony; gdyż inaczej ten płyn dodatny łączy się z płynem ujemnym ciał otaczających, a tem samym nieokazuje się naelektryzowanym. — Z resztą podobnież iak i podług poprzedzających teoryi wytłómaczyć można, dla czego konduktor mocniej okazuje się naelektryzowanym, gdy poduszki nie są odosobnione.

640. Uważając przytoczone teorye najpowszechniej używane za sposoby ułatwiające obejmowania i łączenia w jedną całość wszelkich zdarzeń elektryczności; — tem samym z równym pożytkiem użyte być mogą; — i temi samemi znakami $+E$ i $-E$, oznaczany różny stan elektryczności, albo może oznaczać różnego gatunku płyny, naturalny płyn elektryczny składające, albo też nadmiar i niedostatek tego płynu Elektrycznego. — Z resztą te teorye nie są na przeszkodzie, ażeby nie mogły być inne równie dogodne, a może i dogodniejsze ułożone sposoby tłumaczenia zdarzeń elektryczności.

§. 87. *O Butelce Laydeńskiej.*

641. Z pomiędzy narzędzi służących do czynienia doświadczeń elektrycznych, trzy szczególnie zasługują na uwagę, to jest: Butelka Laydeńska, Kondensator, i Elektrofor; — z których za pomocą pierwszego wzmacnia się elektryczność; za pomocą drugiego, najmniejsza nawet ilość zgęszcza się, a tem samym jest widoczniejszą; za

pomocą nareszcie trzeciego, wydobyta elektryczność przez długi przeciąg czasu zachowuje się; wszystkich zatem trzech narzędzi w ogólności zamiarem jest wzmocnienie i zgęszczenie Elektryczności, która tem samem staje się dzielniejszych skutków przyczyną.

642. Doświadczając wpływu elektryczności na różne ciała, elektryzowano tym końcem wodę, spuszczaiąc łańcuszek od konduktora do naczynia wodą wypełnionego, gdy potem przypadkiem jedną ręką wymiując łańcuszek, w tym samym czasie drugą odsuwano naczynie z pod konduktora, doznano znacznego wstrząśnienia w rękach; — i to właśnie było powodem odkrycia ważnego w nauce Elektryczności narzędzia, znanego powszechnie pod nazwiskiem butelki Laydeńskiej lub butelki Kleista, z przyczyny że takowe doświadczenie najpierwéy zrobione było przez Kleista w r. 1745, tudzież w tymże samym czasie w Leydzie przez Muszenbröcka.

643. Urządzenie tego narzędzia jest: butelka, słoje, lub flaszka, których powierzchnia wewnętrzna i zewnętrzna jest dobrym przewodnikiem pokryta, tak jednak ażeby te dobre przewodniki z sobą nie miały bezpośredniego związku, dla tego brzegi na dwa lub trzy cale niepokryte zostają; a nawet ten brzeg nie pokryty dobrym przewodnikiem, dla ochronienia szkła od osiadającej wilgoci oblanany częstokroć bywa lakiem w spirytusie rozpuszczonym. — Powierzchnie zewnętrzne zazwyczaj obklejają się blaszkami cynowymi, ołowianymi lub cynkowymi, wewnątrz zaś używa się

albo tych blaszek albo opisków, albo listków tak zwanego złota malarskiego, lubo i woda temu zamiarowi odpowiada. Dla łatwiejszego związku z powierzchnią wewnętrzną dobrym przewodnikiem wyłożoną, od dna takowey butelki wystaje pręt zewnątrz gałką zakończony. — Ż resztą skutek narzędzia nie zawisł od kształtu, zamiast bowiem flaszki lub słoju, można użyć zwyczajney tasi szklaney, pokrywając obiedwie strony blaszkami metalowemi, brzegi jednak dookoła na parę cali nie pokryte zostawując; — które to tasje znane są pod nazwiskiem kwadratu Franklina.

644. Zgęszczenie elektryczności za pomocą tego narzędzia stanowi ładowanie, a zniszczenie zebraney elektryczności, wyładowanie butelki Leydeńskicy. Ładowanie skutecznia się, dając iednę stronę butelki komunikacyą z konduktorem, a drugiey z ziemią; wyładowanie zaś skutecznia się, dając za pomocą dobrego przewodnika komunikacyą stronie wewnętrzney ze stroną zewnętrzną. Ładuje się zatem przybliżając gałkę do konduktora, a od dna butelki spuszczać łańcuszek do ziemi, lub też trzymając ją w ręku, albo dotykając się dnem butelki, konduktora machiny, a gałkę trzymając w ręku. — Wyładuje się zaś dotykając iedną ręką strony zewnętrzney butelki, a drugą ręką gałki.

645. Gdy w czasie takowego wyładowania oprócz innych skutków elektryczności, doświadczamy w rękach znacznego wstrząśnienia, do wyładowania zatem butelek bez wstrząśnienia, używa się tak zwanego Excytatora, który (fig. 118)

wystawia; jest to pręt w kształcie cyrkla złożony, lub tylko w łuk zgięty, z jedną lub dwiema rękojeściami szklanemi, na obudwóch końcach gałkami zakończony; — używając go przykładają się jeden koniec do powierzchni zewnętrznej, a drugi do gałki; a tem samem daje się komunikacya stronie wewnętrznej ze stroną zewnętrzną. — Używany także jest w wielu zdarzeniach ogólny Excytator Henleya, który iak na (fig. 119), składa się z dwóch słupków szklanych z osadami u wierzchu mosiężnemi, przez te przechodzą dwa pręty, które nie tylko w kierunku poziomym i pionowym poruszane, lecz i wzajemnie do siebie zbliżane być mogą; — w pośrodku pomiędzy temi słupkami, znajduje się podstawka na szkle osadzona która także zniżaną lub podwyższaną być może; na tej podstawie kładą się ciała, przez które elektryczność ma być przeprowadzana.

646 Ze przez ładowanie jedna powierzchnia staie się naelektryzowaną dodatnie, a druga ujemnie łatwo o tem przekonać się można, biorąc naładowaną butelkę, i gałką tejże butelki kreśląc jakie figury na płaszczyźnie żywicznejey, a potem postawiwszy na stołeczku odosobniającym butelkę, biorąc za drot wystający, i kreśląc w innym miejscu na tejże samey płaszczyźnie podobne figury, gdy następnie tak jedne iak i drugie posypiemy miazką proszkiem, o którym powyżey mowa była, układanie się w różny sposob tego proszku, odmienny stan elektryczności wskazuje. Na tej różności stanu elektrycznego zasadza się apparatusik palnikiem elektrycznym nazwany; który

się otrzymuie przytwierdzając do powierzchni zewnętrznej butelki (fig. 120) drot gałką zakończony i tak zakrzywiony, ażeby taż gałka z gałką butelki w równy wysokości, nie co od siebie oddalone znajdowały się, pomiędzy temi gałkami na nitce iedwabney zawieszona kulka, po naładowaniu butelki, zostaje w ciągłym ruchu wahania.

647. Do poznania stopnia natężenia naładowanej butelki używa się zwyczajnego Elektrometru Henleya, lub też Elektrometru Lanego, którego urządzenie jest następujące: (fig. 121) obok zwyczajnej butelki Laydeńskiej jest słupek szklany, na wierzchu którego umieszczony jest pręt *mn* na równe części podzielony, w iednym końcu gałką *m* a w drugim haczykiem *n* zakończony, który przybliżać lub oddalać się może do gałki butelki; — nadto są jeszcze dwa łancuszki *po* i *no*, — te gdy złączone zostaną, tem samem stroną wewnętrzną od zewnętrznej nie będzie przedzielona, iak tylko warstwą powietrza znajdującą się pomiędzy *u* i *m*, gdy zatem butelka do tego stopnia naładowaną zostanie, że przez te warstwę powietrza iskra przejść jest w stanie, tem samem następuje wyładowanie butelki, i stopień natężenia zawsze ten sam pozostaje, dopóki gałki w tej samej pomiędzy sobą zostają odległości.

648. Jak przez ładowanie obiedwie powierzchni odmiennie się elektryzują, tak przez wyładowanie elektryczność obudwóch stron układu się do równowagi. Wczacie wyładowania butelki różne postrzegać się dają skutki a pomiędzy innymi: formowanie się iskier w każdym przerwie

dobrego przewodnika, które są w stanie ciała palne zapalić, a przechodząc przez nie łatwo zapalające się, dziurawią lub rozrywają. Na tę własność zapalenia się ciał palnych od iskry elektryczney, zasada się także pomiędzy innemi narzędzie pistoletem Wolty nazwane, w którym gaz wodorodny z gazem kwasorodnym lub zwyczajnem powietrzem pomieszany, za pomocą iskry elektryczney zapala się z znacznym hukiem. Nadto czuć się daie wzruszenie, którego nie tylko jedna osoba doznaie, lecz i znaczna liczba osob, gdy te nawzajem się trzymając, pierwsza z nich dotyka się powierzchni zewnętrzney, a ostatnia wewnętrzney.

649. Tak ładowanie iak i wyładowanie butelki nayłatwiey da się objaśnić, powyżey wyłożoném prawem rozdziału Elektryczności; — Przed naładowaniem bowiem obiedwie powierzchnie butelki są w stanie obojętności, lecz gdy *np.* wewnętrzna powierzchnia jest połączona z kondukto-rem dodatnie naelektryzowanym, tem samem i ta powierzchnia okazuje znaki elektryczności dodatniej; a że każde ciało naelektryzowane wzbudza w ciałach w bliskości będących elektryczność odmiennego stanu, zatem na zewnętrzney stronie musi powstawać $-E$. Ta oddzielona $-E$, utrzymuje w związku $+E$ powierzchni wewnętrzney, może więc ieszcze więcey na te powierzchnią przybydź, która tem samem i więcey $+E$ oddziela, a takowe następne w jedney stronie przybywanie, a z drugiey odmiennego stanu Elektryczności oddzielanie, stanowi ładowanie butelki. Ele-

ktryczności $+E$ i $-E$, usiłują ułożyć się do równowagi, co się skutecznia, zbliżając niejako jedną powierzchnię do drugiej, za pomocą dobrego przewodnika, przez co wracają znowu obie dwie powierzchnie do stanu obojętnego, i takowe układanie się do równowagi stanowi wyładowanie butelki. — Z resztą to tłumaczenie ładowania i wyładowania butelki równie się da zastosować do teoryi Franklina, iak i do teoryi Simmera.

Ładowanie butelki ma pewną granicę, tak iż gdy więcéy przybywa Elektryczności, następuje częstokroć nagłe wyładowanie, a to dwoiakiem sposobem, to iest, albo przez wierzch butelki, albo też przez butelkę, co sprawia strzaskanie teyże butelki.

650. Z resztą zbierająca się w butelce elektryczność, nie tylko się w wyłożeniach, ale i na powierzchni szkła pokrytey znajduje, o czem łatwo przekonać się można, gdy butelka tak iest urządzona, a żeby z łatwością od butelki oddalone bydz mogło tak wyłożenie zewnętrzne iak i wewnętrzne; po naładowaniu bowiem takowey butelki, oddaliwszy oddzielnie za pomocą złego przewodnika te wyłożenia, postrzegamy że pomimo tego powierzchnia szkła tak zewnętrzna iak i wewnętrzna okazuje się bydz naelektryzowaną, a nawet przyłożywszy inne wyłożenia wyładowaną bydz może.

651. Powyższe tłumaczenie ładowania i wyładowania, z łatwością wszelkie inne zdarzenia butelki Laydeńskiego objaśnia; iako to; i od Że butelka doskonale odosobniona naładowaną bydz

nie może, z przyczyny, że do powierzchni zewnętrznej, ani $+E$, ani $-E$ nie przybywa. — 2^{re} Ze butelka naładowana i odosobniona, nie może być wyładowaną, jeżeli tylko jednę powierzchnię dotykamy się dobrym przewodnikiem; — Lubo może być wyładowaną, dotykając się na przemian przez pewny przeciąg czasu, iuż to powierzchni wewnętrznej iuż zewnętrznej; — równie iak wyładowaną być może zostając przez pewny przeciąg czasu w powietrzu, a toz przyczyny różnych drobnych cząstek, iak *np.* pary i t. p. w powietrzu zawieszonych.

Wielkość skutku zebranej Elektryczności zależy od wielkości powierzchni dobrym przewodnikiem wyłożonej; — tem zatem jest dzielniejsza butelka, im jest większa. — Nadto powiększyć można tę powierzchnię, łącząc pomiędzy sobą kilka butelek.

652. Butelki Leydeńskie w dwojaki sposób łączone być mogą, to jest, albo tak, iż gdy jedna jest zawieszona na konduktorze maszyny, druga jest zawieszona u pierwszej, trzecia u drugiej, czwarta u trzeciej i tak następnie, a ostatnia za pomocą dobrego przewodnika ma komunikację z ziemią, tym bowiem sposobem połączone, łądnią się wszystkie razem, lecz tak, iż każda z nich w szczególności jest coraz mniej naładowaną; i wyładowane mogą być pojedynczo, ażeby zaś razem mogły być wyładowane, powinny poprzednio ich powierzchnie zewnętrzne pomiędzy sobą być połączone. Ładowanie w ten sposób połączonych butelek nazywa się w szczególności ele-

łtryzowaniem w kształcie kaskady. Drugi sposób połączenia butelek stanowi tak nazwaną *Baterią Elektryczną*, — w której wszystkich butelek do tego użytych oddzielnie powierzchnie pomiędzy sobą, tak zewnętrzne iak i wewnętrzne dobrym przewodnikiem są połączone; — a ładowanie i wyładowanie baterii w podobny sposób się skutecznia, iak i pojedynczey butelki.

653. Iskra w czasie wyładowania butelki lub baterii powstająca, samem tylko natężeniem różni się od iskry, iaką otrzymujemy przybliżając do konduktora dobry przewodnik; — iak bowiem w butelce powstające $+E$ i $-E$ przegradza szkło, tak w drugim razie przegradza powietrze, dla tego iskry wypadające z konduktorów wielkich machin elektrycznych podobne wstrząśnienie sprawują, iak i iskry butelek Laydeńskich. Można nawet użyć warstwy powietrza pewney grubości, tak iak się używa szkła w butelkach Laydeńskich, biorąc tym końcem dwa krążki gładko staniolem okleione, i jeden u konduktora zawieszając, a drugi w pewney odległości pod tymże tak mieścić, ażeby z ziemią miał komunikacyę; po kilkukrotnym machiny obrócić dotykając się razem niższego i wyższego, podobnego doznacimy wzruszenia, iak i przy ładowaniu butelki.

§. 88. *O Kondensatorze.*

654. *Kondensator* czyli Zgęściciel, jest narzędzie służące do odkrycia najmniejszey ilości elektryczności ciał, czyli takiej która wprost za pomocą zwyczajnych Elektroskopów wskazaną byłą

nie może; jest więc gatunkiem naydelikatniejszego Elektrometru; — W składzie swoim co do istoty, podobny jest do zwyczajnój butelki Laydeńskiéy, używają się bowiem w ogólności dwa dobre przewodniki przegrodzone złym przewodnikiem. — Pospolicie jest to krążek metalowy, mający w pośrodku rękoieść szklaną, ten kładzie się na drugim krążku metalowym cienką warstwą l. kieru pokrytym, lub na jakim innym mierzonym przewodniku elektryczności, iak np na marmurze, drzewie suchem, lub też kładzie się na trzech kawałkach szkła, tak ażeby warstwa powietrza była ciałem odosobniającem. W takim bowiem położeniu dobrych przewodników, gdy iakakolwiek ilość elektryczności spływa na talerzyk wierzchni, ilość ta rozkłada plyn naturalny talerzyka niższego, przyciągając elektryczność przeciwnego nazwiska, z którą się nie łączy, lecz tylko jest od teyże zatrzymywaną, z przyczyny pośredniego złego przewodnika, tak iż następnie można nowe ilości temuż krążkowi przydawać; a gdy tym sposobem już do pewnego stopnia te najmnieysze ilości zgęszczone zostaną, podnosząc za pomocą szklanej rękoieści wierzchni talerzyk, elektryczność utrzymywana w pewnym związku od elektryczności talerzyka niższego, okazywać się poczyna, przybliżając bowiem ten talerzyk do elektrometru większe lub mnieysze wskaże natężenie; — (fig. 122) wskazuie takowe narzędzie znane pospolicie pod nazwiskiem kondensatora Volty.

655. Częstoć używa się takowy kondensator w połączeniu z Elektrometrem, iak na (fig. 123),

tym końcem talerzyk wierzchni przyszlubowanym zostaje do Elektrometru, na ten kładzie się talerzyk niższy, od którego dana jest komunikacya z ziemią; ciałem, którego dochodziemy elektryczności dotykamy się kilkakrotnie talerzyka do Elektrometru przymocowanego, poczem zdiąwszy talerzyk wierzchni, elektrometr wskazuje gatunek i stopień natężenia elektryczności zgęszczoney.

656. Do gatunku kondensatorów policzyć można różnych Autorów tak nazwane Duplikatory i Multyplikatory, których ten sam jest zamiar, to jest, odkrycie najmniejszego znaku elektryczności, i ta sama w ogólności zasada w urządzeniu tych narzędzi.

§. 89. *O Elektroforze.*

657. Elektrofor składa się głównie z dwóch części; zazwyczaj z dwóch krążków; — z których spodni jest złym przewodnikiem, to jest, jaką masą żywiczną, lub też szkłem, znajdujący się na dobrym przewodniku; wierzchni zaś krążek jest z dobrego przewodnika, mniejszy od krążka spodniego, i mający u wierzchniej powierzchni rękoieść odosobniającą, a zatem szklaną, lub też ze sznurków iedwabnych.

Massa żywiczna do wylania spodniego talerzyka Elektroforu używana, z różnych części i w różnym stosunku składać się może. — I tak np. składa się z laku i weneckiej terpentyny w stosunku 10: 1, albo z kalafonii, gumilaki, i weneckiej terpentyny w stosunku 6; 4: 1, albo w

równych częściach z czystej żywicy i kalafonii z przydaniem małej ilości terpentyny; — albo z kalafonii, terpentyny, smoły, i wosku, w stosunku 7: 5: 2: 2. i t. p.

658. Przed użyciem, spodni talerzyk Elektroforu jeżeli jest żywiczny, pociera się kocią skórą lub lisim ogonem, jeżeli zaś jest szklany pociera się amalgamatem; lubo może także być naelektryzowanym udzieleniem elektryczności z maszyny elektrycznej, lub też po powierzchni tegoż talerzyka posuwając naładowaną butelkę Laydeńską. — Po naelektryzowaniu talerzyka spodniego, można łatwo wszelkie doświadczenia elektryczne powtarzać, i to przez znaczny przeciąg czasu, tym końcem przykłada się talerzyk drugi, dotyka się palcem lub jakimkolwiek innym dobrym przewodnikiem wierzchni powierzchni, a po dotknięciu się, za pomocą rękojeści odosobniającej podnosi się tenże talerzyk, który w tym stanie zostając, okazuje znaki elektryczności, a w szczególności za przybliżeniem dobrego przewodnika iskra wyskakuje, — takowa iskra otrzymuje się za każdym przyłożeniem do talerzyka spodniego, dotknięciem się, i podniesieniem, tak iż i butelkę Laydeńską tym sposobem naładować można; — iskry te nie tylko się okazują w podniesionym talerzyku, lecz i w ten czas gdy się dotykamy dobrym przewodnikiem talerzyka przyłożonego do krążka spodniego.

659. Zdarzenia Elektroforu łatwo wytłómaczyć się dadzą z zasady rozdziału Elektryczności; przez przybliżenie bowiem talerzyka wierzchnie-

go, do talerzyka spodniego naelektryzowanego, powstaie rozdział elektryczności tegoż talerzyka, tak iż elektryczność przeciwnego nazwiska jest przyciąganą do powierzchni spodniej, a tego samego nazwiska jest odpychaną ku wierzchniej powierzchni. — Gdyby wierzchni talerzyk za pomocą rękojeści odosobniaiącey był podniesiony bez poprzedniego dotknięcia się dobrym przewodnikiem, natenczas nie okazałby żadnych skutków elektryczności, rozdzielona bowiem elektryczność działaniem spodniego nazadby się połączyła, czyli powróciłby stan naturalny elektryczności; — poprzednim zatem dotknięciem się z ściągamy elektryczność odepchniętą, za podniesieniem talerzyka pozostaje tylko ta elektryczność, która była przyciągana od elektryczności talerzyka spodniego a która była nieczynną dopóty, dopóki się znajdowała w okręgu działania elektryczności przeciwnego nazwiska. Lubo więc talerzyk wierzchni ciągle nowéy ilości elektryczności dostarcza, nie jednak właściwie z talerzyka spodniego nie ubywa, tego bowiem elektryczność samym tylko rozdziałem elektryczności naturalnéy działa.

660. Główniejsze pomiędzy innemi zastosowanie użycia Elektroforu postrzegać się daie w narzędziu Gazopiryon nazwanym, za pomocą którego w każdym czasie światło otrzymać możemy; — w tym gaz wodorodny zapala się od iskry elektrycznéy elektroforem dostarczany, główne więc części są: mały Elektrofor, tudzież naczynie w którym się zamknięty gaz wodorodny utrzymuje, — te obiedwie części tak są pomiędzy so-

bą urządzone i połączone, ażeby w tym samym czasie, gdy iskra elektryczna przechodzi, wypływał także i gaz wodorodny, z resztą zapalony gaz wodorodny zapala świecę lub papier.

661. Ciała elektryzują się przez potarcie nie tylko w powietrzu, ale i w czczem mieyscu, o czem przekonać się można, stawiając małą machinę elektryczną, pod dzwouem machiny pneumatycznej; w tedy ta postrzegać się daie różnica, że w mieyscu czczem a tem samem nie będąc złym przewodnikiem otoczone, z największą na wszystkie strony rozchodzi się łatwością; — którey to własności rozchodzenia się elektryczności w powietrzu rozrzedzonym używauo nie tylko do sprawienia różnych ciekawych doświadczeń, ale nawet do oświecenia iakiego mieysca. Tey przyczynie przypisać należy światło iakie się postrzegać daie w rurce barometryczney, gdy merkuryusz przez nachylenie rurki, wznosi się i opada. Rozrzedzone zatem powietrze może być uważane iako dobry przewodnik elektryczności, tak iż rozrzedzonego powietrza można użyć za pokrycie powierzchni wewnętrznej butelki Laydeńskiej, i w rzeczy samey, jeżeli butelka tak iest urządzona że z niey powietrze może być wyciągnięte, natenczas nie potrzebuie iak tylko strona zewnętrzna być wyłożoną dobrym przewodnikiem, a pręt wewnątrz wchodzący nie potrzebuie dotykać się samego dna. (*)

(*) O oświeceniu światłem elektrycznem przez Meinecke, o bacz wiadomość umieszczoną w Dzienniku Wilńskim z R. 1820. T. 2. k. 67.

662. Skutki Elektryczności przez potarcie wydobyty, powyższy po większej części w szczególności wykładane, a tu razem zebrane, są następujące: 1^{od} ruch ciał, który częstokroć sprawia przyciąganie i odpychanie elektryczne. — 2^{re} rozrywanie, rozłupanie. i przedziurawienie ciał, które sprawia iskra, w czasie nagłego układania się Elektryczności do równowagi, ten zaś skutek tym jest widoczniejszy, im ciała są gorszymi przewodnikami; gdy tym czasem ciała ciekłe i lotne od tego samego działania znacznego doznają rozszerzenia. — 3^{cie} Światło, które wydobywaniu i układaniu się elektryczności do równowagi towarzyszy. — 4^{te} Fosforyczność niektórych ciał, przez które wyładowanie jest przeprowadzone, iak *np.* cytryn, iay, i t. p. — 5^{te} Ciepło, i tak cienkie droty metaliczne przez wyładowanie wielkich bateryi, aż do czerwoności rozgrzewają się. — 6^{te} Zapalenie ciał palnych i topienie się metali. — 7^{me} Chemiczny rozkład, *np.* woda działaniem iskry elektryczney rozkłada się na wodorod i kwasorod. — 8^{me} Chemiczny skład *up.* droty metalowe niedokwaszą się. — 9^{te} Magnetyzowanie, przeprowadzając bowiem elektryczność przez droty żelazne, te magnetycznymi bydz się okazują. Nareszcie Elektryczność w wieloraki sposób działa na istoty tak roślinne iak i zwierzęce. Doświadczenia czynione okazały że rośliny elektryzowane prędzę i lepiej rosty, aniżeli rośliny w takich samych okolicznościach zostające nienaelektryzowane. — Równie iak z iedney strony elektryczność w znaczney ilości i nagle przechodzą-

ca zabija, tak z drugiey strony z umiarkowaniem stopniowaniem użyta, w wielu słabościach i chorobach skuteczną być się okazała. (*)

Że elektryczność ułatwia cyrkulacyą sokow w roślinach, i tym podobnych płynów w zwierzętach, zwykło się następującym objaśnić doświadczeniem. Zawieszając na konduktorze maszyny iakie naczynie blaszane, z tak małemi w dnie otworami, że przez te woda z trudnością przesiąka, za każdym obrotem maszyny, a tem samem za każdym naelektryzowaniem tego naczynia, woda z łatwością otworami płynie.

§. 90. *O Elektryczności przez zetknięcie się ciał wydobytey.*

663. Zetknięcie się dwóch różnorodnych ciał w ogólności, a szczególniéy metali, jest początkiem szczególnego gatunku zdarzeń galwanicznemi nazywanych, od Doktora Galvani, który w roku 1791 najpierwey takowe zdarzenia postrzegł. I tak położywszy np. blaszkę cynową na języku, a srebrną pod językiem, w chwili gdy te dwie blaszki w drugim końcu zetknięte zostaną, doświadczamy szczególnego smaku, który się nie dał czuć przed zetknięciem; — w miejsce blaszek można także i tżytek różnych metali użyć. — Podobnież jeżeli takową blaszkę lub drot z iednego metalu przyłożemy do dziąsła wierzchniego z prawey

(*) O Elektryczności jako środka lekarskim przez Dra Malcza, znajduje się opis w Pamiętniku Warszawskim z Roku 1822 T. 1. k. 68

strony, a inną z lewéj strony, w czasie zetknięcia się iskry postrzegamy. Nie muięć wino lub piwo piąc naczyniem metalowem innego smaku byđź się zdaie, aniżeli gdy piemy naczyniem szklanem.

664. Lecz to działanie okazujące się w czasie zetknięcia się dwóch różnorodnych przewodników, szczególniej iest widoczne wpływem swoim na czułość włókien zwierzęcych, w których wielorakiego ruchu iest przyczyną. I właśnie takowy ruch postrzeżony na zabitey od niejakiego czasu żaby, był początkiem tey tak ważnéj części właściwey Fizyki.

Wziąwszy bowiem żabę ze skóry obdartą, gdy się dotykamy pojedynczo nerwu lub muszkułu jakim metalem, nie postrzegamy żadnéj odmiany, lecz gdy się dotkniemy iednym metalem nerwu, a drugim muszkułu, i te dwa metale z sobą ztykamy, postrzegamy poruszenia wszystkich części, iak gdyby żywéy żaby. — A w szczególności wzruszenia te dostrzegają się, gdy się nerwu i muszkułu dwoma różnemi metalami dotykamy; — lub gdy się dotykamy samego tylko nerwu dwoma różnemi metalami; — lub podobnież dotykając się samego tylko muszkułu; — lub nareszcie w niektórych razach dotykając się iednym tylko metalem, lecz w którym zachodzi iaka nierówność *np.* temperatury. Tych i tym podobnych zdarzeń przyczyną iest elektryczność w czasie zetknięcia się ciał różnorodnych powstająca.

665. Że w rzeczy saméy w czasie zetknięcia się dwóch różnorodnych przewodników wydobywa się

elektryczność, tak iż jedno z tych jest w stanie elektryczności $+E$, a drugie w stanie elektryczności $-E$, o tem przekonać się można w następujący sposób: biorą się dwa krążki zazwyczaj miedziane i cynkowe, mające rękojeści odosobniające, te krążki za pomocą odosobniających rękojeści zbliżone zostają aż do zetknięcia się, a po rozłączeniu, jednym dotykamy się kondensatora na Elektrometrze umocowanego, a drugim jakiegokolwiek dobrego przewodnika dla powrócenia równowagi, poczem znowu ztykają się nawzajem i pierwszym dotykamy się kondensatora; — po powtórzeniu kilkakrotnem takowego działania, za zdjęciem talerzyka wierzchniego z kondensatora, Elektrometr wskazuje Elektryczność $+E$ lub $-E$, podług tego jak krążkiem miedzianym lub cynkowym dotykano się kondensatora. — To doświadczenie uskuteczna się i w ten sposób: biorąc krążek w połowie miedziany, a w połowie cynkowy, gdy cynk trzymany w ręku, a miedzią dotykamy się kondensatora, elektrometr wskazuje stan elektryczny; — gdy zaś miedź w ręku trzymając cynkiem się dotykamy, elektryczność dostrzegać się nie daie, chyba gdy pomiędzy kondensatorem a cynkiem znajdzie się kawałek papieru mokrego. W pierwszym bowiem razie kondensator może być uważany jako przedłużenie tylko połowy krążka miedzianego, zostającego w ciągłym zetknięciu się z cynkiem, przez co tem samem ciągle wydobywa się elektryczność; — w drugim zaś razie, wydobyta w cynku elektryczność nie spływa do konduktora, lecz zostaje zniszczoną elektryczno-

ścią przeciwnego nazwiska tegoż samego kondensatora. Tak dalece zaś pośredni przewodnik wilgotny zmienia tę równowagę, dalszy wykład objaśni.

666. Nie wszystkie dobre przewodniki przez zetknięcie się wskazują równy mocystan elektryczności, i pod tym względem uważane rozróżniają się, najprzód przewodniki stałe od ciekłych, lub wilgotnych; w ogólności bowiem gdy się dwa ciała stałe z sobą stykają elektryczność powstająca daleko jest widoczniejsza, aniżeli gdy się dwa ciała ciekłe, lub stałe z ciekłym stykają, i dla tego stałe mogą być uważane za właściwe wzbudziaciele, a ciekłe za przewodzące wzbudzoną elektryczność. — Połączenie dwóch wzbudzieli z jednym właściwym przewodnikiem stanowi, tak nazwany pojedynczy łańcuch galwaniczny, lub ogniwo galwaniczne.

Nie we wszystkich także wzbudzieliach przez zetknięcie, równy stopień wydobywa się elektryczności. I tak pomiędzy metalami największy skutek sprawią srebro z cynkiem, potem miedź z cynkiem, przeciwnie bardzo mały srebro z złotem i t. p. — I ta jest przyczyna, dla czego we wszystkich tego gatunku doświadczeniach, najpowszechniej używa się miedź z cynkiem.

Doświadczenia czynione oznaczyły następujący porządek główniejszych przewodników stałych: cynk, ołów, cyna, żelazo, antymon, arsenik, kobalt, wismut, miedź, platyna, złoto, merkuryusz, srebro, węgiel, grafit. Z których każde z którymkolwiek innym, wzbudza elektryczność w ten

sposob, iż zawsze poprzednie okazuje $+E$, a następne $-E$, i tak antymon w zetknięciu z cynkiem okaże $-E$, a w zetknięciu z srebrem $+E$. Z resztą natężenie Elektryczności tem jest większe, im ciała stykające się w tym porządku w większem są pomiędzy sobą oddaleniu. — Połączenie części ogniwa dobrym przewodnikiem nazywa się zamknięciem tegoż ogniwa; w czasie którego zachodzi ciągłe wzbudzenie elektryczności przez zetknięcie, i ciągłe wzbudzoney elektryczności układanie się do równowagi.

§. 91. *O stosie Volty.*

667. Połączenie pojedynczych ogniw galwanicznych stanowi Apparat, stosem Volty, stosem galwanicznym lub Elektromotorem nazywany. Pospolicie składa się z kilkunastu krążków miedzianych, cynkowych, i sukiennych w wodzie słonej lub kwasnej namoczonych, które w następującym układają się porządku: krążek miedziany, cynkowy, sukienny, miedziany, cynkowy, i t. n, lub też cynkowy, miedziany, sukienny, cynkowy, miedziany, sukienny, cynkowy, miedziany i t. n, Końce tak ułożonego stosu biegunami nazywają się, z których jeden biegunem miedzi, lub biegunem $-E$, a drugi biegunem cynku lub biegunem $+E$. Do biegunów przyłączone są droty, dla łatwiejszego nadania komunikacyi tym biegunom, co zamknięcie stosu stanowi. W takowem układaniu krążków szczególniey unikać potrzeba, ażeby krążki stykające się nie łączyły inny jaki przewodnik.

668. Ani położenie, ani kształt użytych tablic

czek nie stanowi istoty rzeczy, dla tego i stos Volty w wieloraki sposób może być urządzony, i tak aparat ten może być: 1^{od} w kształcie kolumny tak pionowéy iak i pozioméy, iakim jest poprzednio wskazany, w których dla prędzszego składania zwykły częstokroć byǳ połączone krążki miedziane z cynkowemi. 2^{re} Aparat złobkowy, który się otrzymuje, biorąc równoległoscian obdłużny wydrążony z wierzchu odkryty, mający boki wewnętrzne złym przewodnikiem pokryte, w takowy równoległoscian równoodległe do ścian mniejszych, stawiaią się w małych pomiędzy sobą odległościach podwoyne tabliczki, złożone z miedzianych i cynkowych, przez co wewnętrzna przestrzeń podzieloną zostaje na drobniejsze komórki, które gdy wypełnione będą wodą tym końcem iaką solą lub kwasem zaprawną, tem samym cały aparat w czynności byǳ się okaże. — 3^{cie} Aparat kubkowy, który się składa z pewnéy liczby kubków cieczą wypełnionych, i odpowiedney liczby blaszek w połowie miedzianych a w połowie cynkowych w łuk zagiętych, z których każda tak się w te kubki wkłada, że iednym końcem zanurza się w iednym, a drugim w drugim kubku w ten sposób, ażeby w każdym w szczególności znajdował się koniec blaszki miedzianéy i cynkowéy. — 4^{te} Może tych dwóch ostatnich kształt razem byǳ połączony, to iest, może byǳ powyższy równoległoscian na drobne komórki podzielony albo cały porcelanowy, albo też drewniany wewnątrz żywiczną massą lub szkłem pokryty, te komórki wypełniaią się płynem, i w tychże za-

nurzają się tabliczki cynkowe i miedziane, tak pomiędzy sobą połączone iak w kubkowym aparacie. Do naywiększych tego gatunku aparatów należy Londyński z 2,000 ogniów składający się. Wspomnieć tu nareszcie można o kształcie ogniwa galwanicznego Wollastona, w którym powierzchnia tabliczki miedzianey jest dwa razy większa od powierzchni tabliczki cynkowey, a w takim cynkowa znajduje się pomiędzy dwiema miedzianymi nie dotykając się tychże tabliczek. (*)

669. Wielkość skutku stosu Volty zawisła 1^{od} we wszystkich działaniach od liczby par czyli ogniów. 2^{re} W niektórych działaniach od wielkości powierzchni kaźdey pojedynczey pary. — 3^{cie} Od cieczy za przewodnika użytęy, czysta bowiem woda naygorszym jest przewodnikiem wzbudzoney elektryczności, staie się zaś daleko lepszym przewodnikiem przez przydanie soli zwyczajney, kwasu saletrzanego, i t. p.

670. Do głównieyszch skutkow stosu Volty policzyć można: 1^{od} elektryczne przyciągania i odpychania, 2^{re} Ładowanie butelki Laydeńskięy, 3^{cie} Wydobyćie światła i ciepła, 4^{te} Rozkład wody i inne chemiczne działania, 5^{te} Przeprowadzenie iednych ciał przez drugie, bez ich pomieszania, 6^{ste} elektryczne uderzenie, 7^{me} inne działania na rô-

(*) Wykład iasny: O różney budowie łańcuchów Wolty i krążeniu w nich Elektrycznosć, przez Prof. Skrodzkiego, znajduje się w Rocznikach Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego T. 15, tudzież w Pamiętniku Warszawskim z Roku 1822 T. 1. k. 302. i T. 2. k. 92, 220, 343 i 431.

żne zmysły, Sme trętwienie czyli zściąganie muskułów.

671. Co do przyciągań i odpychań. Droty cienkie do biegunów przymocowane, zbliżając pomiędzy sobą, gdy się w pewney zuaydują odległości, przyciągają się nawzajem, i w połączeniu pozostają. Zawieszane zaś listki metaliczne u tego samego drota biegunowego rozchodzą się. Chcąc zaś widzieć działanie stosu na Elektrometr, iednemu biegunowi daie się komunikacya z ziemią, a drugiemu z Elektrometrem, lub też poprzednio z kondensatorem; rozchodzenie się istot elektrometrycznych tem jest znaczniejszy, im liczba par jest większa; — powyżey zaś wskazanym sposobem przekonać się można, że biegun miedziany jest ujemny, a cynkowy dodatny. — Gdy stos jest odosobniony, oznaki elektryczności są bardzo małe, gdy zaś jest nieodosobniony, nateczas biegun mający komunikacyą z ziemią okazuje oE , i gdy tym był miedziany, elektryczność cynku w każdej parze coraz się bardziej powiększa, a przeciwnie gdy jest cynkowy, powiększa się elektryczność, postępując w górę, krążków miedzianych.

672. Przewodników łączących bieguny stosu różne okazują się działania, i tu właśnie zasługuje na uwagę odkrycie Ermana, który pod tym względem dzieli ciała w następujący sposób, to jest: na doskonałe i niedoskonałe przewodniki, niedoskonałe na dwóchbiegunowe i iednobiegunowe, nareszcie iednobiegunowe na dodatnie i ujemne. — Doskonałemi przewodnikami są ta-

kie ciała, któremi gdy bieguny stosu są połączone, tem samem wszelkie tychże działanie ustaie; i takimi są metale, tudzież kwasy. — Niedoskonałemi zaś przewodnikami są takie ciała, któremi gdy bieguny stosu są połączone, działanie tych biegunów jest w prawdzie osłabione, lecz nie zupełnie zniszczone. — I jeżeli ten sam skutek sprawią tak względem jednego iak i drugiego bieguna nazywają się dwóchbiegunowemi, do takich należy woda. — Jednobiegunowemi zaś są takie ciała, które jeden biegun odosobniają, a bieguna drugiego skutki przeprowadzają, tak iż za pomocą takowych ciał, na jednym tylko biegunie skutków stosu doświadczać można, od którego i nazwisko swoje biorą, i tak płomień spirytusu należy do jednobiegunowych dodatnich, a suche mydło do jednobiegunowych ujemnych.

673. Ładowanie butelki za pomocą stosu uskutecznia się dając komunikacją jednej stronie z biegunem dodatnim, a drugiej z biegunem ujemnym. Podobnież jeżeli drót żelazny z jedynym biegunem połączony przybliżany do drugiego bieguna, postrzegać się dają małe iskierki, które nawet niektóre ciała zapalić są w stanie iak np. fosfor, siarkę, złoto malarskie. Najpiękniejsze światło sprawia węgiel, który nawet pod wodą rozrzużonym byź nie przestaie. Metale tym sposobem rozrzużone topią się, i niedokwaszą, a w cieczy zanurzone, te ogrzewają aż do zawrzenia. Rozrzużenie metalow łączących bieguny stosu powiększa się w rozrzedzonym powietrzu, w zgęszczonym zaś zmniejsza się.

674. Stos Volty naydzielnieyszym działaczem, okazał się bydź w wszelkich operacyach chemicznych, za pomocą którego nie tylko te ciała potrafiąno rozłożyć, które i innymi sposobami były rozłożone, ale nawet i takie które dawniey zupełnie miano za ciała nie mogące bydź rozłożone, iakimi są istoty alkaliczne i ziemne, tak iż aparat ten równie w fizycznych, iak i chemicznych działaniach stał się nayważnieyszym, i jednym z naypotrzebnieyszych. — Wszelkie zaś ciała za pomocą stosu rozkładają się, gdy się znajdują pomiędzy przewodnikami łączącemi bieguny. — I w tym rozkładzie iedne pierwiastki zbierają się stale przy biegunie dodatnim, a drugie przy biegunie ujemnym, nad czym obszerniey Chemia się zastanawia. — Iak dalece zaś to przyciąganie elektryczne iest dzielne, i z tego się przekonać można, że pierwiastki oddzielone dążąc do odpowiedniego bieguna, chociaż przechodzą przez ciała naywiększe powinowactwo z temi pierwiastkami mające, nie łączą się iednak z nimi, co właśnie także do zadziwiających skutków stosu policzyć można. — I tak *np.* wiemy, że kwasy chciwie się łączą z istotami alkalicznemi formując sole, z tem wszystkiem wzięwszy trzy kubki, nalawszy w pierwszy rozczyntu soli *np.* siarczanu potażu, w drugi ammonia-ku, a w trzeci czystey wody, gdy te trzy kubki połączemy pomiędzy sobą za pomocą wilgotney bawelny, i gdy następnie do pierwszego kubka włożemy drot od bieguna dodatniego idący, a do trzeciego od bieguna ujemnego, sol w pierwszym kubku znajduiąca się rozkłada się tak, że zasada,

to jest potaż, jest przyciągany od bieguna dodatniego, a kwas siarczany od bieguna ujemnego, przechodząc zatem przez drugi kubek zbiera się w trzecim, nie łącząc się z ammoniakiem w pośrednim kubku znajdującym się.

675. Dotykając się mokremi rękami końców stosu doznaiemy wstrząśnienia, które czuć się także i w ten czas daie, gdy kilka osob trzymając się za ręce, pierwsza dotyka się iednego, a ostatnia drugiego końca stosu. Trzymając iedną ręką za drot od iednego bieguna idący a drugiego bieguna dotykając się końcem języka, pewny smak czuć się daie; — podobnież postrzegać się daie światło, gdy za ieden koniec trzymając ręką, od drugiego końca idącym drotem dotykamy się twarzy wilgotney.

676. Przytoczone skutki stosu rozróżnić można, na skutki tylko elektryczne, iakiemi są, przyciąganie i odpychanie, tudzież działanie na elektrometr; na skutki elektryczno - mechaniczne, iakiemi są, palenie ciał osobliwie metali, nareszcie na skutki elektryczno-chemiczne. Pierwszych wielkość zawisła tylko od liczby par, drugich nie tylko od liczby par, lecz i od ich wielkości, i jest w stosunku prostym powierzchni, tak iż od tey samey liczby par lecz dwa razy większey powierzchni, drot dwa razy więcey się także rozpała; — trzecich nareszcie wielkość zawisła od wielkości par, lubo zawisła także i od liczby par, lecz pod tym względem jest w stosunku sześcianu, to jest chcąc otrzymać dwa razy większy skutek, ośm razy większa liczba par jest potrzebną; —

z resztą w tym razie ma także wpływ ciecz użyta, i tak najmniejsze jest stosu działanie gdy jest woda, większe gdy są kwasy, a największe gdy są kwasy i sole użyte.

§. 92. *O stosach suchych, i powtornych.*

677. Dotąd uważane stosy składały się z dwóch ciał stałych iako wzbudzieli, i jednego ciekłego iako przewodnika. Mogą jednak stosy być złożone z dwóch ciekłych i jednego stałego przewodnika, nareszcie z trzech stałych przewodników, i te ostatnie nazywają się suchymi stosami, lub też właściwie elektrycznymi, z przyczyny że takowe wskazując stan elektryczności, ich chemiczne działania wcale są nieznacze. Do składu takowego stosu pospolicie wchodzi dwa różnorodne dobre przewodniki, iakimi są *np.* dwa metale, za wzbudziciele uważane, i jeden suchy mierny lub zły przewodnik, który tym jest lepszy, im jego warstwa jest cieńsza; — Robi się zatem z krążków papieru złotego i srebrnego, lub też z blaszek miedzianych i srebrnego papieru; — lub z srebrnego papieru, którego druga powierzchnia jest manganesem pokryta. — W których papier jest miernym przewodnikiem a dwa metale wzbudzicielami. — Z resztą w wieloraki inny sposób takowe stosy złożone być mogą; i tak składane są z tafelek szklanych z obudwóch stron cynkiem, i miedzią wyłożonych, lub też z krzemionki, podobnież z obudwóch stron dwiema różnymi metalami wyłożony i t. p.

678. Skutki stosow suchych, są następujące:

rod Obadwa bieguny stosu odosobnionego, okazują skutki elektryczności przeciwny równy mocy; gdy zaś jeden biegun jest z ziemią połączony, natężenie drugiego okazuje się być dwa razy większe. 2re Natężenie elektryczności jest w stosunku par me zaś wielkości, która ma wpływ nie tak na natężenie iako raczy na prędkość ładowania. — 3cie Suchy stos potrzebuje w ogólności znacznego przeciągu czasu, ażeby mógł butelkę w związku zostającą naładować. 4te Działanie ich chemiczne jest bardzo małe, lub wcale żadne, co właśnie jest skutkiem powolnego tychże ładowania. A jeżeli takowym stosem rozbiór wody może być uskuteczniiony, to po największą częśći przypisać należy, wilgoci przyciąganej z powietrza papierem znajdującym się w takich stosach.

679. Do najgłówniejszego zastosowania stosu suchego policzyć można tak nazwane elektryczne perpetuum mobile Zamboniego, który za pierwszego Autora tego gatunku stosow uważany być może. Aparat ten składa się iak na (fig. 124) z dwóch stosow suchych obok siebie ustawionych u dołu dobrym przewodnikiem połączonych, tak iż obadwa końce wyższe są biegunami przeciwnego nazwiska; pomiędzy temi końcami wyższemi umieszczone jest ciało letkie, dobrym przewodnikiem będące, odosobnione; będąc przyciągane ciągle naprzemian tak od jednego iak i od drugiego bieguna, zostaje tem samym w nieustającym ruchu wahania, który podług czynionych doświadczeń bez przerwy przez kilką lat trwać może.

680. Podobnież tych stosów Behrens użył na zrobienie bardzo czułego Elektrometru, umieszczona bowiem pomiędzy biegunami przeciwnego nazwiska w pewney odległości blaszka złota malarzkiego na druciku zostaje w spoczynku, lecz jak tylko i najmniejsza ilość elektryczności teyże blaszce udzieloną zostanie, natychmiast jest przyciąganą od bieguna przeciwney elektryczności. (*)

681. Nareszcie o jednym ieszcze gattunku stosów wspomnieć wypada, to jest: o gattunku stosów powtórnych Rittera, które się składają z samych blaszek miedzianych przegradzanych papierem wilgotnym. Stos taki sam przez się nie wywiera żadnego działania; lecz gdy jeden jego koniec jest złączony z biegunem dodatnim, a drugi z biegunem ujemnym stosu Volty, za pomocą dobrego przewodnika, następnie gdy takowa komninkacya zerwana zostanie, ten stos okazuje się być naładowanym, tak iż jeden koniec jest w stanie elektryczności $+E$, a drugi $-E$, i w tym stanie będąc działa na elektrometr, rozkłada wodę, sprawia wstrząśnienie. Gdy zaś obadwa końce połączone zostaną dobrym przewodnikiem, następuje wyładowanie stosu, lecz nie nagłe, ale po kilkakrotnem dopiero dotknięciu się tychże biegunów. — Zasadą powtórnych stosów jest, to uczynione postrzeżenie, że gdy stos zamknięty zo-

(*) W przedmiocie Kolumny suchej obacz Pamiętnika Warszawskiego T. 3. k. 412 i 471. T. 4. k. 124. T. 5. k. 56 T. 11. k. 260.

stanie przewodnikiem miernym dwóchbiegunowym, natenczas, tegoż przewodnika jeden koniec okazuje $+E$, a drugi $-E$, i gdy go za pomocą rurki szklaney odeymiemy od stosu, natenczas różnowaga elektryczna nie powraca od razu, lecz przez pewny przeciąg czasu, coraz w słabszym stopniu $+E$ i $-E$ okazuje.

§: 93. *Teorya Stosu Volty.*

682. Różne sposoby są podawane do wytlómaczenia działania stosów, naysposzeczniej jednak używany jest ten, który od samego Volty pochodzi. W dwóch równy wielkości blaszkach zawzbudzieli uważanych, przez zetknięcie się powstaie w obudwóch elektryczność równego natężenia, gdyż i siła działająca w obudwóch jest tasma. Jakiekolwiek zaś będzie wzbudzoney elektryczności natężenie, zawsze ją będzie można wyrazić przez $+1$ i -1 , wszelka bowiem wielkość za jedność uważaną bydz może. Różnica zatem zachodząca pomiędzy wzbudzonemi elektrycznościami jest $=2$. Co i w ten sposób wyrazić można: gdy blaszka miedziana zetknie się z blaszką cynkową, tak wzajemnie na siebie działają, że różnica elektryczności tych blaszek jest $=2$, nie wchodząc iakakolwiek teyże elektryczności jest przyczyna. Jeżeli zaś tę różnicę weźniemy za jedność, tem samem elektryczność blaszki cynkowej jest $=+\frac{1}{2}$ a blaszki miedzianey jest $=-\frac{1}{2}$.

683. Dla krótszego rzeczy wyrażenia oznaczymy blaszkę miedzianą przez m , cynkową przez c , a mokry przewodnik przez p . Uważać możemy po-

trójny przypadek, albo biegun miedziany zostanie w związku z ziemią a cynkowy odosobiony, albo biegun cynkowy ma komunikację z ziemią, a miedziany jest odosobniony, — albo nareszcie cały stos jest odosobniony.

W pierwszym przypadku, gdy blaszka miedziana ma komunikację z ziemią, tem samym zamiast $-\frac{1}{2}$, działaniem ziemi przechodzi w stan elektryczności oE , ażeby zaś różnica wzbudzonej elektryczności, to jest 1 pozostała, blaszki cynkowej natężenie elektryczności jest $=+1$. W pierwszej zatem parze, przez m^1c^1 oznaczony, stan elektryczności będzie oE i $+1$. — Położywszy na tej parze mokry przewodnik czyli p , a następnie blaszkę miedzianą czyli m^2 , gdy p tylko przeprowadza elektryczność, tem samym m^2 otrzyma $+1$, która to ilość pochodzi z ziemi, ile bowiem blaszka c^1 udziela p , a następnie i m^2 , tyle otrzymuje od blaszki m^1 a ta z ziemi; stan więc elektryczny w blaszce $m^1=o$, w $c^1=+1$, i podobnie w blaszce $m^2=+1$. — Gdy następnie na blaszkę m^2 przyłożymy blaszkę c^2 w tej także parze różnica musi być $=1$; gdy zaś w blaszce m^2 już jest $+1$, tem samym w c^2 będzie $+2$, który to nadmiar otrzymuje z ziemi przez poprzednie blaszki, nie zmieniając tychże stanu elektryczności. Tych więc czterech blaszek przegrodzonych przewodnikiem stan elektryczności jest następujący: $o, +1, +1, +2$. Z tego zaś łatwo wypływa, że gdy przydamy jeszcze wilgotny przewodnik i trzecią blaszkę miedzianą, czyli m^3 , w tej elektryczność taka sama będzie i w blaszce c^2 , a zatem jest $=+2$, że zaś różni-

ca elektryczności tych dwóch blaszek m^3 i c^3 jest $=1$, więc tem samem elektryczność blaszki c^3 jest $=+3$, i t. n. Takowego więc stosu z trzech par złożonego stan elektryczności jest następujący: $c^3 + 3, m^3 + 2, p, c^2 + 2, m^2 + 1, p, c' + 1, m'o$.

684. W drugim zaś przypadku, gdy nie miedziany lecz cynkowy jest w komunikacji z ziemią, ten sam zachodzi stosunek stanu elektryczności, tylko z odmiennemi znakami, i oznacza się w sposób następujący: $m^3 - 3, c^3 - 2, p, m^2 - 2, c^2 - 1, p, m' - 1, c'o$. Zamiast bowiem tego co pierwsza blaszka c' miełaby powinna $+\frac{1}{2}$ dla związku z ziemią, iey stan elektryczności jest $=0$, a tem samem blaszka m' nie $-\frac{1}{2}$, lecz -1 mieć musi, ażeby różnica elektryczności była $=1$. Następnie za pomocą przewodnika p , blaszka c^2 będzie także mieć -1 , a blaszka m^2 musi mieć -2 i t. n.

685. W trzecim przypadku, to jest, gdy cały stos jest odosobniony, dla tem łatwiejszego oznaczenia stanu elektryczności każdej pary i każdej blaszki, przypuśemy dwa stosy poprzednie z równej liczby par złożone obok siebie stojące na nieprzewodnikach, za pomocą drótu związek z ziemią mające, obudwóch dolne końce są w stanie elektryczności oE , w wierzchnich zaś w jednym to jest, ku biegunowi cynkowemu wzrasta $+E$, a w drugim czyli ku biegunowi miedzianemu wzrasta $-E$; gdy następnie obudwóch stosów dolne końce za pomocą wilgotnego przewodnika połączone zostaną, przez to nie zmieni się stan Elektryczności tych końców, oE jednego nie zmieni oE drugiego. Odiąwszy potem razem fańcuszki,

tym końcom stosow związek z ziemią dające, tem samem odosobniają się obadwa śtosi, i formują ieden tylko stos, w którego środku jest oE , od tego zaś w iedną stronę wzrasta $+E$ a w drugą $-E$, tak iż takowego z sześciu par złożonego stosu, elektryczność w następujący jest rozłożona sposob: $c^0 + 3, m^0 + 2, p, c^5 + 2, m^5 + 1, p, c^4 + 1, m^4 o. p, c^3 o, m^3 - 1, p, c^2 - 1, m^2 - 2, p, c - 2, m - 3.$

Takowy rozkład elektryczności nie tylko powstaje w połączonych dwóch odosobnionych stosach, lecz i w każdej pojedynczey podobnie odosobnionej. — Jeżeli bowiem, zetkniemy tylko, między sobą krążki m' i c' , natenczas iak wiemy elektryczność krążka m' jest $-\frac{1}{2}$, a krążka c' jest $+\frac{1}{2}$, różnica zaś pomiędzy elektrycznościami tych dwóch krążków jest $=1$. Położywszy na tej parze przewodnik p , i drugą parę $m^2 c^2$, w tej drugiey parze, gdyby nie było przewodnika p , elektryczność krążka m^2 byłaby $-\frac{1}{2}$ a krążka c^2 $+\frac{1}{2}$, lecz gdy krążek c' jest za pomocą przewodnika p połączony z krążkiem m^2 , tem samem $+\frac{1}{2}$ i $-\frac{1}{2}$ nawzajem się łączą, i ich stan elektryczności jest $=0$, przez co w pierwszej parze krążek m' , dla zachowania tej saméy różnicy będzie mieć -1 , a krążek c^2 w drugiey parze $+1$, czyli rozkład elektryczności w tych dwóch parach jest: $m' - 1, c^2 o, p, m^3 o, c^2 + 1$, w podobny sposob wzrasta elektryczność gdy się więcej par przybiera.

686. Dotąd uważaliśmy w stosie odosobnionych liczbę par parzystą, z tem wszystkim w podobny sposob oznaczyć można rozkład elektryczności, gdy liczba par jest nieparzysta; niech będzie np .

stos złożony z trzech par, jeżeli na środkową parę, to jest c^2 i m^2 , które stan elektryczności jest $+\frac{1}{2}$ i $-\frac{1}{2}$, położemy z dwóch stron po jednej parze w podobnymże stanie elektryczności zostające, a z tą środkową za pomocą przewodnika p połączone, ażeby różnica we wszystkich trzech parach była $=1$, musi w następujący sposób elektryczność być rozłożona: $m' - \frac{3}{2}, c' - \frac{1}{2}, p, m^2 - \frac{1}{2}, c^2 + \frac{1}{2}, m^3 + \frac{1}{2}, c^3 + \frac{3}{2}$, tak iż w każdym razie summa elektryczności całego stosu odosobnionego jest $=0$.

687. Wskazany rozkład elektryczności, w tych różnych położeniach stosu, przypuszcza, że ciała łączące pary są doskonałemi przewodnikami, tudzież że przez zetknięcie się z różnorodnemi ciałami wcale żadney nie wzbudzają elektryczności, gdy zaś pod tym względem różney są natury, ztąd wieloraka zmiana w rozkładzie, iako też i różna prędkość naładowania powstaje. Wyłożona teoria stosu wskazuje, że im większa jest liczba par, tem też i natężenie elektryczności jest większe, co doświadczenie potwierdza; przy tem samym zaś natężeniu, tem będzie większa ilość elektryczności, im powierzchnie blaszek są większe; ztąd wytłomaczyć można że te skutki stosu, które od natężenia elektryczności zawisły wzrastają z powiększającą się liczbą par, te zaś które więcej od ilości iak od natężenia zawisły, wzrastają z powiększającą się powierzchnią ciał elektryczność wzbudzających. — Różnicę zaś natężenia od ilości można sobie w następujący sposób objaśnić. — W dwóch różney wielkości kulach wydrążonych, gdy powietrze równy gęstości jest zamknięte,

w obudwóch z jednakową mocą na boki kuli ciśnienie, w obudwóch zatem natężenie działania jest równe, lecz ilość jest nie równa, w większej bowiem kuli więcej się powietrza znajdzie, aniżeli w mniejszej, — podobnie i elektryczności może być równe natężenie, gdy otacza powierzchnie dwóch kul różney wielkości, lubo w tym razie ilość elektryczności nie będzie równa.

§. 95. *O Elektryczności otrzymaney zmianą temperatury, stanu ciał, lub ciśnienia.*

688. Nie tylko tarciem i zetknięciem, ale i podwyższeniem temperatury elektryzują się niektóre ciała. Pomiedzy któremi w tym względzie najznaczniejszy jest minerał, znany pod nazwiskiem Turmalinu, otrzymywany zazwyczaj w kształcie obdłużnego dziewięcio-bocznego graniastosłupa. W turmalinie to jest szczególne, że tak przez prędkie ogrzanie, iak i przez prędkie oziębienie elektryzując się, w dwóch końcach okazuje elektryczności przeciwnego nazwiska, które biegunami turmalinu są nazwane, z tą odmianą że koniec przez ogrzanie okazujący $+E$, przez oziębienie okaże $-E$, i odwrotnie. — Gdy zaś turmalin elektryzuje się przez potarcie, natenczas w całej swojej długości ten sam gatunek elektryczności okaże. — Najłatwiej ogrzewanie turmalinu uskutecznia się zanurzając go w wodzie wrzącej, z resztą nie tylko w całości, lecz i na drobniejsze podzielony części, ten sam okazuje skutek, tak iż każda w szczególności cząstka wiednym końcu jest $+E$, a w drugim $-E$, i z tego

względu słusznie turmalin może być uważany iakoby był polypem królestwa mineralnego. — Podobny skutek okazują i niektóre inne minerały iak np. brezylijski topas, boracit, krystalizowany galman i t. p. (*)

689. Do odkrycia biegunów, i gatunku elektryczności w minerałach tym sposobem naelektryzowanych, służy apparacik przez Hayego podany, którego skład jest następujący: (fig. 125) drucik srebrny lub mosiężny z obudwóch stron małemi kulkami zakończony, tak urządzony, ażeby osadzony na sztyfcie mógł się wolno dookoła obracać, osada zaś z tym ostrzem kładzie się na podstawie odosobniający np. na szkłe lub żywicy. Chcąc takowego aparatu użyć, iedną ręką dotyka się osady, a drugą w pewney odległości przybliża się potarty lak, i po kilku sekundach nayprzod odeymie się ręka od osady, a następnie oddala się i lak, tym sposobem ten drucik, a nawet i cały apparacik jest w stanie elektryczności $+E$, przybliżając zatem ogrzany turmalin, lub iaki inny minerał do iedney gałeczki osadzonego na ostrzu drucika, podług tego iak ten drucik przyciąganym lub odpychanym będzie, tem samem wskazuje $-E$ lub $+E$. Zdarzenia turmalinu wskazują wielkie tegoż podobieństwo z suchym stosem, tak iż zdaie się być złożony, z cienkich warstewek czyli blaszek w kierunku osi, które swoim zetknięciem się kształcą ogniwa galwaniczne.

(*) O w plywie ciepla na elektryzowanie się metalów przez dotknięcie, wiadomość umieszczona w Pamiętniku Warszawskim z R. 1823 T. 5. k. 323.

690. Podobnież Haüy odkrył, że niektóre minerały nie tylko ogrzaniem, ale samem nawet w palcach ściśnięciem elektryzują się, iak np. spat islandzki (*). Niemniej doświadczenia przekonywają, że tak w czasie różnych działań chemicznych, jako też i w czasie przemiany stanu ciał, wydobywa się elektryczność, i tak np. roztopiwszy siarkę w jakim naczyniu, po ostudzeniu, siarka okazuje — E , a naczynie + E .

§. 95. *O Elektryczności zwierzęcej i atmosferycznej.*

691. Są niektóre zwierzęta, a szczególniej tak nazwane elektryczne ryby, które w innych zwierzętach sprawiają wstrząśnienia, podobne do wstrząsień stosu Volty, którey to własności używają, iuż na obronę, już też na pokonanie nieprzyjaciela, i nabycie żywności. Takowe wstrząśnienia udzielają się tylko za pomocą dobrych przewodników, sprawiają się zaś oddzielnemi tym zwierzętom właściwemi kumorkowatemi organami ciała, które z resztą podług różności zwierząt, różnego są kształtu i położenia. Gdy takowe części wyrzniete, lub nerwy związek dające przecięte zostaną, tém samem władza wstrząśnienia tych ryb ustaie. Wiadome tego gatunku ryby są: Dretwik (gymnotus), którego rodzaju dwa są znane gatunki, i obadwa obdarzone są władzą wydawania uderzeń elektrycznych; żyją w rzekach Ameryki południowej, nayznajomszy iest, gymnotus

(*) Obraz królestwa kopalnego pod względem elektryczności przez P. Haüy, znajduje się w Pamiętniku Naukowym z R. 1819 T. 1. k. 53.

electricus, węgorzem surynamskim nazywany. — Wstrzęsawiec lub drętwa (torpedo), tego rodzaju znane są cztery gatunki, dawniej iednem nazwiskiem (raia torpedo) oznaczone, wszystkie podobną władzą obdarzone, żyją w morzach. Elektryzacz afrykański, (silurus electricus,) teraz (metapterus electricus), żyje w Nilu. — Kolcobrzech indyjski (tetrodon electricus), i Wstęgowiec indyjski (trichiurus indicus).

692. W atmosferze także tak wypogodzoney iak i chmurami wypełnionej, wydobywa się elektryczność, która różnych zdarzeń napowietrznych, czyli meteorów jest przyczyną. Przekonano się zaś o tem, iuż to wystawiając Elektrometr z długim prętem zaostrozonym, iuż też puszczając tak nazwanego latawca, od którego idący sznurek drótem był przeplatany. Temi i tym podobnemi sposobami można elektrycznością atmosferyczną, wszystkie te powtarzać doświadczenia, iakie się zwyczajną machiną Elektryczną uskuteczniają. — Jak z tego odkrycia uczyniono zastosowania do zabezpieczenia się przeciw piorunom poniżej zobaczymy. Zresztą czynione doświadczenia ponaywiększey części wskazują, że pogodna Atmosfera jest w stanie elektryczności $+E$, iuż to słabszey, iuż mocniejszey; że naywiększe natężenie jest w czasie gdy powietrze jest suche, przed burzą, lub gdy powietrze jest wilgotne i ciepłe. — Opadająca w atmosferze woda, iak np. w kształcie deszczu, śniegu it. p. jest także w stanie elektryczności iuż to dodatniej, iuż ujemney; a chmury nie tylko są w stanie elektryczności, ale przez rozdział wzbudzają także Elektryczność i w powietrzu.

ROZDZIAŁ CZWARTY.

O MAGNETYZMIE.

§. 96. *O zdarzeniach Magnetyzmu.*

693. Magnes nazwisko swoje biorący od wyspy Magnezyi, gdzie nappierwey miał być odkryty, jest pewnego gatunku kruszec żelaza, od innych temi dwiema szczególniēy odznaczający się własnościami, to jest: 1^o że żelazo przyciąga, 2^o że wolno zawieszony, zawsze w pewnym i oznaczonym pozostaie kierunku.

664. Pod tym względem dawnieysi Mineralogowie dzielili kruszce żelaza, na kruszce potrójnego gatunku, to jest na takie, które przyciągają żelazo czyli właściwie magnetyczne, na takie które nie przyciągają, lecz są od magnesu przyciągane, nareszcie na takie które ani przyciągają, ani są przyciągane. Kruszec żelaza powyższe własności wskazujący nazywa się magnesem naturalnym, dla rozróżnienia od żelaza, któremu sztuką też własności są udzielone, i które dla tego magnesem sztucznym jest nazwane. — Zdarzenia tak sztucznego, iak i naturalnego magnesu, zwane są pod nazwiskiem magnetycznych, — Przez magnetyzm zatem rozumiemy ten stan tak żelaza, iak i innych ciał, w którym magnetyczne zdarzenia postać się dają.

695. Do główniejszych zaś zdarzeń magnetycznych należą: przyciąganie żelaza, oznaczony kierunek magnesu, działanie magnesu jednego na

drugi, rozdział magnetyzmu, wzbudzenie, wzmocnienie i osłabienie magnetyzmu.

696. Magnes tak sztuczny, iak i naturalny, z nie-namagnesowanem żelazem przyciągaia się nawzajem, w znaczney nawet odległości, a gdy się zetkną, w złączeniu pozostaią; o czem przekonać się można przybliżaiąc magnes do igły, która przyciągnięta, u magnesu zawieszoną pozostaię, lub też gdy na merkuryuszu magnes i żelazo pływaią, te przeciągaia się nawzajem. Przyciąganie to uskutecznia się nie tylko bezpośrednio, lecz i przez wszystkie inne ciała, o czem przekonać się można za pomocą opitków żelaznych, które na iakimkolwiek cieie położone będą, poruszane zostaią za pomocą iakiego magnesu pod temże ciałem umieszczonego; — postrzegać się nawet daie to przyciąganie, gdy się znajduia pod dzwonem, z pod którego powietrze iest wyciągnięte. — I właśnie to działanie magnesu przez inne ciała, iest zasadą bardzo wielu sztuk i zabaw, tak nazwanych fizycznych lub magnetycznych.

Ieden tylko w tym względzie postrzegać się daie wyiątek, gdy pomiędzy magnesem a żelazem znajduie się inne żelazo, lecz i ten wyiątek w ten czas tylko ma miejsce, gdy żelazo przedzielaiące pewną płaszczyznę zajmuie, gdy bowiem obdfużne będzie, i w kierunku swojej dlfugości przedziela, natenczas i przez to żelazo magnes wywiera swoje działanie, i tak zawiesiwszy np. u magnesu klucz, możemy u tegoż klucza zawiesić igłę lub gwozdź, na które zatem magnes przez klucz działa.

697. Magnes nie we wszystkich punktach swojej powierzchni z równą mocą przyciąga żelazo, lecz w dwóch tylko naprzeciwległych najmocniej, które to punkta biegunami magnesu nazywają się; te łatwo wynaleść można kładąc magnes w opitki żelazne, na tych bowiem punktach najwięcej przylega opitków. Wolno zaś zawieszony magnes tak się obraca, iż jeden'iego biegun zawsze ku południowi, a drugi ku północy jest skierowany, i dla tego pierwszy nazywa się południowym, a drugi północnym, lub też przez niektórych Fizyków odwrotnie, tak iż biegun ku południowi skierowany północnym, a drugi południowym jest nazywany, a to dla przyczyny poniżej wyłożyć się mającej. Linia prosta łącząca obadwa bieguny magnesu, nazywa się osią Magnesu. — Z resztą iakkolwiek magnes podzielony zostanie, każda oddzielna część -ma swoje bieguny, i to samo przybiera położenie, iak i cały magnes.

Trafiają się magnesy więcej iak dwa bieguny mające, złożonemi lub nieforemnemi magnesami nazwane, które zdają się bydź z kilku złożone. W naturalnym nawet magnesie, można podwoić liczbę biegunów, gdy się umieści pomiędzy dwoma sztucznemi magnesami, tak, ażeby oś tegoż magnesu nie znajdowała się na linii prostej z osiami tych magnesów, pomiędzy ktoremi jest umieszczony. Odległość w której magnes zaczyna magnes przyciągać, stanowi okrąg działania magnesu. Natężenia przyciągania, są w stosunku odwrotnym kwadratu odległości, o czem w podobny sposób

iać i w elektryczności, to jest, za pomocą wagi skręcenia przekonać się można.

698. Magnes nie tylko działa na nienamagnesowane żelazo, lecz i na inny magnes, z tą jednak różnicą, że w ten czas nietylko zachodzi przyciąganie, ale i odpychanie, tak iż dwóch magnesów bieguny tego samego nazwiska odpychają się, a odmiennego nazwiska przyciągają się. — Jednego zatem magnesu biegun południowy, odpycha biegun południowy drugiego magnesu, a przyciąga północny; przeciwnie biegun północny pierwszego odpycha północny drugiego a przyciąga południowy; Oczem przekonać się można zawieszając obok siebie dwa magnesy w kierunkach równoległych. — I pod tym względem bieguny dwóch magnesów tego samego nazwiska nieprzyjaźnemi, a odmiennego nazwiska przyjaźnemi nazywają się.

699. Podobnie w magniesie postrzegać się dać prawa przyciągania i odpychania, iak i w elektryczności, dla tego nie przywiązując koniecznego znaczenia, oddzielnych płynów jednego lub dwóch gatunków, w ogólności, oznaczać można działaniem biegunów przez $+M$ i $-M$. — Prawo zatem przyciągania w ten sposób może być wyrażone, że $+M$ przyciąga $-M$, a $-M$ przyciąga $+M$. Prawo zaś odpychania wyraża się, że $+M$ odpycha $+M$, a $-M$ odpycha $-M$.

700. Do przekonania się o tych i tym podobnych własnościach magnesu, służą tak nazwane igły magnesowe, które się zazwyczaj robią z żelaza lub stali kształcie równoległoscianu skośnego, te osadzają się [na sztyfcie ostro zakoń-

czonym, około którego w kierunku poziomym na wszystkie strony obracać się mogą. Często-kroć dla zmniejszenia tarcia, w tem miejscu w którym się ostrza dotykają, znajduje się iaki twar-dy kamień iak *np.* agat.

701. Lecz nie tylko, tak iak w elektryczności, postrzegać się daie w magnetyzmie przyciąganie i odpychanie, ale nadto i wpływ rozdziału, na mocy którego, każdy stan magnetyzmu tak $+M$ iak i $-M$, wzbudza w otaczających stan magne-tyzmu odmiennego nazwiska. Jeżeli zatem że-lazo nienamagnesowane przybliżamy do bieguna *np.* północnego, tem samem to żelazo staie się magne-sem, tak iż w przybliżoney stronie iest biegun południowy, a w oddalonéy północny, od-wrotnie zaś stałoby się gdybyśmy to żelazo do bieguna południowego przybliżyli. — Że w rze-czy samey w przybliżonem żelazie takowy rozkład zachodzi, tym sposobem przekonać się można, że to żelazo nie tylko się okazuje magnetycznem dopóki zostaie w związku z magne-sem, ale nad-to i w tenczas, gdy po pewnem przeciągu czasu oddalone od magnesu zostaie. Rozdział takowy daleko prędzý skuteczniejsi się w żelazie zwyczaj-nem, aniżeli w stali.

702. Z resztą to prawo rozdziału tłumaczy nam powyższe przyciąganie żelaza nienamagnesowanego, które iest tylko pozorne, właściwie bowiem zachodzi przyciąganie nie pomiędzy magne-sem a żelazem nienamagnesowanym, lecz pomiędzy dwó-ma magnesami, i to pomiędzy biegunami od-miennego nazwiska tych dwóch magnesów. Że-

lazo bowiem samem przybliżeniem do magnesu, staje się przez rozdział także magnesem. — Z tego także wyłómaczyć można; dla czego magnes mocny, przyciąga słabego magnesu zarówno tak biegun południowy iak i północny, w tym bowiem razie, gdy się znajdują w okręgu działania pierwszego magnesu, zmieniają się w tym drugim bieguny, tak iż właściwie tylko przyciągała się bieguny odmiennego nazwiska.

703. Nayważniejszym zastosowaniem dotąd wyłożonych własności magnesu jest, użycie tegoż do oznaczenia położenia miejsc, wskazując nam swoim kierunkiem cztery główne strony świata, szczególnież zaś igła magnesowa stała się głównym przewodnikiem w podróżyach morskich, od której tym sposobem życie, i bogactwa większey części świata zawisły. Nie mniej jest także użyteczną Geometrom w skuteczniających się wymiarach, tak na powierzchni, iak i w głębi ziemi.

Igła magnesowa do takowego użycia przeznaczona nazywa się kompasem lub Bussolą, i tym koncem zamknięta jest w czworograniastey lub okrągłey puszcze, zwierzchu szkłem pokrytę, na dnie zaś znajdują się obwód koła nie tylko na cztery główne części, lecz i na inne pośrednie podzielony, które razem stanowią tak nazwaną różę wiatrów (*rosa ventorum*), i wskazują 32 okolic. — Nadto kompasy przeznaczone do użytku Geometrów opatrzone są w Dioptry lub lunety; mające się zaś używać na okrętach, tak są w podwójney obręczce ruchomey osadzone, że iakie-

kolwiek okrętu będzie nachylenie, kompas zawsze pozostaje w położeniu poziomém.

704. Kierunek jednak ten igły magnesowey ku południowi i północy, w niektórych tylko miejscach kuli ziemskięy, odpowiada dokładnie południowi i północy, w wszelkich zaś innych miejscach zbacza mnięy więcéy na wschód lub na zachód, czyli że wyiawszy niektóre tylko miejsca wszędzie oś magnesu, albo południk magnetyczny z linią południka geograficznego formuje kąt pewney wielkości, co stanowi *zбочzenie* magnesu. Igła magnesowa urządzona do dokładnego wskazywania tego zбочzenia, stanowi kompas zбочzenia (*declinatorium*).

Zбочzenie igły magnesowey nietylko jest różne w różnych miejscach kuli ziemskięy, lecz różne jest także w tém samym miejscu w różnych czasach, — codzienna nawet zmiana zбочzenia dostrzegać się daje w tych samych miejscach.

705 Oprócz różnego położenia w kierunku poziomym, zachodzi także różnica i w kierunku pionowym, która stanowi, tak nazwane *nachylenie* igły magnesowey. Doświadczenie uczy, że igła dopóki namagnesowaną nie jest, zawieszona, lub osadzona na ostrzu w kierunku środka ciężkości, utrzymuje się w kierunku równoodległym do poziomu, lecz iak tylko namagnesowaną zostanie, natychmiast jeden ięy koniec nachyla się do poziomu, a drugi tém samym w górę się wznosi; w półkuli północney nachyla się do poziomu biegun północny, a w półkuli południowey bie-

gun południowy, w okolicach zaś równika, utrzymuje się w położeniu poziomem. Igła tym końcem urządzona stanowi kompas nachylenia (Inclinatorium), w którym tak jest osadzona na osi, że się porusza dookoła w kierunku nie poziomem lecz pionowem, iak na (fig. 126), żeby zaś właściwe każdemu miejscu nachylenie wskazywała, powinna poprzednio bydź ustawiona tak, ażeby się znajdowała na południku magnetycznym.

Nachylenie jest także nie tylko różne w różnych miejscach, lecz i w tych samych miejscach różne w różnych czasach, w czem iednak nie tak wielkim podlega zmianom iak zбочenie. A iak południk magnetyczny przecina się z południkiem ziemskim, to samo dzieie się pomiędzy równikiem magnetycznym, a ziemskim. Miejsca bowiem te, w których żadne nachylenie postrzegać się nie daie, nie przypadają na samym równiku ziemskim, lecz iedne powyżey, drugie poniżey tegoż równika, tak iż kreśląc przez takowe miejsca linią, powstanie linia krzywa stanowiąca równik maguetyczny, która przecina równik ziemski, i do tegoż jest nachylona; kąt iednak ten, iaki z przecięcia się tych równików powstaie dla wielkiej nieregularności linii równik magnetyczny przedstawiający, nie mógł ieszcze bydź z pewnością oznaczony.

706. W kompasie tak nachylenia, iak i zбочenia, odwiodłszy igłę magnesową od właściwego położenia, ta po kilkakrotnem wahaniu się wraca nazad do tegoż położenia. Tey liczby wahań, w ozna-

czonym czasie, użyto do wymierzenia natężenia, z jaką działa ziemia na igłę magnesową, tudzież do oznaczenia w jakim stosunku są działania pomiędzy sobą magnesów, względem odległości. — I tak doświadczenia przez Humboldta czynione okazały, że w Paryżu igła magnesowa w kompasie nachylenia, w 10 minutach zrobiła wahań 245, a w Peru w tymże samym czasie 211 wahań, działanie zatem ziemi na igłę magnesową jest większe w Paryżu, iak w Peru. — Poruszenia te mają podobieństwo z poruszeniami wahadeł, iak bowiem tych siłą poruszającą jest ciężenie, tak w tamtych magnetyzm kuli ziemskiej. Wielkości sił poruszających tak w jednych iak w drugich, są w stosunku odwrotnym kwadratów liczby wahań, ma się zatem natężenie magnetyzmu ziemi w Paryżu, do podobnegoż natężenia w Peru, iak $511^2:245^2$, czyli iak 44521:50025, a zatem iak 9:10. — Z resztą ten wpływ ziemi, nie zmienia się z oddaleniem od powierzchni ziemi, iak tego doświadczyli Gay Lussac i Biot, wznosząc się balonem do znaczney wysokości, i czyniąc tego gatunku postrzeżenia z igłą magnesową.

707, Podobnież za pomocą wahań igły magnesowej odkrył Kulomb powyżey wspomniane prawo, że przyciągania magnesów są w stosunku odwrotnym kwadratu odległości. Wziąwszy małą igłę magnesową i odwiódłszy ją od południka magnetycznego, uważał liczbę wahań w pewnym czasie, i tak igła na ieden cal długości czyniła w 1 minucie 15 wahań; liczba 15 wynie-

siona do kwadratu wskazywała działanie magnetyzmu ziemi na też igłę. Następnie brał drót cienki namagnesowany na 25 cali długi, i ten w położeniu pionowym naprzeciw igły w oddaleniu raz na 4, a potem na 8 cali zawieszał, zawsze iednak tak, ażeby ku tej igle biegun odmiennego nazwiska był obrócony. W pierwszym razie igła uczyniła wahań 41, a w drugim 24. Działające zatem siły miały się iak $41^2:24^2$, czyli iak 1681:576; ieżeli od tych liczb odciągniemy wpływ działania ziemi, to iest liczbę 225, pozostanie 1456:351, czyli w przybliżonym sposobie iak 4:1; że zaś odległości biegunu przyciągającego, mają się iak $4:8=1:2$, więc tem samem przyciągania mają się w stosunku odwrotnym kwadratu odległości, czyli iak $2^2:1^2$.

§. 97. *O sposobach magnesowania.*

708. Wzbudzić magnetyzm, czyli namagnesować żelazo można, 1od tak sztucznym iak i naturalnym magnesem, 2re zapomocą nienamagnesowanego żelaza, 3cie wpływem ziemi, 4te elektrycznem uderzeniem, 5te za pomocą stosu Volty.

Powyżey już widzieliśmy, że samo zetknięcie się, a nawet tylko przybliżenie żelaza do magnesu, zamienia go w magnes; żeby iednak to żelazo po oddaleniu od magnesu i nadal magnetycznem pozostało, potrzeba ażeby było w zetknięciu z magnesem przez dłuższy przeciąg czasu, i tym końcem zwykło się żelazo pocierać magnesem. Pocieranie bowiem iest nic innego, iak tylko często powtarzające się zetknięcie różnych punktów że-

łaza z różnemi punktami magnesu. — Gdy zaś magnes wzbudza w innym żelazie magnetyzm, nie sam przez to nie traci, lecz owszem wzmacnia się, przez działanie powstającego magnesu.

709. W magnesowaniu żelaza przez zetknięcie, na tę zważać należy okoliczność, iż częstokroć przytrafia się, że w żelazie zwłaszcza nieco większej długości powstają nie dwa, lecz kilka biegunów naprzemianną się odmieniających, przez co daleko z mniejszą siłą w odpowiednim pozostaie kierunku; dla tego magnesowania przez potarcie głównym jest zamiarem, ażeby w całej długości nie więcej, iak dwa powstało biegunów. — Magnesowanie przez potarcie głównie dwojakiego jest gatunku, to jest, albo pojedynczem pociąganiem, albo podwójnym, pierwsze skutecznia się jednym, a drugie dwoma magnesami.

710. Pojedynczem pociąganiem, magnesowanie w następujący skutecznia się sposob: na środku namagnesować się mającego żelaza, stawia się magnesu sztucznego lub naturalnego biegun *np.* północny, i ten biegun pociąga się wzdłuż iednej połowy, w końcu zaś oddaliwszy nieco ten magnes od żelaza przykłada się znowu do środka, i pociąga się w tę samą stronę, po kilkakrotnem podobnego działania powtórzeniu, cała blaszka lub pręcik żelazny okaże się być namagnesowanym, a to tak, iż strona pocierana okazuje magnetyzm bieguna południowego, a strona niepocierana magnetyzm bieguna północnego. Zeby zaś tym lepiej wzbudzony magnetyzm wzmocnić, powtarza się to samo działanie, przykładając do środka.

biegun magnesu południowy, i pociągając tymże kilkakrotnie w drugą stronę.

711. Podwoynem zaś pociąganiem magneso-
wanie uskutecznia się, przykładając do środka że-
laza dwóch magnesów bieguny odmiennego na-
zwiska, i pociągając te w przeciwne strony, a po-
tem to samo kilka razy powtarzając. Magnesy
któremi się pociąganie uskutecznia, powinny być
nieco w przeciwne strony nachylone. W magne-
sowaniu przez potarcie unikać należy, ażeby po-
ciągając jakim biegunem, tymże samym nie po-
ciągać w przeciwną stronę, wzbudzony bowiem
magnetyzm pierwszym, zniszczony zostaje dru-
gim pociągnięciem.

712. Magnesowanie niemagnetycznem żelazem
uskutecznia się, pocierając ciężkim żelazem kil-
kakrotnie z stron przeciwnych, żelazo wsparte, a
to tem łatwiej, gdy się takowe znajdzie na po-
łudniku magnetycznym, i względem poziomemu w
położeniu równoodległym do nachylenia igły ma-
gnesowey. Tym sposobem pręt żelazny na 12
lub 15 cali długi, po 60 potarciach znaczney na-
biera siły magnetyczney; otrzymany tym sposo-
bem sztuczny magnes użyty bydz może do wzbu-
dzenia magnetyzmu w innem żelazie. Ten spo-
sob magnesowania tkómaczy nam, dla czego czę-
stokroć narzędzia ślusarskie i kowalskie, tudzież
żelazo piłowane, młotem bite, i na dróty wycią-
gane, magnetyczuemi bydz się okazują; lubo się
i to przytrafia że magnes mocno uderzony, traci
swoją siłę magnetyczną, tak iak i mocno roz-
grzany.

713. Staie się także żelazo magnescm, zostając w pewnem i oznaczonem położeniu, a najlepiej odpowiadającym jest położenie równoodległe do kierunku igły nachylenia na południku magnetycznym lubo iak doświadczenie uczy, i położenie pionowe wzbudza w żelazie magnetyzm, w takim bowiem położeniu pręt żelazny przez kilka sekund trzymany, niższym końcem biegun północny przybliżony igły magesowéy odpycha, a południowy przyciąga, wyższym zaś końcem przeciwnie biegun północny przyciąga, a południowy odpycha. Skutek takowy powiększa się uderzeniem młotka w koniec wyższy, lub gdy w tem położeniu pionowem pada na iakie ciało twarde.— Z resztą po obróceniu tego pręta, znowu po kilku sekundach, koniec niższy stawszy się wyższym, tem samem i poprzedni odmienia magnetyzm, tak iż w tem położeniu przyciąga biegun północny, a odpycha południowy. Z tąd wytlómaczyć można dla czego krzyże na wieżach będące, znacznie magnetycznemi bydz się okazują.

714. Nareszcie wspomnieć tu można o sposobie magnesowania podanym przez Morichniego który wystawiając małe igły na działanie promieni fioletowych z rozkładu światła powstających, wzbudzał w nich magnetyzm, co iednak doświadczeniami przez innych uskutecznianemi, nie potwierdzono. (*)

(*) Obacz wiadomość: o własnościach magnetycznych promieni fioletowych, przez J. K. Skrodzkiego w Pamiętniku Warszawskim z R. 1817 T. 9. k. 188.

715. Jakimkolwiek sposobem wzbudzony jest magnetyzm, ten następnie coraz bardziej wzmocniany być może. Wzmocnia się zaś, gdy magnes zawsze jak ciężar utrzymuje, gdy utrzymywany ciężar ciągle powiększamy, a oraz gdy magnes zostaje w położeniu odpowiadającym właściwemu kierunkowi. Z resztą samem żelazem obciążony magnes więcéy utrzymuje, aniżeli obciążony innymi ciężarkami; — co skutkiem jest rozdziału magnetyzmu. Dla tego, dla zachowania siły magnetyzmu sztabki żelazne namagnesowane, kładą się obok siebie biegunami przeciwnymi, lub też przegradzają się kawałkami miętkiego żelaza. Takowe utrzymywanie sztabek namagnesowanych stanowi, tak nazwany magazyn magnetyczny.

716. Szczególniey iednak do wzmocnienia magnesu, zwłaszcza naturalnego służy, tak nazwane *uzbroienie* (armatura), które w ten sposób się uskutecznia: boki magnesu w tych miejscach, w których bieguny przypadają, ścinają się w kierunkach pomiędzy sobą równoodległych, do tych przykładają się blaszki z żelaza miętkiego, zakończone nieco grubszymi podstawkami, i te blaszki za pomocą mosiężnych drótów do samego magnesu są przymocowane; wystające podstawki przez rozdział stają się magnetycznymi, i nazywają się sztucznymi biegunami magnesu; do podstawek przykładają się w kierunku poziomym sztabki żelaza miętkiego kotwicą nazwana, u której w pośrodku zawieszono są ciężarki. Grubość blaszek bocznych ma wpływ na powiększenie siły magnetycznej; iaka zaś najlepéy za-

miarowi odpowiada, tę iedynie tylko doświadczeniem dla każdego magnesu oznaczyć można; — przykładając coraz cieńsze dopóty, dopóki tylko więcéy żelaza nie iest wstanie utrzymaé, a zatem dopóki się nie dóydzie do takiego zakresu, od którego ilość utrzymywanego żelaza zmniejszać się zaczyna. — Sztuczne zaś magnesy przez połączenie pomiędzy sobą wzmacniają się, z takowych sztucznych naydzielniejszy był magnes Knighta w Anglii, który samem dotknięciem się stal nawet magnésował, a inuych magnésów tak sztucznych, iak i naturalnych bieguny zmieniał; — składał się zaś z dwóch wiązek, z których w kaźdey wiązce znajdowało się po 240 na $1\frac{1}{2}$ stopy długich sztab stalowych namagnésowanych.

§. 98. *O magnetyzmie innych ciał*

717. Oprocz żelaza z pomiędzy innych metali szczególniey Nikiel i Kobalt okazują znaki magnetyczne, tak że nie tylko są od magnesu przyciągane, ale nawet mogą bydź z tychże igły magnesowe robione. — Kulomb zaś czynionemi doświadczeniami odkrył wpływ magnesu i na inne ciała iakiemi są: drzewo, kości, szkło, kreda i t. p. a to w sposób następujący: małe pręciki z powyższych ciał zrobione, zawieszał pomiędzy magnesami równey mocy, a po ułożeniu się do równowagi, odwoodził od położenia w których pręciki zostawały, i liczył wahania; te okazywały się bydź prędzszé, gdy się znajdowały pomiędzy magnesami, aniżeli gdy były same.

718. Wpływ magnetyzmu na te ciała, równie iak i magnetyzm niklu i kobaltu, niektorzy chcieli wytlómaczyć, z cząstek żelaza w tych ciałach znajdujących się; lecz temu tlómaczeniu sprzeciwia się już to iedno doświadczenie, że nikiel z naywiększą tróskliwością oczyszczony, i namagnesowany, utrzymywał trzecią część swego ciężaru, — a dochodzona powyżey wskazanym sposobem siła igły magnesowey z niklu zrobioney, okazała się bydź w stosunku iak 1:3, względem siły igły magnesowey z żelaza, powinna by się więc w tym niklu trzecia część znajdować żelaza, która rozbiorem chemicznym odkrytą bydź nie mogła.

719. Z resztą w czynieniu tego gatunku doświadczeń, rozróżnić potrzeba ciała, które przyciągane tylko bydź mogą od magnesu, lecz biegunów nie wskazują, od tych, które zarazem i bieguny oznaczają, tudzież od tych, które tak od magnesu, iak i od nienamagnesowanego żelaza przyciągane bydź mogą.

§. 99. *O magnetyzmie ziemi.*

720. Powyżey wyłożone zdarzenia magnetyzmu, a osobliwie kierunek oznaczony, zboczenie i nachylenie od tegoż kierunku w różnych miejscach kuli ziemskiej, tudzież magnesowanie żelaza, gdy zostaje w pewnem położeniu, bez żadnego innego wpływu, wskazują dostatecznie wpływ kuli ziemskiej na żelazo, i na magnes.— Dla tego można sobie ziemię wyobrażać iako wielki magnes, którego magnetyczne bieguny nie co

tylko zbaczają od astronomicznych. Tego wielkiego magnesu siłą, jest siła wypływająca z summy wszystkich sił, które są właściwe cząstkom w ten sposób działającym, iakakolwiek z resztą tych sił jest przyczyna, tudzież czy je będziemy uważać iako okazujące się w niektórych tylko cząstkach kulę ziemską składających, lub we wszystkich. Lubo w tym ostatnim razie, wszystkich cząstek nie będzie równy stopień natężenia siły; a ta nierówność sił działających jest bez wątpienia przyczyną, tak różnych zmian w nachyleniu i zбочeniu magnesu. I tak żelazo w skład kuli ziemskiej wchodzące mocniéy takową siłę wywiera, aniżeli inne ciała; że zaś żelazo w całej massie kuli ziemskiej nie iednakowo jest rozłożone, ztąd i różnych zбочeń igły magnesowej za przyczynę może bydz uważane. Równie iak wewnątrz ziemi zachodzące działania elektryczne i chemiczne, mogą bydz przyczyną chwilowych i nagłych zmian, tak w zбочeniu, iak i w nachyleniu, igły magnesowej postrzegać się daiących.

721. Że zaś zбочenia i nachylenia igły magnesowej uważane bydz powinny iako skutki wpływu kuli ziemskiej, łatwo to w przybliżonym sposobie okazać można; biorąc iaki magnes nieco większy, i małą igłę magnesową na nitce zawieszoną do okoła tego magnesu oprowadzając, postrzeżemy, że tylko w pośrodku pomiędzy biegunami będzie mieć położenie poziome i w kierunku osi magnesu, w wszelkich zaś innych miejscach, będzie niniéy więcéy nachyloną, i od kierunku osi magnesu zbaczającą. Dla tem wię-

kszego zaś podobieństwa, nadaie się takowym magnesom postać kuli, które ziemkami (terrela) są nazwane, a robią się z opitków żelaznych i wosku.

722. Inni zaś Fizycy na wytłómaczenie zdarzeń zbroczenia i nachylenia magnesu przypuszczają, że wewnątrz kuli ziemskiej znajduje się wielki magnes, którego oś przecina oś ziemską, i który położenie swoje zmienia. Inni przypuszczają, że ten wewnętrzny ziemski magnes nie dwa, lecz cztery ma bieguny. Inni nareszcie byli i tego mniemania, że kula ziemską jest wydrążoną, i że wewnątrz teyże znajduje się mały planeta, który zostając w pewnym ruchu obrotu, tem samem różnych odmian położenia igły magnesowej jest przyczyną.

§. 100. *O podobieństwie magnetyzmu z elektrycznością.*

723. Bardzo wielkie podobieństwo pomiędzy Magnetyzmem a Elektrycznością wskazują, wspólnie obydwóm służące prawa przyciągania, odpychania, tudzież rozdziału. Niemniej w stosie Volty i turmalinie podobne postrzegać się dają zdarzenia iak i w magnesie, to jest, że nietylko dwa końce przeciwne odmienne sprawują skutki, ale nadto podzielone na drobniejsze części, każda część w podobnym stanie bydz się okazuje, iak i całość. — Dla tych i tym podobnych styczności wielu Fizyków jest tego zdania, że ta sama siła działająca jest przyczyną zdarzeń, tak elektrycznych iak i magnetycznych.

724. Lubo pomimo podobieństwa dostrzegać się dają i różnice, iakimi są: 1od że nie ma żadnego magnesu, w którymby się sam tylko $+M$ lub $-M$ okazywał, gdy tym czasem, są ciała będące w jednym tylko stanie elektryczności, to jest $+E$, lub $-E$, 2re że elektryczność jest przyczyną chemicznych skutków, czego za pomocą magnetyzmu dokazać dotąd nie potrafiemo, 3cie nareszcie że namagnesowane ciało, wolno zawieszone zwraca się do oznaczonego położenia, — czego na ciałach naelektryzowanych nie postrzegamy.— Lecz i te różnice po części zniesione zostały, odkrytymi w naynowszych czasach doświadczeniami elektryczno-magnetycznymi.

§. 101. *O doświadczeniach elektryczno - magnetycznych.*

725. Oddawna już postrzegano, że uderzenie piorunu magnesuie stal i żelazo, odmienia bieguny w igle magnesowej, a niekiedy nawet i zupełnie niszczy magnetyzm. Magnetyzowanie uskuteczniemo także przeprowadzając wystrzał baterji elektryczney przez dróty żelazne; — podobny nawet skutek okazuje się, gdy się łączą cienkim drótem bieguny stosu Volty, ten bowiem po odjęciu okazuje znaki magnetyzmu, a w szczególności koniec łączący biegun szklany czyli $+E$, staje się biegunem północnym, drugi zaś koniec dotykający się bieguna żywicznego czyli $-E$, biegunem południowym. (*)

(*) O użyciu igły magnesowej do doświadczenia elektryczno-

726. Lecz w Roku 1820 Oerstedt Professor Fizyki w Kopenhadze, uczynił jeszcze ważniejsze odkrycie dotyczące się związku elektryczności z magnetyzmem, będące zarazem początkiem całego ciągu następnych odkryć i wniosków, przez innych Fizyków w tychże czasach uczynionych, a które wszystkie znane są pod nazwiskiem zdarzeń elektro-magnetycznych.

Dotąd wiedziano, że tylko magnes sztuczny i naturalny, tudzież żelazo, nikiel i kobalt mają wpływ na igłę magnesową. Oerstedt dopiero odkrył, iż oprócz tych wszystkie inne metale, i wszystkie ciała będące dobrymi przewodnikami elektryczności, z znaczną siłą na też igłę magnesową działają, do czego nie potrzeba, iak tylko ażeby miały związek z dwoma końcami stosu Volty. — Pierwotnem Oerstedta doświadczeniem wskazującym, za wszystkie dobre przewodniki działają na magnes, a nawet i same się stają magnetyczne w czasie, gdy płyn Elektryczny przez nie przepływa, iest następujące: — Do igły magnesowéy wolno zawieszonéy, lub na ostrzu osadzonéy, (fig. 127) i w właściwym kierunku zostaiący, przybliża się drót którego obadwa końce są połączone z biegunami stosu Volty, w kierunku równoodległym do teyże igły, iuż to powyżey iuż po niżej, tudzież z boku po lewey, lub po prawey stronie; — w czasie takowego przybliżania, postrzegamy natychmiast powstaiące zбочeuie w kierunku teyże i-

sci wzbudzonéy przez dotknięcie, — umieszczona wiadomość w Pamiętniku Warszawskim z R. 1823 T. 5 k. 309.

gły, które jest różne, podług różnego położenia drutu łączącego bieguny stosu; i tak jeżeli drót w kierunku osi magnesowej znajduje się nad igłą, biegun teyże igły północny oddala się na wschód, gdy się zaś znajduje pod igłą oddala się na zachód; — gdy w kierunku równoodległym znajduje się z prawey strony, natenczas igła nie zbacza, lecz nachyla się, a w szczególności biegun północny żniża się a południowy wznosi się, przeciwnie zaś gdy się znajduje z lewey strony biegun północny wznosi się, a południowy żniża; — te cztery położenia drutu względem igły (fig. 128) przedstawia. — Wszystkie te zmiany tak zbowczenia iak nachylenia są odwrotne, gdy się przemienia bieguny stosu drutu łączącego, to jest, gdy koniec dróta obrócony ku północy, który łączył się z biegunem stosu miedzi, łączy się z biegunem stosu cynku. — Gdy zaś drót łączący znajdować się będzie nie na południku magnetycznym, lecz prostopadle do tegoż południka, natenczas podług tego, iak się będzie znajdować nad lub pod środkiem ciężkości igły magnesowej, tudzież podług tego, iak płyn szklany idzie od wschodu na zachód, lub od zachodu na wschód, igła magnesowa albo pozostaje w swoim położeniu naturalnem, albo też odmienia kierunek biegunów, tak iż biegun północny jest obrócony na południe, a południowy na północ. (*)

(*) O fenomenach elektro-magnetycznych, tudzież o wpływie elektromotora Volty na igłę magnesową, przez K. Skrodzkiego, obacz Pamiętnik Warszawski z Roku 1821 T. 19 k. 243 i T. 21 k. 128.

727. Te doświadczenia lubo wskazywały wielki wpływ drótu łączącego bieguny stosu Volty na igłę magnesową, lecz nie przekonywały czy są skutkiem magnetyzmu igły, lub też i płynu elektrycznego przez drót łączący przepływającego; — następnie dopiero doświadczenia szczególniej przez PP. Ampere i Arago uskutecznione okazały, że nie tylko wywiera działanie na igłę magnesową, ale i sam także staje się magnetycznym, to jest przyciąga opiłki żelazne, kieruje się dobrowolnie na płaszczyznę prostopadłą do południka magnetycznego, a nawet tym wpływem elektryczności po drócie płynący magnesują się igły stalowe; — nareszcie że nie tylko zachodzi pewne przyciąganie i odpychanie pomiędzy tym drótem łączącym i igłą magnesową, ale nawet pomiędzy samemi dwoma drótami łączącemi. — Ampere bowiem okazał, że dwa dróty łączące gdy w nich płyn elektryczny tego samego nazwiska płynie w tę samą stronę, przyciągają się nawzajem, gdy zaś płynie w tych drótych w przeciwne strony natenczas się odpychają; — i w tym razie nie potrzeba, iak tylko ażeby ieden przynajmniej drót łączący był ruchomy. Okazał nareszcie, że kula ziemiska w podobny sposób iak na magnes, wywiera także swoje działanie, i na te dróty łączące bieguny stosu, w których, gdy są stosownie do zamiaru urządzone, zdarzenia zboczenia, równie iak i nachylenia postrzegać się dają.

728. Magnesowanie zaś daleko iest pędwsze, gdy płyny elektryczne obiegają dookoła ciał do magnesowania użytych bez dotykania się tychże;

i tym końcem z drótu łączącego robi się węzownica, w pośrodek której kładą się igły stalowe w papierze lub rurce szklaney umieszczone, tey zaś węzownicy końce łączą się z biegunami stosu galwanicznego, natenczas te igły magnesują się, a to w ten sposób, że jeżeli drót skręcony jest w węzownicy na lewą stronę, natenczas koniec obrócony ku elektryczności szklaney, staje się biegunem północnym, obrócony zaś ku elektryczności żywiczney, biegunem południowym; A przeciwnie w węzownicy od lewéy na prawą stronę skręconey, koniec igły obrócony w tę stronę, z której przybywa elektryczność szklana, staje się biegunem południowym, a ku elektryczności żywiczney obrócony, północnym. — Podobny skutek magnesowania otrzymuje się, gdy końce węzownicy połączone zostaną ze stroną wewnętrzną i zewnętrzną butelki Laydeńskięy. — Igła magesowa w podobney węzownicy umieszczona, okazuje się bydź nie zależącą od wpływu magnetyzmu ziemskiego, lecz iéy biegun północny w lewey węzownicy, obraca się ku biegunowi stosu elektryczności szklaney, w węzownicy zaś prawéy ku biegunowi stosu elektryczności żywiczney.

729. Na wytłómaczenie tych i tym podobnych zdarzeń różne podawane są sposoby, z których naydogodniejszym zdaie się bydź, podany przez Ampera, podług którego zdarzenia magnetyzmu, równie iak i w pływku elektryczności na magnetyzm, są skutkiem różnego kierunku przepływu elektryczności odmiennego nazwiska.

730. Przedewszystkim należy rozróżnić, działa-

nia elektryczności w spoczynku i w ruchu zostające, czyli te działania, które się okazują, gdy np. w stosie na obudwóch końcach zbiera się elektryczność, od tych które się okazują, gdy się obadwa końce stosu dobrym przewodnikiem połączą. W pierwszym bowiem razie widzimy działanie stosu na elektrometr i kondensator, czyli skutki przyciągania i odpychania, które w drugim razie już się postrzegać nie dają; lecz za to w ten czas powstają działania chemiczne, tudzież wpływ na magnetyzm, które na odwrot przestają się okazywać, iak tylko związek pomiędzy końcami stosu zerwany zostanie. A to rozróżnienie działań elektryczności, iest przyczyną uważania zdarzeń magnetycznych, za skutki ruchu elektryczności odmiennego nazwiska w różnych kierunkach; — i pod tym względem zdarzeń tak elektrycznych, iak i magnetycznych, ta sama może być uważana przyczyna; — w tych więc doswiadczeniach elektro-magnetycznych, odkrywa się ważny dla Fizyki widok iednoczenia takich zdarzeń, które dotąd zdawały się być różnorodnych przyczyn skutkami.

DODATEK

O METEORACH.

731. Wielorakie zdarzenia w pośród Atmosfery postrzegać się dające w ogólności meteorami, a nauka o nich Meteorologią jest nazwana. Zdarzenia te można podzielić na następujące, to jest, 1^{od} na meteory ciepła, 2^{re} na meteory światła, 3^{cie} na meteory ogniowe, 4^{te} meteory elektryczne, 5^{te} meteory wodne, i 6^{te} na meteory powietrzne.

§. 102. *O Meteorach Ciepła.*

732. Przez meteory ciepła rozumieją się zażwyczaj wszelkie zmiany w temperaturze atmosfery dostrzegane.

Główną przyczyną ciepła atmosfery jest światło słoneczne. Gdyby ziemia była doskonałą kulą, a powierzchnia iednostayną, tem samem temperatura różnych okolic, byłaby w stosunku ilości światła słonecznego pod różnemi kątami na tę powierzchnią padającego, która się oznacza szerokością geograficzną każdego miejsca, tudzież porą roku i dnia.

733. Lecz oprócz położenia astronomicznego, wiele ieszcze jest innych okoliczności podnoszących, lub zniżających temperaturę każdego miejsca. — Z których następujące do stałych policzyć można: 1^{od} *wysokość miejsca*, im bowiem jakie miejsce wyżej jest położone, tem jest zimniejsze; — i z tego względu oznaczona jest wysokość na każde miejsce, w której przypada punkt

wiecznego śniegu; ten w strefie gorącej przypada na 2500 sążni, w strefie umiarkowanej na 1000, i następnie zniża się coraz bardziej, tak iż pod biegunami równo z powierzchnią kuli ziemskiej przypada; 2^{re} położenie miejsca względem wiatrów panujących, gdy bowiem takie jest górne położenie, że te wstrzymują wiatry z zimniejszych okolic powstające, a wystawione są na wiatry z krajów gorących pochodzące, tem samem takowych okolic temperatura jest wyższa, w przeciwnym zaś razie niższa; — 3^{cie} bliskość morza i innych wielkich wód, które miarkują równie upały iak i zimna; — będąc bowiem gorszym przewodnikiem ciepła od ziemi stygną tak prędko, równie iak parowaniem zmniejszają wysoką powietrza temperaturę; — 4^{te} bliskość lasów, i dla tego okolice zimne zmniejszaniem lasów na cieplejsze się zamieniają; 5^{te} natura powierzchni ziemi, piaszczyste bowiem okolice są gorętsze od urodzajnych, w których parowanie zmniejsza temperaturę atmosfery.

734. Oprócz tych stałych, są i inne przemieniające okoliczności zmieniające temperaturę, iak np. nawałnice, chmury, zmiana wiatrów i t. p. Z resztą iak szerokość geograficzna każdego miejsca stanowi klima astronomiczne, tak powyższe okoliczności oznaczają właściwe klima fizyczne. (*)

(*) O klimatach fizycznych, obacz: Ćwiczenia Naukowe z R. 1818 T. 2 k, 28; tudzież na k. 197, o odmianach temperatury na iednemże miejscu, w różnych głębokościach i różnych porach roku, przez P. Ferguson.

§. 103. *O Meteorach światła.*

735. Do meteorow światła liczą się: tęcza, o której już wyżej mowa była, kolory atmosfery, zmierzchnięcie, wieńce około słońca i księżyca, poboczne słońca i księżyce, światło zodyakalne, i zorza północna.

736. Do kolorow atmosfery szczególniej należy, ta czerwoność iaka przy wschodzie i zachodzie słońca postrzegać się daie, która jest skutkiem, różnego odbiiania się promieni kolorowych światła. — A połączone skutki odbicia i łamania się promieni słonecznych w atmosferze, są przyczyną tego światła, które po zachodzie i przed wschodem słońca dostrzegamy, a co zmierzchnięciem się nazywamy.

737. Wieńce, albo raczey koła, które się postrzegać daią do około słońca i księżyca, są skutkiem złamania się promieni światła w kroplach cieczy w powietrzu zawieszonych; podobny skutek postrzegać się daie i do około światła palący się świcy, gdy na nią przez powietrze wilgocią napełnione patrzymy.

738. W krajach szczególniej północnych, postrzegać się daią obok słońca lub księżyca podobne obrazy słońca i księżyca, które zazwyczaj są kolorowe, i tych także ostateczną przyczyną jest odbicie i złamanie się promieni światła, — lubo dostatecznie dotąd tych zjawisk ieszcze wytlómaczyć nie potrafiiono.

739. Zorza północna, jest to światło okazujące się w stronach zimnych, osobliwie około biegu

now, pod czas nocy. Zjawisko to poczyna się przez podnoszenie się nad poziom w stronie północney, pewney mgły albo rzadkiey chmury która przybiera postać odcinka koła; brzeg iego przy obwodzie otacza się iasnym łukiem, lub kilku łukami współśrodkowemi. W ciemney części płaszczyzny tego odcinka koła, pokazują się płamy, z których wychodzą słupy albo wiązki promieniste rozpościerające się ku południowi, na wschód i na zachód; końce pierwszych sięgają czasem aż do zenitu. Gdy meteor wzrasta, postrzegać się daie ruch, i mieszanie się iego massy, iedne płamy światłe nikną, drugie powstają, inne kształt odmieniają. Końce promieni przedłużoue ku zenit, czasem w iednym prawie punkcie, albo w płamie światłej okrągławey zchodzą się. Potem meteor stopniami się zmniejsza i niby gaśnie, a niekiedy w małych przeciągach czasu kilkakrotnie się wyiaśnia. Nareszcie iego światło stając się spokojnieysze, posuwa się do poziomu i ku północy, cała płaszczyzna łukiem ograniczona pokrywa się światłem, które powoli rozrzedza się i słabnie, lub nagle gaśnie.

740. Przyczyna tego meteoru nie iest wiadoma, dla tego też i różnie od różnych był tłómaczony; — zdaie się iednak mieć nieiaki związek z magnetyzmem a tem samem i z elektrycznością, już bowiem od dawna był postrzegany ruch igły magesowey przed zjawieniem i w czasie trwania zorzy; — A Dalton odkrył, że wierzchołek iey łuku, i punkt złączenia promieni ku zenit zmierzających, statecznie przypada na płaszczyźnie po-

łudnika magnetycznego, oraz że do tego punktu kieruje się w tedy koniec wyższy igły magnusowej. — Hett uważa ten meteor, za zdarzenie optyczne, będące skutkiem odbicia się promieni światła słońca i księżyca, od cząstek śniegu i lodu, w stronach północnych w powietrzu zawieszonych. — Mairan mniema, że jest skutkiem mieszania się atmosfery słońca, z atmosferą ziemi. — Kirwan przypisuje ten meteor paleniu się gazu wodorodnego, w wyższych warstwach atmosfery zbierającego się. — Wysokość zorzy północnej do 50, 70 mil, a nawet i daleko więcej jest oznaczona. (*)

741. Światło zodyakalne jest to meteor okazujący się w strefie gorącej, a bardzo rzadko i słabo w strefie umiarkowanej, w kształcie wązkiej piramidy zaokrąglonej do poziomu nachylonej z rana ku zachodowi, a wieczor ku wschodowi zawsze ze strony przeciwnej położeniu słońca pod poziomem; cała zaś masa tego światła mieści się statecznie, między zwrotnikami, czyli w pasie zodyaku, z kąd i nazwisko swoje bierze. — Przyczyną tego zjawiska podług Mairana ma być atmosfera słońca, czy to świecąca, czy też oświecona, kształt zaś piramidalny jest skutkiem kształtu spłaszczonego i soczewkowego atmosfery słońca, a to dla szybkiego obrotu słońca około swojej osi.

§. 104. *O meteorach ogniowych.*

742. Do ogniowych takowe liczą się meteory, które zdają się być szczególniej skutkiem zapale-

(*) Obacz uwagi P. Biot o naturze i przyczynach zorzy północnej, w Dzienniku Wileńskim z R. 1820 T. 3 k. 43a.

nia, a do takich należą, kule ogniste, gwiazdy spadające, i światła napowietrzne.

743. Przez *kule ogniste* rozumieją się owe świecące kule czasami w Atmosferze okazujące się, które poruszając się przez pewny przeciąg czasu i w pewnej przestrzeni, następnie z pewnym hukiem znikną, z kąd potem kamienie różnej wielkości na ziemi spadają. W szczególności zaś zjawiska tego mniej więcej następujące są okoliczności: w znacznej wysokości okazuje się punkt świecący, lub mały świecący obłoczek, lub też kilka równoodległych prążków, z kąd powstaie coraz większe ciało kuliste, które zostaje w ruchu różnej prędkości, tak iż raz w mgmieniu oka całą przestrzeń kuli niebieskiej przebiega, drugą zaś razą wolniej się porusza, a czasami postrzegają się skoki kształcie łuku. Tocząca się takowa kula rzuca dym i płomień, a czasami ciągnie się za nią smug, który jest najprzód płomieniem a następnie dymem. Nareszcie ta kula pęka z hałasem, a czasami powstające tym sposobem części znowu pękają; — po takowem kul rozproszeniu, spadają na ziemi kamienie, i kawałki żelaza. Z resztą okazywanie się takowych kul ognistych wydarza się w każdym porze roku, w każdym miejscu na kuli ziemskiej, i nie jest ten meteor zawisły ani od pogody, ani od czasu. (*)

Wysokość, w której się kule ogniste okazują, kierunek drogi przebieżonej, ich prędkość i wiel-

(*) O kamieniach z powietrza na ziemi spadających, wiadomość znajduje się umieszczona w Pamiętniku Warszawskim, z R. 1816 T. 4. k. 200.

kość bardzo iest rozmaita. Moc którą spadając uderzają, znacznie się oporem powietrza zmniejsza, tak iż dotąd naywiększa głębokość dostrzeżona do iakięy spadająca massa wewnątrz ziemi wpadła, trzech sążni nie przenosi. Naywięcący nad meteorami tego gatunku pracowal Chladni, podług którego massy spadające są potrójnego gatunku, to iest, kamienie meteoryczne, rodzime żelazo, i istoty miętkie lub w proszku. W kamieniach meteorycznych iakkolwiek różnych, wspólne iednak podobieństwo postrzegać się daie co do składu, w których pospolicie znayduie się żelazo, krzemionka, nikiel, siarka, wapno, glinka, manges, soda, woda, węgiel, i kwas solny. Żelazo spadające iest rzadsze, znayduie się połączone z małą cząstką niklu, z resztą tak na zimno iak i na ciepło młotem rozplaszczyc się daie. Czasami spadaią także istoty w proszku czerwonym lub czarnym, tudzież w kształcie massy galaretowatey, mażącey, lub do krwi z siadłey podobney.

7/4. Różne są zdania o przyczynie tego meteoru, pomiędzy któremi następujące są głównieysze: 1od Ze kule ogniste, są to powstające massy zewnątrz ziemskicy atmosfery, mniej więcący gęste lub rzadkie, które się z naywiększą prędkością w przestrzeni świata' poruszają, nie należąc przed spadnięciem do żadnego z ciał niebieskich, i są nieiako wybrażeniem tey pierwiastkowej materyi, z której wszystkie ciała niebieskie utworzone zostały. Gdy więc takowe zbiory materyi, tak dalece do ziemi się zbliżą, że zboczą z pierwotnego kierunku drogi, i wuijdą w atmo-

sferę ziemską, natenczas z początku poruszając się bardzo prędko, tem samem zściskaia powietrze i tak wiele ciepła wydobywaią, że się taż materia rozpała, rozmiękcza, wydobywaiącemi się istotami lotnemi rozdyma, aż nareszcie pęka i w kawałkach na ziemi spada. — 2^{te} Że kule ogniste są małemi ziemi xiężycami, które doznawszy w swoim obrocie przeszkody wpadaia w atmosferę, rozpałaią się, pękaia, i w kawałkach spadaia. 3^{cie} Że to są małe szczątki rozproszonego ciała niebieskiego, tak iak cztery małe planety uważane są tylko za szczątki iednego wielkiego planety. — 4^{te} Że są wyrzutami wulkanicznymi xiężyca. 5^{te} Że powstaią w naszey atmosferze przez chemiczne działania. — 6^{te} Że są produktami wulkanow ziemskich.

745. Gwiazdy spadaiące, oznaczaią te światelka, które w różnych kierunkach w atmosferze, z wielką prędkością poruszaią się, i spadać wydaią się. Zdaia się zaś bydź ciała w naszey atmosferze powstaiące, które przez prędkie w powietrzu poruszenie rozgrzewaią się i zapalaią; że w rzeczy samey te meteory od pewnego stanu atmosfery zawisły, potwierdza ta okoliczność, iż niektórego wieczora w bardzo wielkiej liczbie się okazuią, innego zaś wcale nie są dostrzegane. Wielu iednak uważa, za iedno tak gwiazdy spadaiące, iak i kule ogniste.

746. Światła napowietrzne, są to te płomienie które się postrzegać daia, blisko powierzchni ziemi, zwłaszcza w miejscach w których istoty zwierzęce gniią, iak np. na cmentarzach. Przyczyną takowych płomieni z ziemi się wydobywaiących

jest gaz fosforyczno-wodorodny, z rozkładu istot zwierzęcych powstający, który ma tę własność, iż się przez samo zetknięcie z powietrzem atmosferycznym zapala. — Ze zaś te płomienie dopiero w pewney odległości od powierzchni ziemi częstokroć się okazują, przyczyną bydlż może mała warstwa gazu kwasu węglowego nad samą ziemią, przez którą przechodzący gaz fosforyczno-wodorodny nie zapala się, dopóki się nie zetknie z powietrzem atmosferycznym. (*)

§. 105. *O meteorach elektrycznych.*

747. Do główniejszych elektrycznych meteorow należą, błyskawica, piorun, z towarzyszącym grzmotem, tudzież światełka u dawnych pod nazwiskiem Kastor i Pollux znane. Lubo oprócz tych, Elektryczność atmosfery ma wpływ na powstawanie i wielu innych meteorow.

748. Doświadczenia z Elektrycznością atmosferyczną skuteczniane okazują, że piorun nic innego nie jest, iak tylko wielka iskra elektryczna powstająca z wyładowania się iakiey chmury naelektryzowaney, która to iskra albo do innéy chmury, albo do ziemi w ogólności przechodzi; — dla tego i te same skutki postrzegać się dają, iakie i w iskrach machin elektrycznych, tylko w daleko w większych wymiarach, iak np. że piorun zapala ciała palne, topi i niedokwasza metale, rozrywa złe przewodniki, i zabija zwierzęta. Kierunek

(*) O ogniach naturalnych wiadomość znajduie się w Dzienniku Wileńskim, z R. 1821 T. 2 k. 193.

piorunu jest zygzakowaty, tak iak się postrzegać daie i w iskrach konduktorow wielkich machin. Z resztą iak każda iskra z pewnym trzaskiem przechodzi, tak i piorun jest połączony z grzmotem.

749. Że grzmot iest nie pojedynczy lecz kilkakrotny, przyczyną bydz może, iuż to różne odbiwanie się głosu, iuż też i to, że samo wyładowanie nie na raz iedną iskrą, lecz następnie w wielu iskrach ukuteczniać się może. — Z resztą prędkość rozchodzenia się dźwięku i światła, tłómaczy nam dla czego tym większy przeciąg czasu upływa pomiędzy uderzeniem pioruna, a słyszeniem dźwięku, im w dalszey znajduiemy się odległości. — Niektórzy mniemaią, że grzmot iest skutkiem nagłego formowania się chmur, tym bowiem sposobem w znaczney przestrzeni ciało lotne zamieniaiąc się na ciekłe, daleko mnieysze miejsce zajmuie, a powstaiące ztąd czcze miejsce powietrze otaczaiące wypefniając, takowy szelest sprawuie. Inni zaś utrzymuią, że powstaie przez rozkład wody na gaz wodorodny i kwasorodny, które następnie od iskry elektryczney zapalone, grzmot sprawuią.

750. Poczynione doświadczenia z elektrycznością, posłużyły zarazem, do obmyślenia środków zabezpieczenia się przeciw szkodliwym skutkom piorunu, a w szczególności podały sposob zabezpieczenia budynków za pomocą konduktorów, czyli przeciw-piorunów, których głównym zamiarem iest, zrównać zerwaną elektryczności równowagę, pomiędzy atmosferą a ziemią, bez uszkodzenia pośrednich przedmiotów, iakiemi są np. budynki.

Takowego w ogólności urządzenie jest: pręt metalowy ostro zakończony na gmachu osadzony, wszystkie otaczające przedmioty przewyższający, który za pomocą pręta podobnież metalowego, bez żadney pośredney przerwy, z ziemią jest połączony; — w osadzaniu bowiem konduktora o to idzie, ażeby był w stanie przejąć całe wyładowanie chmury, a następnie tę ściągniętą elektryczność, żeby do ziemi przeprowadził, bez żadnego w tej mierze udziału ze strony budynku. W stawianiu zatem konduktorów na te trzy okoliczności zważać należy, to jest: na przejęcie wyładowania, na przeprowadzenie tegoż, i na połączenie z ziemią. — Co do pierwszey części, icdni zakończenie ostre, mu zakończenie kuliste, naystosowniejsze bydź muiemaią; zresztą jest to pręt żelazny na cal gruby zakończony ostrzem wyłaczanem. Na tym samym budynku naywiększa odległość pomiędzy konduktorami nie powinna więcej nad 30 stop wynosić; — a oprócz kierunku pionowego, osadzaią się takowe pręty i w położeniu poziomem, dla z ściągania płynu bocznego. — Drugą częścią jest, drót także żelazny na $\frac{1}{2}$ cala gruby polakierowany, ażeby nie rdzewiał, w którym szczególméy na to zważać należy, ażeby połączenia oddzielnych kawałków były iak naydokładniejsze. — Zamiast dróta grubego żelaznego, używać się także może listwa pewney szerokości miedziana, lub też sznurek z drótów ukrecony. — Cokolwiek zaś się użyje, powinno nie tylko od konduktora dochodzić do ziemi, ale i po całym poprowadzoue bydź budynku, niedotykać się ie-

duak tegoż budynku bezpośrednio, ale za pomocą wystających prętów przynajmniej na pół stopy odstawać. — Co się zaś tyczy trzeciéj części, to jest: połączenia z ziemią, na to zważać należy, ażeby drót spuszczoney do ziemi był od fundamentów oddalony, żeby się dotykał ile możności dobrego przewodnika, a zatem najstosowniej gdy w ziemi doprowadzony jest do wody, lub w ogólności do wilgotnego miejsca; zresztą ażeby to udzielenie zściągnionego płynu było tem łatwiejsze, drót w ziemię wchodzący na kilka odnog ostro zakończonych, jest podzielony. (*)

751. Co się zaś tyczy zabezpieczenia własney osoby przeciw piorunom; w ogólności podczas takowey burzy unikać należy wszelkich dobrych przewodników, rozgrzania własnego ciała, tudzież miejsc parami iakiem lub dymem wypełnionych. I tak będąc w pomieszkaniu trzeba się oddalać od scian, pieców, zwierciadeł, czyli ze najbezpieczniyszem jest miejscem środek izby; najniebezpieczniysze zaś w tym względzie miejsce jest przy kominie, a to tem bardziej, gdy się ieszcze na nim pali. W łóżku iakkolwiek osoba otoczona jest ztemi przewodnikami, lecz pocenie się, i powstająca ztąd para, może się dla pioruna stać dobrym przewodnikiem. Znajdując się zaś zewnątrz pomieszkania, bezpieczniiej jest w śro-

(*) Rozprawa: o niektórych szczegółach wymagających pilnieyszej bacności przy zakładaniu konduktorów na budowlach mieszkalnych, przez Karola Kortnna, znajduie się w Rocznikach Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego T. 3 k. 46.

dku ulicy aniżeli pod domami, a w polu unikać należy wody, drzewa, stóg siana i t. p, nie trzeba stać pod samem drzewem lecz w pewney odległości, iak *np.* na 10 stop. Z resztą zasady lekarskie wskażą, iak się obchodzić z takowym który od piorunu uderzonym został.

752. Błyskawica bez grzmotu nawet w czasie pogody postrzegać się dająca, jest także elektrycznością, w znaczney odległości pomiędzy chmurami przepływająca; tak że można tę naznaczyć nieiako różnicę, iż piorun jest elektrycznością z chmur do ziemi lub z ziemi do chmur przepływająca, a błyskawica elektrycznością pomiędzy chmurami do równowagi się układającą.

753. W czasie gdy atmosfera jest elektrycznością napełniona, postrzegać się dają światełka na końcach przedmiotów wzniesionych, będących zarazem dobrymi przewodnikami, iak *np.* na końcach konduktorów, masztów, tudzież chorągiewek kierunek wiatrów wskazujących, światełka takowe, u dawnych pod nazwiskiem Kastor i Pollux były znane.

§. 106. *O Meteorach wodnych.*

754. Do meteorów wodnych liczymy: mgłę, chmury, deszcz, śnieg, grad, rosę i zamroz. (*) Pomiedzy mgłą a chmurą ta tylko jest różnica, że mgła niższe, a chmura wyższe warstwy atmosfery zajmuie, tak iż chmura na dole będącemu,

(*) Obacz Rozprawę o rozpuszczeniu przez Jędrzeja Sniadeckiego, w Rocznikach Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego, T. 5 k. 521.

stanie się mgłą, gdy w góry się dostanie, i przeciwnie mgła stanie się chmurą, gdy z góry na dół zstępuje. — Tak chmura iak i mgła jest skutkiem przesylenia powietrza, głównie przez niżenie temperatury powstającego; — które to niżenie temperatury albo może powstać w tem miejscu, w którym się chmury i mgły okazują, albo też może bydź sprowadzone napływem powietrza z zimniejszych okolic. — Nikną zaś chmury i mgły, gdy albo wiatrem w inne strony uniesione zostaną, albo gdy się temperatura tego miejsca podniesie, albo uareszcie gdy się temperatura ieszcze bardziej niży, wtenczas bowiem woda w powietrzu się utrzymująca tem więcej w stan ciekły przechodząc, w kształcie kropli na ziemi opada, — Podwyższenie zaś temperatury uskutecznia się albo ogrzaniem promieni słonecznych, albo napływem powietrza z cieplejszych okolic, albo uareszcie gdy chmury w cieplejsze okolice wzniesione zostaną.

755. Chmury bardzo w rozmaitey wysokości, i w rozmaitym okazują nam się kształcie. — Nad chmurami pod względem tak wysokości iak i kształtu liczne czynił postrzeżema Howard, który rozróżnia siedem gatunkow chmur, oddzielnemi nazwiskami łacińskimi oznaczonych, te częstokroć w zapisywaniu postrzeżeń meteorologicznych używane, są następujące; pod *Cirrus* (pie-rzaste), są to bardzo drobne i cienkie chmurki w kształcie loczków, ze wszystkich stron następnie powiększające się; do tych należą naywyżey znajdujące się w kształcie prążków, są najmniejszych

gęstości, lecz częstokroć najznaczniey się rozszerzają. 2^{te} *Cirrocumulus*, są to okrągławe poniżej unoszące się chmury, powstające pospolicie w tedy, gdy się poprzedzające zniżają, lubo mogą także i same przez się powstawać, gdy powietrze ciepleysze i parą wodną wypełnione, przepływa przez warstwę powietrza oziembioną. — 3^{cie} *Cirrostratus*, do tych należą poziome chmur warstwy, po brzegach się zwężające; najczęściej okazują się pomiędzy sobą zbliżone, powstają zaś gdy powietrze zimne przechodzi przez powietrze ciepleysze wilgocią napełnione. — 4^{te} *Cumulus* (chmury kłębowe), są kształtu na pół okrągławego, powstają zaś przez wznoszenie się z powierzchni ziemi pary wodnej, która dotykając się zimniejszy warstw powietrza, powraca do stanu ciekłego, dla tych powierzchnia poziomą pozostaje. Powstają częstokroć w ostatnich godzinach pięknego poranku i wznoszą się aż do popołudnia, gdy jest powietrze najciepleysze, następnie zmniejszają się, tak iż wieczor znowu jest wypogodzony. 5^{te} *Cumulostratus*, oznacza owe gęste chmury nieoznaczonego kształtu, których wierzchnia powierzchnia na wszystkie się strony rozciąga. 6^{te} *Stratus*, czyli warstwa mgły, jest to chmura bezpośrednio do powierzchni wody lub ziemi przylegająca. 7^{me} *Nimbus*, oznacza chmurę, z której deszcz pada.

756. Deszcz jest skutkiem zamiany pary w stan ciekły, której zamiany przyczyna byź może już to oziębienie, już to przepływ powietrza z okolic wilgotnych, już nareszcie przeciwny stan ele-

ktryczności w chmurach. — Krople spadające coraz się bardziej powiększają, dla tego w naczyniu niżej stojącym, w tymże samym czasie więcej się zebraney wody okaże, aniżeli w naczyniu powyżej się znajdującem,

757. Do dochodzenia ilości wody opadającej, służy narzędzie nazwane Hyetometrem lub Om-brometrem; — i takowem bydź może każde prawie naczynie, na wolne powietrze wystawione, lecz tak, ażeby w to nie przybywała inna woda iak tylko z powietrza spadająca, nadto powinno bydź tak urządzone, ażeby woda w to naczynie nie wsiąkała, ani żeby iey część przez parowanie nie ginęła; dla tego używają się tym celem dwa naczynia szklane, lub blaszane polakierowane, iedno nad drugim się znajdujące, z tych wie-rzchnie leykiem iest zakończone, za pomocą którego woda spływając w drugie naczynie, tem samem zostaje przykrytą, i nie parnie; z resztą po każdym deszczu łatwo oznaczyć można podług ilości zebraney wody, iaką wysokość zajmuie warstwa wody opadłej.

758. Woda deszczowa iest zazwyczaj czysta, zwłaszcza po niejakim czasie, gdy iuż nie iest połączona z cząstkami obcemi w powietrzu się unoszącymi. — Trafia się iednak, że te obce istoty wiatrem napędzone i w znaczniejszej ilości z wodą deszczową się mieszaące, są przyczyną szczególnymi nazwiskami oznaczanych deszczów, iak np. siarczystych, krwistych i t. p.

759. Śnieg powstaie, przez zamarznięcie pary, zamieniającej się w stan stały, który opada

w regularnych kryształkach, albo raczy gwiazdeczkach sześciokątnych, gdy temperatura jest niska i powietrze jest spokojne. Z resztą w podobny sposób iak deszczu, dochodzi się ilość i śniegu spadającego. (*)

760. Grad zazwyczaj pada w lecie, i to tylko pospolicie we dnie. — Różne są sposoby tłożenia przyczyny powstawania gradu, które jednak wszelkich trudności nie rozwiązują. W ogólności zdaie się, że w tym razie największy ma wpływ działanie elektryczności; — nadto większa temperatura, przez działanie promieni słonecznych, na wierzchnią powierzchnię chmur, działających; przez co część wody w kroplach zebraney zamienia się znouu w parę, a tem samem niższe warstwy teyże chmury oziemiaią się tak dalece, iż przechodzą w stan stały; — zamrożone tym sposobem najwyższe cząstki, opadając oziemiaią następne, te łącząc się z pierwszemi, powiększają objętość spadającego gradu, który tym jest większy, im się wyżej chmury znajdują, tudzież w dalszym ciągu spadania. Działanie promieni słonecznych na parowanie chmur, zdaie się także bydź przyczyną, dla czego grad zazwyczaj tylko we dnie pada. Nadto do głównych przyczyn tego meteoru należy także policzyć i wiatr, który oziemiając tę część atmosfery, w której zawieszono

(*) O granicy wiecznych śniegów na północy wiadomość u mieszczona w Dzienniku Wileńskim z R. 1820 T. 3 k. 306.

ne są chmury, tem samem tę parę zgęszcza i na stan stały zamienia.

761. Odkryto w tych czasach sposób zabezpieczenia roli od szkodliwych skutków gradu, a to stawianiem oddzielnego gatunku konduktorów przeciw - gradowych, które w pewnych odległościach pomiędzy sobą po polach są umieszczane. Zazwyczaj na drążku drewnianym osadzony jest pręt metalowy zaostrowany, od tego dana jest komunikacja z ziemią za pomocą powrozka z słomy ukreconego, w pośrodku którego znajduje się także i cienki drót. Słoma bowiem jako bardzo dobry przewodnik dopomaga do łatwego przepływu prądu elektrycznego; — którego zbieranie się w chmurach za główną przyczynę formowania się gradu jest uważane. (*)

762. Rosę stanowi owa wilgoć osiadająca na ciałach, na wolne powietrze wystawionych, w czasie pogodnych dni lata, po zachodzie słońca. Wilgoć ta powstaje przez oziębienie pary wodnej w atmosferze się znajdujący; te więc ciała na których opada rosa, muszą być zimniejsze od otaczającego powietrza, co się skutecznia za pomocą ciepłika promienistego, jak to pięknie wytłómaczył Wells. (*) Z kąd z łatwością niektóre zda-

(*) O konduktorach ze słomy, przez P. Lapostole obacz Dziennik Wileński, z R. 1821 T. 1 k. 184 tudzież o gradach z R. 1820 T. 2 k. 358.

(*) Teorya rosy, i tłómaczenie fenomenów objawiających się przy iey tworzeniu się podług nauki P. Weela, — znajduje się umieszczona w Dzienniku Wileńskim, z R. 1820 T. 1. k. 438. tudzież w Cwiczeniach Naukowych z R. 1818 T. 1 k. 118-

rzenia rosy wytlómaczyć się dadzą, iako to: że to samo ciało, tem się więcej rosą pokrywa, im jest mniej od innych ciał otoczone, od którychby mógł nazad przybywać ciepłik w promieniach się rozchodzący, dla tego to w bliskości lasow mniej aniżeli gdzie indziej rosy opada; — na to samo ciało tem więcej rosy opada, im niebo bardziej jest wypogodzone, chmury bowiem są przedmiotami, od których rozchodzi się także ciepłik w kształcie promieni; — z dwóch ciał na tem więcej opada, które ma własność łatwiejszego wypuszczania ciepłika promienistego, i tak więcej opada na powierzchni szkła, iak na powierzchni metalu; nareszcie że obfitsza jest rosa w spokojnem, aniżeli poruszonem powietrzu.

763. Zamroz jest zamarznąją rosą, w tedy się zatem okazuje, gdy powierzchnia ciał poniżej punktu wody marznącej jest oziębiona, postrzegać się zaś daje szczególniey na końcu zimy.

§. 107. *O meteorach powietrznych.*

764. Do meteorow powietrznych liczymy wiatry, tudzież zmiany wysokości barometryczney.— Wiatrow przyczyną, jest wszystko to, co tylko zmienia ciężkość gatunkową lub sprężystość powietrza; — te zaś zmiany nayogólniey skuteczna zmiana temperatury, dla tego naygłównieyszą przyczyną wiatrow jest różne położenie słońca w różnych porach tak roku, iak i dnia; oprócz téy inne także okoliczności są przyczyną powstawania i zmiany temperatury, iako to, pa-

rowanie, przyciąganie słońca i księżyca, tudzież obrot ziemi około osi; — rozmaity stan elektryczności chmur, nagłe wydobycie się gazów, pożary, i t. p.

765. Wiatry rozróżniać się mogą pod względem prędkości, kierunku, i trwania.— Pod względem prędkości wielka zachodzi rozmaitość; iak bowiem poruszenia powietrza mogą być tak słabe, iż ledwie są wstanie liścia na drzewie poruszyć, tak są także i tak mocne, że i naygrubsze drzewa a nawet i całe lasy wywracają, które w szczególności orkanami się nazywają. Rozróżnienie wiatrów pod tym względem uskutecznia się, albo podług skutków *np.* poruszania liści, gałęzi, drzew całych i t. p, albo podług drogi w tymże samym czasie przebieżony.

766. Pod względem kierunku, może być poruszone powietrze, albo w kierunku poziomym, albo w kierunku ukośnym na dół lub do góry; zresztą pod tym względem wiatry nazwisko swoje biorą od strony świata z której wieją, i nazywają się północne, południowe, wschodnie i t. p; takowych okolic rozróżniają 32, z kąd powstaie tak nazwana róża wiatrów (*rosa ventorum*); w tey cztery okolice główne są południe, północ, wschod, i zachod, dzielące obwód koła na cztery równe części, i oznaczane literami *S, O, N, W*, z tych powstaiały cztery inne to iest, wschodnio-południowy, zachodnio-południowy, wschodnio-północny i zachodnio-północny, i tak następnie; w składaniu szczególnych nazwisk, na to się tylko zważa, ażeby główniejsza strona nazwisko kończyła.

767. Narzędzia wskazujące prędkość wiatrów Anemometrami, a wskazujące kierunek wiatrów nazywają się Anemoskopami lub Plagoskopami; — za które służy każda chorągiewka na szczytach domów umieszczona, a żeby wskazywanie takowey w każdej porze było widoczne, pręt na którym umocowana jest chorągiewka, przechodzi przez dach do pomieszczenia, i zakończony jest w drugim końcu indexem, który na tarczy do tego urządzoney wskazuje kierunek wiatrów, iak się bowiem chorągiewka obraca, tem samem obraca się pręt i index. — Dla oznaczenia zaś prędkości wiatrów, zamiast chorągiewki umocowane są skrzydła kształcie wiatrączku, które tem się prędkość obracają, im i prędkość wiatru jest większa; — niższy koniec pręta na którym się takowy wiatrączek znajduje, za pomocą koł zębatach index tak obraca, a żeby ilość obrotów w danym czasie wskazywał.

768. Co do trwania dzielą się wiatry na ciągłe, peryodyczne, i zmienne. — Do ciągłych, należy wiatr wschodni na morzach strefy gorącej to jest, pomiędzy kołami zwrotnikowemi wiejący; którego przyczyną jest ogrzanie powietrza, w tem miejscu w ciągu całego roku największe, tudzież obrot ziemi około osi od wschodu na zachod, którego prędkość nie wszędzie jest jednakowa, lecz największa pod równikiem, a coraz mniejsza pod biegunem, ta nie jednakowa prędkość obrotu sprawia tem samem poruszenie atmosfery. — Peryodyczne są podwójnego gatunku, które w pewnych porach roku, i w pewnych porach dnia w ozna-

czonych wiać kierunkach. — Do pierwszych należą *np.* wiatr morza indyjskiego, który w lecie jest południowo-wschodnim, a w zimie północno-zachodnim; tych przyczyną jest także różne położenie słońca, obrot ziemi, a nadto i pewny kierunek pobliskiego łańcucha gór. — Do drugiego zaś gatunku wiatrów peryodycznych, należą wiatry szczególniej na małych wyspach we dnie wiejące z morza na ląd, a w nocy z lądu na morze; przyczyną takowych wiatrów jest zmiana temperatury, we dnie bowiem nad wyspami powietrze bardziej ogrzane aniżeli nad morzem, wznosi się zatem w górę, a w miejsce tego zimniejsze z morza przyptywa; przeciwnie zaś w nocy nie tak prędko się powietrze nad wodą będące oziębia, jest zatem cieplejsze, i staie się przyczyną wiatru z lądu na morze wiejącego. — Zmienne wiatry w strefie umiarkowanej i zimnej panujące, zmieniają się ciągle tak ogólnemi, iak i innejsco-wemi zmianami przyczyn działających.

769. Oprócz tych wiatrów które mają pewny kierunek, trafiają się kierunki nieoznaczonego, albo raczy wirowego, co się w ten czas przytrafia, gdy pewna kolumna powietrza dla zachodzących przeszkod, lub działaniem wiatrów w przeciwnych kierunkach wiejących, tak jest poruszona, iż razem ma bieg i postępujący i wirowy. Tego gatunku wiatr jest początkiem meteoru znanego pod nazwiskiem trąby morskiej lub lądowej, podług tego iak na morzu, lub na lądzie powstae; w której chmary takowym wiatrem za-

chwyczone okazują się, w kształcie wywróconego wewnątrz wydrążonego stożka, końcem niższym nie tylko obfity deszcz na wszystkie strony rozrzucającego, znanego także pod nazwiskiem oberwania się chmury, ale także największe zniszczenia tak w okrętach na morzu, iak w drzewach i budynkach na lądzie sprawującego. (*)

770. Pod względem własności, wiatry są zimne i ciepłe, suche i wilgotne, tudzież zdrowe i szkodliwe, co wszystko zawisło od okolic z których wieją. I tak u nas wiatry północne są zimne i wilgotne, a południowe są ciepłe i suche, co jest skutkiem położenia geograficznego naszego kraiu.

Do wiatrów ze swoich własności szczególniejszych należą: 1^{od} Harmattan, wiejący na zachodnich brzegach Afryki, powstaie od wschodu z wielkiej afrykańskiej puszczy, jest więc tem samem bardzo gorącym i suchym, opada z nim częstokroć delikatny piasek, lecz zresztą nie jest zdrowiu szkodliwym, wyjąwszy, iż wielką suchością jest przyczyną pękania warg, i przyszczenia się skóry. — 2^{re} Samiel, nazywany także Samum lub Smum, który szczególniej panuje w piaszczystych Arabii okolicach, jest nader gorącym i wielce niebezpiecznym, unosi bowiem z sobą delikatny proszek, który wszelkiemi otworami w ciała wchodząc, sprawia gwałtowne zapalenia; kolumna czerwona i nieiako ognista

(*) Obacz: Rozprawę, o trąbie powietrznej przez Karola Skrodzkiego, w Rocznikach Towarzystwa Przyjaciół Nauk Warszawskiego, T. 14 k. 51.

zbliżenie się tego wiatru wskazuje, od którego zabiłających skutków, na nieiaki przynajmniej czas zabezpieczyć się można, kładąc się twarzą do ziemi. — 3cie Chamsim wiatr gorący w Egipcie wiejący, w skutkach swoich do poprzedzającego podobny, tylko mniej gwałtowny. — 4te Scirocco podobnież wiatr gorący w Sycylii i we Włoszech wiejący, zdaie się być przedłużeniem poprzednich z Azji i Afryki przybywających, z tą tylko różnicą, iż przebywając morze śródziemne nie piaskiem, lecz parą wodną obficie jest napełniony.

771. Co się tyczy zmian barometrycznych, już z tego co się w Aerostatyce powiedziało, wiadomo że ciśnienie powietrza nie tylko jest różne w różnych miejscach, lecz różne jest także i w tem samem miejscu w różnych czasach, wszystko bowiem co tylko powiększa lub zmniejsza masę ciążącego płynu powietrznego, lub co zmienia tegoż gęstość i sprężystość, jest zarazem przyczyną zmian barometrycznych. — Główniejsze zaś wypadki z postrzeżeń nad zmianami barometrycznymi uczynionych, są następujące: 1od ze różnicą pomiędzy największą a najmniejszą wysokością barometryczną na tem samem miejscu, tem jest większa, im to miejsce od równika jest bardziej oddalone, tak iż w bliskości równika ta różnica ledwie dwie linie wynosi, w naszych zaś stronach do dwóch cali dochodzi. 2re Ze w bliskości równika, nawet te tak małe zmiany barometryczne, uskuteczniają się z pewną regularnością, i są podobne do peryodycznego wznoszenia się i opadania

morskiego. — 3cie Że znaczne tak opadnięcie iak i wzniesienie się merkuryusza w barometrze, w znaczney rozciągłości na powierzchni kuli ziemskiej postrzegać się daie. — 4te Że za podniesieniem się merkuryusza częstokroć lubo nie zawsze następuje pogoda, za opadnięciem zaś zwyczajnie następuje śłota lub wiatr. — Gdy zaś wznoszenie się lub opadnięcie barometryczne iest wolne lecz ciągle, tem też pewniey pogoda lub śłota następuje. — Że zaś w ogóle większe ciśnienie powietrze na barometr wywiera w czasie pogodnym aniżeli ślotnym, tę naznaczyć można przyczynę, że w pierwszym razie znajduje się woda w stanie lotnym, a zatem na barometr ciśnie tak powietrze iak i woda w stanie lotnym będąca; — gdy tym czasem w drugim razie para wodna przechodząc do stanu ciekłego działać na barometer przestae.

772. Ciągłe uważanie i zapisywanie wszelkich zdarzeń szczególniey w atmosferze ziemskiej dostrzeganych, stanowi tak nazwaue postrzeżenia meteorologiczne; — które ażeby do wzrostu nauk przyrodzonych mogły być przydatnymi powinny być w ten sposob uskutecznione, żeby mogły być z pewnością z postrzeżeniami innych mieysc porównywane, — a tem samem ażeby posłużyły do wyprowadzenia ogólnych praw przyrodzenia, Mieysce zatem czynionych postrzeżeń, w sobie samem uważane, równie iak i pod względem wpływu okolicznych położeń, z wszelką ścisłością odznaczone być powinno. — Narzędzia do czynienia podobnych zapisów używane, opisane. — I czas uczynionych postrzeżeń wskazaui.

Narzędzia użyte nie tylko powinny być dokładnie zrobione, ale nadto powinny także być stosownie umieszczone, ażeby tem samem od wpływu obcych okoliczności były zabezpieczone. Zresztą poprzedni wykład wskazuje że narzędzia, do czynienia postrzeżeń meteorologicznych używane, są głównie; Termometr, Barometr, Anemometr, Higrometr, Hietometr, i t. p. — Odmiany w tych narzędziach postrzegane nie tylko powinny być uważane codziennie w pewnych i oznaczonych przeciągach czasu, ale nadto, i w każdej innej chwili okazującego się' niezwyčajnego zjawienia. Szczegółowe w tey mierze przepisy znajdują się w wydanej dla Szkół Państwa Rosyyskiego Instrukcyi do układania zapisów w przedmiotach różnych nauk, a w szczególności w Instrukcyi do robienia postrzeżeń meteorologicznych i innych pożytecznych w przedmiocie Fizyki.

S P I S

Zawartych w tem dziele przedmiotów.

W S T Ę P.

P przedmiot nauk fizycznych w ogólności, 1. — Znaczenie wyrazu *przyrodzenie*, 2. — Podział ogólny nauk fizycznych, 3. — Przedmiot właściwey Fizyki, 4. — Znaczenie wyrazu *ciało*, 5. — Sposoby przekonania się o bytności ciał, 6. — Znaczenie *zdarzenia* przyrodzenia, 7. — Różnica pomiędzy postrzeżeniem a doświadczeniem, 8 — pomiędzy ciałami ujętami a nieujętami. 9 — Podział właściwey Fizyki. 10 — Użyteczność teyże. 11. — Znaczenie *własności*. 12. — tych podział na ogólne i szczególne 13.

§. 1. *O rozciągłości.*

Wyobrazenie rozciągłości, 14.

§. 2. *O kształcie.*

Kształt ciał w ogólności. 15 — Ciał stałych. 16. — Ciał ciekłych. 17 — Ciał powietrznych. 18 — Sposoby zmieniania kształtu ciał 19.

§. 3. *O podzielności.*

Podzielność matematyczna i fizyczna. 20 — Przykłady wielkicy ciał podzielności, 21. — Podział ciał na stałe, ciekłe, i lotne. 22. — Przyczyna tego różnego ciał stanu. 23. — Pośrednie stopnie skupienia ciał 24.

§. 4. *O twardości i spójności.*

Podział ciał na twarde i spójne. 25. — Przyczyny twardości. 26. — Sposoby dochodzenia spójności ciał. 27. — Skutek działania siły, uderzeniem, 28. — ciśnieniem, 29. kruszeniem, 30. — rozerwaniem. 31.

§. 5. *O Nieprzenikliwości.*

Znaczenie nieprzenikliwości. 32. — Nieprzenikliwość ciał stałych i ciekłych, 33. — tudzież powietrza. 34. — Przykłady zdające się przenikliwość ciał wskazywać. 35. — Różnica pomiędzy masą, a objętością ciał. 36. — Wyobrażenie wagi, gęstości i ciężkości gatunkowej 37.

§. 6. *O dziurkowatości.*

Znaczenie dziurkowatości ciał. 38. — Ztąd wypływające inne szczególne ciał własności. 39. — Znaczenie rozszerzalności i ściśliwości 40.

§. 7. *O ciągłości.*

Różnica ciał ciągłych i sprężystych. 41. — Okoliczności wpływające na ciągłość ciał. 42. — Zastosowanie ciągłości 43.

§. 8. *O sprężystości.*

Okoliczności wpływające na sprężystość ciał. 44. — Zastosowanie sprężystości 45.

§. 9. *O przyciąganiu.*

Wyobrażenie siły przyciągania. 46. — Ztąd powstające ciężenie ogólne. 47. — Przyłgnięcie. 48. — Powinowactwo. 49. — Skupienie. 50. — Ciała jednorodne i różnorodne. 51. — Własność ruchu. 52. — Wyobrażenie bezwładności 53.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

Skutki z działania ciał powstające. 54. — Mechanika w ogólności, i ię podział 55.

ROZDZIAŁ PIERWSZY.

POCZĄTKI STATYKI

§. 10. *O równowadze sił.*

Wyobrazenie siły. 56. — Różnica pomiędzy spoczynkiem a równowagą. 57. — Oznaczenie działania siły. 58. — Siła wypadkowa i siły składające. 59. — Główny przedmiot Statyki. 60. — Sposoby uważania sił działających. 61. — Trzy przypadki działania sił na jeden punkt. 62. — Dowód równoległoboku sił. 63. — Różne tego gatunku zdarzenia. 64. — Siła wypadkowa kilku sił ukośnie działających. 65. — Rozkład siły wypadkowej. 66. — Przedmioty do oznaczenia gdy siły na zbior punktów działają. 67. — Sposoby działania sił na ciało. 68. — Wypadek gdy działają siły, różne w kierunkach równoodległych, 69. — Siły nierówne w tychże kierunkach, 70. — Tudzież w kierunkach nachylonych, 71. — Znaczenie momentu statycznego, 72. — Znaczenie środka sił równoodległych, 73.

§. 11. *O środku ciężkości.*

Znaczenie środka ciężkości, — 74. Zastosowanie do ciał, 75. — Różnica pomiędzy środkiem ciężkości, a środkiem wielkości, 76. — Przypadki w których razem, lub nierazem przypadają, 77. — Sposoby podpierania ciał, 78. — Zastosowania środka ciężkości do utrzymania ciał w równowadze, 79.

§. 12. *O Machinach.*

Znaczenie maszyny, 80. — Ich zamiar, 81. — Oko-

liczności służące do ocenienia machin, 82. — Podział machin, 83. — Główna tychże zasada, 84. — Drażek 85. — Waga, 86. — Waga hydrostatyczna, 87. — Przemian, 88. — Dynamometr, 89. — Blok, 90. — Koło na walcu, 91. — Równia pochyła, 92. — Klin, 93. — Szruba, 94. — Zasada machin składanych, 95. — Główniejsze maszyny składane, 96. — Bloki składane, 97. — Koła zębate, 98. — Główniejsze przeszkody w maszynach, 99. — Srodek, 100. — Tarcie, 101. — Tęgość sznurow, 102.

ROZDZIAŁ DRUGI.

D Y N A M I K A.

Przedmiot Dynamiki, 103.

§. 13. *O ruchu w ogólnosci.*

Okoliczności ruchu, 104. — Ruch pojedynczy i składany, 105. — Prostoliniowy, i krzywoliniowy, 106. — Czas, 107. Prędkość, 108. — Podział ruchu pod względem prędkości, 109. — Ruch bezwzględny i względny, właściwy i wspólny, postępujący i wirowy, 110. — Znaczenie wielkości, czyli momentu ruchu, 111. — Różne zastosowania, 112.

§. 14. *O ruchu iednostaynym.*

Przypadek ruchu ciał iednostaynego, 113. — Wielkość drogi w tego gatunku ruchu, 114. — Stosunek drog, czasów, i prędkości, 115. — Stosunek wielkości ruchu. czasów i prędkości, 116.

§. 15. *O ruchu nieiednostaynym.*

Przypadki ruchu przyspieszonego, 117. — Przypadek w którym siła ciągle działająca, sprawia ruch tylko iednostayny, 118. — Prędkości wzrastają iak liczby naturalne, 119. — Drogi są połową drog ruchu iedno-

stajnego prędkości końcowey, 120. — W czasach osobno branych mają się iak liczby nieparzyste, 121. — W czasach razem branych mają się iak kwadraty, 122. — Ogólne zasady ruchu iednostajnie przyspieszonego, 123. — Przykład takowego ruchu, 124. — Użycie maszyny Atwooda, 125. — Tłómaczenie różnych zdarzeń, 126. — Przypadki poruszenia ciał biegiem opóźnionym. 127. — Zasady ruchu opóźnionego 128.

§. 16. *O ruchu rzutu.*

W ruchu rzutu przypadek potrójny, 129. — Wypadek w każdym razie, 130. Przedmiot Ballistyki, 131.

§. 17. *O ruchu środkowym.*

Znaczenie ruchu środkowego tudzież sił wśród, i odśrodkowych, 132. — Powstanie tego gatunku ruchu, 133. — Ogólne prawidło ruchu środkowego 134. — Ruch środkowy ciał niebieskich 135.

§. 18. *O ruchu wahadeł.*

Wahadło pojedyncze i składane, 136. — Teorya wahadeł, 137. — Trwanie wahadeł, 138. — Zastosowania teoryi wahadeł 139.

§. 19. *O uderzeniu się ciał.*

Różne przypadki uderzenia się ciał, 140. — Zasady uderzenia się ciał niesprężystych, 141. — Tudzież ciał sprężystych, 142. — Stwierdzenie tych zasad doświadczeniem, 143. — Skutek uderzeń mimośrodkowych, 144. — Uderzenia na płaszczyznę niewzruszoną, 145. — Zastosowanie tych zasad w rozsądzeniu skał, 146.

ROZDZIAŁ TRZECI.

HIDROSTATYKA.

§. 20. *O ciśnieniu cieczy na boki.*

Różnica pomiędzy ciśnieniem ciał stałych, a ci-

śnieniem ciał ciekłych, 147. — Ciśnienie cieczy na dno, 148. — Na loki, 149. — W górę, 150. — Prassa Reala, machina Segnera, i młyn Beckera, 151. — Zasady rurek spółkujących 152.

§. 21. *O ciśnieniu cieczy na ciała zanurzone.*

Potrójny przypadek włożonych ciał stałych w ciecz, 153. — Główna zasada ciał zanurzonych, 154. — Dowód tej zasady 155. — Potwierdzenie doświadczeniem, 156 — Ta część wagi, którą traci ciało, nie ginie, 157. — Wnioski z tąd wypływające, 158.

§. 22. *O ciśnieniu cieczy na ciała pływające.*

Główna zasada ciał pływających, 159 — Potwierdzenie doświadczeniem, 160. — Wypływające z tąd wnioski, 161. — Pływanie ciał cięższych, 162. — Zastosowania ciał pływających, 263. — Naydogodniejsze położenie ciał pływających, 164. — Użycie ciał pływających 165.

§. 23. *O Areometrach.*

Zamiar Areometrów, 166. — Areometra z ciężarkami, 167. — Z podziałkami, 168. — Sposob urządzenia Areometru Beaumego 169.

§. 24. *O ciężkości gatunkowey ciał.*

Ciało służące do porównania ciężkości gatunkowey, 170. — Sposoby dochodzenia teyże w ciałach stałych, 171. — Różne w takowem dochodzeniu zachodzące przypadki, 172. — Sposoby dochodzenia ciężkości gatunkowey ciał ciekłych, 173. — tudzież ciał powietrznych, 174. — Zastosowania 175.

§. 25. *O włoskowatości.*

Znaczenie włoskowatości, 176. — Zasada teyże, 177. — Rzeczytna, et 178. — Zdarzenia tu należące, 179.

ROZDZIAŁ CZWARTY.

HIDRAULIKA.

§. 26. *O ruchu cieczy w ogólności.*

Różny ruch w cieczach postrzegać się dający, 180. — Zdarzenia w czasie wypływu postrzegane wewnątrz, 181. — tudzież zewnątrz naczynia 182.

§. 27. *O ilości cieczy wypływającej.*

Okoliczności wpływ mające na ilość cieczy wypływającej, 183. — Oznaczenie teyże w naczyniu zawsze pełnem, 184. — tudzież wypróżniającem się, 185. — Stosunek ilości cieczy wypływającej, 186. — Oznaczenie ilości cieczy wypływającej rurkami, 187. — Wpływ rurek na powiększenie lub zmniejszenie teyże ilości, 188. — Zasady płynienia cieczy rurami 189.

§. 28. *O ciśnieniu cieczy płynącej.*

Różne ciśnienie cieczy płynącej, 190. — Zastosowanie w taranie hydraulicznym, 191. — Płynienie cieczy korytami, 192. — Zmniejszanie się prędkości 193.

§. 29. *O fontannach.*

Znaczenie fontann, 194. — Przeszkody w tychże zachodzące 195.

§. 30. *O działaniach cieczy płynącej.*

Ruch wahadłowy, 196. — Ruch poruszonej powierzchni cieczy, 197. — Skutki działania cieczy uderzaniem, 198. — Złamanie kierunku ciała na powierzchnię cieczy uderzającego, 199. — Skutki działania cieczy tarcie 200.

ROZDZIAŁ PIĄTY.

AEROSTATYKA.

Różnica Aerostatyki od Hydrostatyki 201.

§. 31. *O ciężkości powietrza w ogólności.*

Najpierwsze Galileusza przekonanie o ciężkości powietrza, 202. — Przypadek zwracający uwagę na ten przedmiot, 203. — Dowiedzenie ciężkości przez Torricellego, 204. — Potwierdzenie doświadczeniem przez Paskala 205.

§. 32. *O maszynie pneumatycznej.*

Istotne części maszyny pneumatycznej, 206. — Maszyny z kruczkami, 207. Sposob zgęszczenia, 208. — tudzież rozrzedzenia powietrza, 209. — Maszyny z kłapkami, 210. Różnica pomiędzy temi maszynami, 211. — Skład maszyn hydrauliczno-pneumatycznych 212.

§. 33. *O barometrze.*

Zamiar barometru, 213. — Jego skład najprościej-szy, 214. — Zamiar różnych odmian w barometrze, 215. — Najogólniejszy tychże podział, 216. — Sposoby pewnego oznaczenia wysokości merkuryusza, 217. — Barometr Morlanda, Bernuillego, Hugieniusza, 218. — zegarowy, 219. — morski i podróżny 220. — Epruwetta, 221. — Ostróżności zachować się mające w robocie Barometru, 222. — tudzież w użyciu Barometru, 223. — Barometrograf, 224. — Odmienny gatunek Barometru P. Wright 225.

§. 34. *O ciężkości i sprężystości powietrza w szczególności.*

Sposob przekonania się za pomocą tych narzędzi o ciężkości powietrza, 226. — Ciśnienie powietrza jest skutkiem ciężkości i sprężystości, 227. — Wielkość ciśnienia powietrza na powierzchnią człowieka, 228. — Barometr i innych ciał lotnych wskazuje ciśnienie, 229. — Maszyną pneumatyczną rozrzedza się tylko powietrze, 230. — Rozrzedzenie formuie ciąg geometryczny 231.

§. 35. *O gęstości powietrza.*

Sposob dochodzenia gęstości powietrza za pomocą Manometru, 232. — Prawo Mariotta co do gęstości powietrza, 233. — Okazanie tegoż na zgęszczonem, 234. — tudzież na rozrzedzonym powietrzu, 235.

§. 36. *O zastosowaniach ciężkości i sprężystości powietrza.*

Pompy ssące, 236. — wypychające, 237. — ssąco-wypychające, 238. — Porównanie tych pomp, 239. — Sikawki, 240. — Lewary, 241. — warunki przydatnych lewarów, 242. — Różne tychże gatunki, 243. — Różne narzędzia od sprężystości powietrza zawisłe, 244. — Zrodła przepuszczające, 245. — Podobieństwo zasad Hidrostatyki i Aerostatyki, 246. — Różność tychże, 247. Granica powietrza atmosferycznego 248.

§. 37. *O wymiarze gór Barometrem.*

Za pomocą powietrza tej samej gęstości, 249. — Gęstości powietrza formiują szereg geometryczny, 250. — Zagadnienie służące do uskutecznienia takowego wymiaru, 251. — Logarytmy do tego służące, 252. — Poprawki czynić się mające 253.

§. 38. *O wznoszeniu się ciał w powietrzu.*

Wysokość wznoszenia się ciał w powietrzu, 254. — Ciała drobne wznoszące się, 255. — Balony podwoynego gatunku, 256. — Z rozrzedzonym powietrzem, 257. — wypełnione gazem wodorodnym, 258. — Użycie spado-chrouu, 259. — Znaczenie Aeronautyki w ogólności 260.

ROZDZIAŁ SZÓSTY

AERODYNAMIKA.

§. 39. *O przyczynach ruchu w powietrzu.*

Przyczyny w ogólności, 261. — w szczególności zmiana

temperatury, 262. — Mniejsza gęstość, i sprężystość, 263. — Ruch ciał stałych i ciekłych 264.

§. 40. *O działaniach powietrza po ruszonego.*

Wielkość skutku poruszonego powietrza, 265. — Latanie jest skutkiem takowego działania 266.

ROZDZIAŁ SIODMY.

AKUSTYKA.

Znaczenie Akustyki 267.

§. 41. *O ruchu drgania w ogólności.*

Przyczyna ruchu drgania, 268. — Podobieństwo do ruchu wahadeł, 269. — Różne tego ruchu gatunki, 270. — Węzły drgania 271.

§. 42. *O dźwięku w ogólności.*

Ciała dźwięk wydające, 272. — Różnica dźwięku od szelestu, 273. Przyczyny natężenia i wysokości dźwięków, 274. — Znaczenie tonu, melodyi, akordu i harmonii 275.

§. 43. *O dźwięku stron.*

Sposoby wzbudzenia dźwięku w stronach, 276. — Okazanie ruchu drgania w stronach, 277. — Związek pomiędzy liczbą drgań, a długością, grubością i naciąganiem strony, 278. — Różność dźwięków ztąd powstająca, 279. — Wytłómaczenie dźwięków w oktawie zaiętych, 280. — Dźwięki z podłużnych drgań stron powstające 281.

§. 44. *O dźwięku prętów sprężystych.*

Przyczyny różnicy dźwięków w prętach, 282. — Wpływ sposobu umocowania 283.

§. 45. *O dźwięku błonek, blaszek, i t. p.*

Kształt węzłów drgania, 284. Doświadczenia Chladnego i Wheatstona 285.

§. 46. *O dźwięku instrumentów dętych.*

Gatunek ruchu powietrza będącego przyczyną dźwięku, 286. — Sposoby tegoż skutecznienia, 287. — W instrumentach dętych jest skutkiem tylko poruszenia powietrza, 288. — Przyczyny różności dźwięków 289.

§. 47. *O głosie.*

Opis organu głosu, 290. — Sposob wydobycia głosu, 291. — Brzuch - mówcy 292.

§. 48. *O rozchodzeniu się dźwięku.*

Wyobrażenie fali dźwięku, 293. — Rozroznienie ciała dźwiękliwego, oddźwiękliwości, i środka dźwięku, 294. — Rozchodzenie się dźwięku przez ciała powietrzne, 295. — Wpływ na natężenie dźwięku, 296. — Prędkość dźwięku, 297. — Rozchodzenie się dźwięku przez ciała ciekłe, 298. — tudzież przez ciała stałe, 299.

§. 49. *O odbiciu się dźwięku.*

Zasada dźwięku odbitego, 300. — Zastosowanie tej zasady w narzędziach do wzmożenia głosu służących; 301. — tudzież w budownictwie, 302. — Zasada powstającego echa, 303. — Wytłómaczenie różnych złą powstających zdarzeń 304.

§. 50. *O uchu.*

Skład organu słyszenia 305.

CZĘŚĆ DRUGA.

Bytność ciał nieuiętnych, 306. — Przypuszczenie dynamistów, 307. — Przypuszczenie atomistów. 308. — Uważane bydz mogą tylko za dogodne sposoby tłómaczenia zdarzeń. 309.

ROZDZIAŁ PIERWSZY.

O CIEPLE.

§. 51. *O cieple w ogólności.*

Potrójne znaczenie ciepła, 310. — Znaczenie Ciepłika, 311. — Skutki wskazujące bytność ciepłika, 312.

§. 52. *O wzbudzeniu ciepła.*

Sposoby wydobycia ciepła, 313. — Różne zastosowania tych sposobów, 314. — Temperatura ciał, 315.

§. 53. *O mierzeniu ciepła.*

Sposoby mierzenia ciepła w ogólności, i użyteczność tychże, 316. — Zasada narzędzi do tego służących, 317. — Potrójny gatunek tych narzędzi, 318. — Ciała ciepłe szczególniej są na termometra przydatne, 319. — Robota Termometrów w ogólności, 320. — Gatunek cieczy, 321 — Kształt rurki, 322. — Robota bańki i wypełnienie cieczą, 323. — Oznaczenie punktów stałych, 324. — Ostrożności w oznaczeniu tychże zachować się mające, 325 — Podziałka termometru, 326. — Termometr Reaumura, 327. — Stosopniowy, 328. — Fahrenheita, 329. — Delisla, 330 — Sposób porównywania tych termometrów pomiędzy sobą, 331. — Termometr powietrzny Drebla i Sanktoryusza, 332. — Akademików Florenckich, 333. — Termoskop Rumfordta, 334 — Delisla, 335. — Termometra zegarkowe, 336. — Pyrometr Pana Guyton de Morveau i Muschoenbroeka, 337.

§. 54. *O rozchodzeniu się ciepła.*

Potrójny sposób rozchodzenia się ciepła, 338 — Główna zasada ciepłika promienistego, 339. — Potwierdzenie tej zasady doświadczeniem, 340. — Używanie w tychże ciał nieświecących tylko ogrzewających, 341. — Podobneż doświadczenie ze śniegiem

lub lodem, 342. — Okoliczności łatwego rozchodzenia się ciepłika promienistego, 343. — Okazanie tego doświadczeniem, 344 — Potwierdzenie prędszemu lub wolniejszemu ciał stygnięciem. 345. — Tłómaczenie różnych ztąd powstających zdarzeń, 346. — Ciepło nietylko się odbija lecz i łanie, 347 — Wpływ względnej temperatury na rozchodzenie się ciepłika promienistego, 348. — Układanie się ciepła do równowagi przez udział, 349. — Podział ciał na dobre i złe przewodniki ciepła, 350 — Sposoby dochodzenia tej różnicy, 351. — Tłómaczenie różnych ztąd powstających skutków, 352 — Stosunek ogrzewania się ciał, 353 — Stosunek stygnięcia ciał 354.

§. 55. *O skutkach ciepła.*

Powiększenie się objętości ciał stałych, 355. — ciekłych, 356 — powietrznych, 357 — Ogólne ztąd wypływające prawidło, 358 — Wyjątki od tego prawidła, 359. — Pyrometr Wegwooda, 360. — Tłómaczenie różnych skutków z powiększenia objętości powstających, 361. — Zastosowanie w Kompensatorach, 362. — Przyczyny sprawujące przemianę stanu ciał, 363. — Skutki przemian wszelkim sposobem uskuteczionych, 364. — Okazanie różnicy pomiędzy ciepłikiem wolnym, a uwięzionym 365.

§. 56. *O ciepłiku gatunkowym.*

Znaczenie ciepłika gatunkowego, 366. Okazanie tegoż, 367. — Różność zawisła nietylko od różnej natury, lecz i od różnego stanu ciał, 368. — Wspólna jedność porównania, 369. Dochodzenie ciepłika gatunkowego za pomocą mieszanin, 370. — Główny zamiar Kalorymetrów, 371. — Podwójny gatunek kalorymetrów, 372. — Sposób dochodzenia ciepłika gatunkowego ciał lotnych, i palących się 373.

§. 57. *Przemiana ciał stałych na ciekłe, i ciekłych na stałe.*

Różny stopień temperatury w czasie topienia się ciał, 374. — Niewłaściwy podział ciał na topliwe i nietopliwe, 375. Rozmaitość w czasie topienia się ciał postrzegana, 376. — Skutek postrzegany w ciałach otaczających, 377. — Sposoby otrzymania zimna sztucznego, 378. — Podwyższenie temperatury w czasie przemiany ciał ciekłych na stałe, 379. — Tłómaczenie niektórych zdał powstających zdarzeń 380.

§. 58. *Przemiana ciał stałych i ciekłych.*

Ulotnienie ciał skutecznia się w każdej temperaturze, 381. — Wrzenie powstaie w pewnym tylko stopniu temperatury, 382. — Ten stopień zmienia się z odmianą ciśnienia powietrza, 383. — W zamkniętych naczyniach powstająca para, opóźnia wrzenie, 384. — Zastosowanie w kociołku Papina, 385. — Przemiana ta skutecznia się przez połączenie z ciepłikiem, 386. — Różnica pomiędzy parowaniem a wrzeniem, 387. — Od tych samych okoliczności zawisło parowanie co i wrzenie, 388. — Tłómaczenie różnych skutków, 389. — Nowy sposób zamrożenia wody przez parowanie, 390. — Niepewny podział ciał lotnych na pary i gazy, 391. — Ilość, gęstość i sprężystość pary w miejscu czczem i zamkniętem, 392. — w miejscu powietrzem wypełnionem i zamkniętem, 393. — w miejscu otwartem, 394. — Potwierdzenie doświadczeniem, że ilość pary zawisła od wielkości miejsca, 395. — tudzież od temperatury, 396. — Nareszcie że iest równa tak w miejscu czczem, iak i powietrzem wypełnionem, 397. — Użycie Atmometru, 398. — Ilość pary w tęg samey temperaturze zależy także i od natury ciała, 399. — Różnica wpływu ciepła na parę tworzącą się i utworzoną 400.

§. 59. *Przemiana ciał lotnych na ciekłe.*

Okazywanie się cząstek wody w powietrzu, 401. — Przyczyny tej przemiany stanu ciał, i wytłómaczenie różnych zdarzeń, 402. — Ciała higrometryczne, 403. — Właściwe znaczenie higrometru, 404. — Higrometr Saussura, 405. — Deluka fiszbinowy i z kości słoniowej, 406. — Willsona, 407. — stronowy, 408. — Użycie powiększenia się wagi ciał za higrometr, 409. — tudzież termoskopu Delisla 410. — Sposob oznaczenia wilgoci podany przez Daltona 411.

§. 60. *O użytkowaniu pary.*

Zastosowanie pary do ogrzewania, 412. — Dogodność takowego ogrzania, 413. — Zastosowanie pary w machinach parnych, 414. — Różne tychże gatunki i rozmaite użycie 415.

§. 61. *O paleniu się ciał.*

Zdarzenia z paleniem się ciał połączone, 416. — Okoliczności postrzegać się dające przy paleniu się ciał, 417. — Lampa bezpieczeństwa Davego, 418. — Użycie płomienia do ogrzania lub oświetlenia, 419. — Sposoby wstrzymania płomienia 420.

ROZDZIAŁ DRUGI.

O ŚWIATLE.

Podział nauki o świetle w ogólności 421.

§. 62. *Zasady optyki.*

Ciała świecące, 422. — Główna zasada właściwej Optyki, 423. — Tłómaczy sposob okazywania się przedmiotów w ciemnej izbie, 424. — Powstanie cienia i przycienia, 425. — Wielkość, kształt i położenie cienia, 426. — Zastosowania cienia, 427. — Natężenie światła jest w stosunku odwrotnym kwadratu odległości, 428. — Ciało świecące okazuje się z równem na-

tężeniem, tylko coraz mniejsze, 429. — Na natężenie światła wpływ położenia ciała, 430. — tudzież wpływ środka, 431. — Użycie Fotometrów, 432. — Okazanie prędkości światła, 433. — Skutkiem tej prędkości Aberracya 434.

§. 63. *O złudzeniach optycznych.*

Nayogólniejszą przyczyną złudzeń kat optyczny, 435. — Inne przyczyny złudzeń optycznych, 436. — Złudzenia co do wielkości, 437. — co do kształtu, 438. — co do odległości, 439. — co do położenia, 440. — co do ruchu i spoczynku, 441. — Ogólne wyobrażenie Perspektywy 442.

§. 64. *Zasady katoptryki.*

Potrójne działanie światła w ciałach oświeconych, 443. — Zwierciadła i tych różne gatunki, 444. — Główna zasada światła odbitego, 445. — Sposob przekonania się o tej zasadzie 446.

S. 65. *O zdarzeniach zwierciadeł płaskich.*

Kierunek promieni odbitych nie zmienia się 447. — kształt i położenie obrazu iest takie same co i przedmiotu, 448. — Odmiennego położenia obrazu przyczyną iest położenie zwierciadła, 449. — Połowa zwierciadła przedstawia cały przedmiot, 450. — Pomiędzy zwierciadłami powtarza się obraz, 451. — To powtarzanie się okazuje się także i w iednym zwierciadle, 452. — Zastosowanie w kaleidoskopie, 453. — Prędkość ruchu obrazu odbitego 454.

§. 66. *O zdarzeniach zwierciadeł powierzchni krzywey.*

Kształt powierzchni, i sposob wynadywania kierunku promienia odbitego, 455. — Srodek kulistości i optyczny, oś i ognisko, 456. — Ognisko zwierciadeł wklęsłych, 457. — Sposob oznaczenia praktycznie ogniska, 458. — Własność ogólna zwierciadeł wklęs-

szych 459. — Oznaczenie kierunku promieni odbitych, 460. — Okazanie wykryleniem, 461. — Ogólna formuła wskazująca punkt przecięcia się promieni odbitych, 462. — Dowodzenie tej formuły, 463. — Zastosowanie do wszelkich odległości punktu świecącego, 464. — Zastosowanie i do zwierciadeł płaskich, 465. To samo ma się rozumieć i o zbiorze punktów świecących, czyli przedmiocie, 466. — Różne okazywanie się obrazów w zwierciadłach wklęsłych, 467. — Oznaczenie tych wypadków, 468. — Wielorakie użycie zwierciadeł wklęsłych, 469. — Główna własność zwierciadeł wypukłych, i kierunek promieni odbitych, 470. — Okazywanie się obrazów, 471. — Okazanie wykryleniem co do jednego punktu świecącego, 472. — co do całego przedmiotu, 473. — Dochodzenie odległości ogniska umysłowego, 474. — Okazywanie się obrazów w zwierciadłach walcowych, stożkowych, i t. p. 475. — Znaczenie rysunków anamorfozami zwanych, 476.

§. 67. *Zasady dioptryki.*

Znaczenie złamania światła i środka wężey lub mniczy łamiącego, 477. — Przekonanie się o złamaniu światła, 478. — Miara wielkości łamania się światła, 479. — Główna zasada Dioptryki, 480. — Okazanie teyże doświadczeniem, 481. — Okoliczności przy łamaniu się światła postrzegane, 482. — Wielorakie przypadki łamania się światła 483.

§. 68. *O zdarzeniach złamania na powierzchniach płaskich.*

Kierunek po złamaniu promieni równoodległych, 484. — tudzież rozchodzących się, 485. — Zdarzenia wytlómaczyć się ztąd dające, 486. — Kierunek promieni przez kilka środków przechodzących, 487. Tłómaczenie różnego okazywania się ciał niebieskich, 488. —

Tłómaczenie zdarzenia mirage nazwanego, 489. — Złamanie światła środkiem ograniczonym powierzchniami równoległymi, 490. — tudzież pod kątem nachylonemi, 491. — Tłómaczenie powtarzania się w takowym razie obrazów 492.

§. 69. *O zdarzeniach złamania na powierzchniach krzywych.*

Oznaczenie kierunku promienia złamango, 493. — Różne gatunki soczewek, 494. — Ogólna własność soczewek wypukłych, 495. — Oznaczenie odległości ogniska, 496. — Kierunek po złamaniu promieni równoodległych, 497. — zchodzących się, 498. — rozchodzących się, 499. — Ogólna formuła odległości ogniska, 500. — Wyprowadzenie tej formuły, 501. — Zastosowanie do wszelkiego gatunku soczewek, 502. — Wszystkie punkta ciała świecącego temu samemu podlegają prawu, 503. — Różne okazywanie się przedmiotów w soczewkach wypukłych, 504. — Sposób zapobieżenia niedokładności powstającej z kulistości soczewki, 505. — Ogólna własność soczewek wklęsłych, 506. — Okazanie teyże wykryśleniem, 507. — Zastosowanie ogólney formuły, 508. — Okazywanie się przedmiotów w soczewkach wklęsłych, 509.

§. 70. *O podwoynem łamaniu się światła.*

Znaczenie podwoynego łamania, 510. — Sposób przekonania się o temże, 511. — Kształt kryształu do takich doświadczeń używanego, 512. — Zdarzenia postrzegane przy podwoynem złamaniu, 513. — Przyczyna podwoynego złamania, 514. — Ciała okazujące podwoyne złamanie, 515. — Ciała podwoynego złamania przyciągające i odpychające, 516. — Różnica pomiędzy osią kryształu, a osią podwoynego złamania, 517. — Płaszczyzna promienia nadzwyczajnego złamania, 518. — Obraz widziany po prawey stronie, znay-

duie się na lewey i odwrotnie, 519. — Okazywanie się przedmiotów przez dwa kryształy widzianych, 520.

§. 71. *O rozkładzie światła.*

Światło przyczyną kolorów, 521. — Okazanie rozkładu światła za pomocą pryzmatu, 522. — Promienie kolorowe pojedyncze, 523. — Promienie kolorowe nie tylko się różnie łamią, ale i różnie odbiają, 424. — Widmo słoneczne nie zawsze przedstawia siedm głównych kolorów, 525. — Tłómaczenie różnych tu należących zdarzeń, 526. — Rozkład światła uskuteczniający się soczewką, 527. — Formowanie się tęczy, 528. Otrzymanie sztuką z różnych kolorów, koloru białego 529.

§. 72. *O Achromatyzmie.*

Znaczenie Achromatyzmu, 530. — Sposoby otrzymania szkła achromatycznego, 531. — Zdarzenia pryzmatów achromatycznych, 532. — tudzież soczewek achromatycznych, 533. — Różne zdania o promieniach kolorowych, 534.

§. 73. *O w płynie cienkich warstewek na światło.*

Cienkie warstwy rozkładają także światło, 535. — Promienie kolorowe ztąd powstające nie są pojedyncze, 536. — Okazanie że cienkie warstwy są przyczyną kolorów, 537. — Sposob czynienia dokładnych tego gatunku doświadczeń, 538. — Szereg kolorów przez odbicie i złamanie, 539. — Różność plynów iaki ma wpływ, 540. — Stosunek koł kolorowych i przedzielających, 541. — Skutek promieni kolorowych pojedynczych, 542. — Wyobrażenie o usposobieniu łatwego odbicia i przepuszczania 543.

§. 74. *O przeźroczyści i nieprzeźroczyści ciał.*

Przyczyny przeźroczyści lub nieprzeźroczy-

stości ciał, 544. — Okoliczności co do kolorów ciał postrzegane, 545. — Tłómaczenie okazywania się ciał w różnych kolorach, 546. — Powstawanie kolorów przypadkowych 547.

§. 75. *O polaryzacyi światła.*

Znaczenie polaryzacyi światła w ogólności, 548. — Zjawienia polaryzacyi światła przez odbicie, 549. — tudzież przez złamanie, 550. — Przyczyna tych zjawień, 551. — Światło odbite polaryzuje się także i w ciałach podwójnego złamania, 552. — Światło złamane polaryzuje się także i w szkłe zwyczajnym, 553. — Podobne skutki okazują i blaszki niektórych mineralów, 554. — Zdarzenia polaryzacyi ruchomey, 555. — Doświadczenia wskazujące tego gatunku polaryzacyą, 556.

§. 76. *O Diffrakcyi światła.*

Główniejsze zdarzenia diffrakcyi światła, 557. — Sposoby tłómaczenia tychże, 558.

§. 77. *O oku.*

Skład oka ludzkiego w ogólności, 559. — Błonki w tymże 560. — tudzież płyny, 561. — Skład oka innych zwierząt, 562. — Tłómaczenie widzenia 563. — Przyczyna, że przedmioty nie w przewróconym kierunku i pojedynczo są widziane, 564. — Skład oka zapobiega dwom niedogodnościom w soczewkach dostrzeganym, 565. — Różne wady oczów 566.

§. 78. *O instrumentach optycznych.*

Różne tychże gatunki, 567. — Warunki ich dokładności, 568. — Mikroskop pojedynczy, 569. — składany, 570. — słoneczny, 571. — Teleskop astronomiczny, 572. — ziemski, 573. — Perspektywa zwyczajna, 574. — Teleskop Herrschla, 575. — Newtona, 576. — Gregorego, 577. — Cassegraina, 578. — Użycie mikrometrów w ogólności, 579. — Oznaczenie

za pomocą mikrometru wielkości przedmiotu, 780. —
tudzież pozornej średnicy, 581. — Skład mikrometru
Rochona, 482. — Camera obscura, 583. — Camera
clara, 584. — Latarnia czarnoxięska, 585. — Fanta-
smagoria, 586. — Magaskop, 587.

§. 79. *O innych skutkach światła.*

Zdarzenia ogrzewania ciał światłem zgęszczonem,
588. — światłem zwyczajnem, 589. — Skutki świa-
tła chemiczne 590.

ROZDZIAŁ TRZECI.

O ELEKTRYCZNOŚCI.

§. 80. *O Elektryczności w ogólności.*

Okazywanie się Elektryczności w ogólności, 591. —
Różne sposoby otrzymywania tych skutków, 592. —
Znaczenie ciała elektrycznego, i naelektryzowanego
593.

§. 81. *O Elektryczności przez potarcie wy-
dobytej.*

Dobre, złe i mierne przewodniki elektryczności,
594. — Mylny podział ciał na elektryczne, i bezele-
ktryczne, 595. — Sposob odosobnienia ciał 596.

§. 82. *O machinach Elektrycznych.*

Główniejsze części machin tak walcowych iak i ta-
flowych, 597. — Różne tychże gatunki, 598. — Skutki
za pomocą maszyny otrzymywane, w szczególności
przyciągania i odpychania, 599. — światła elektry-
cznego, 600. — wietrzyku, 601. — iskiei, 602. —
działania na czucie, 603. — Użycie człowieka za
konduktor maszyny, 604. — Różnica pomiędzy odle-
głością działania, a odległością wybuchnięcia 605.

§. 83. *O odmiennym stanie elektryczności*

Okazanie podwójnego stanu elektryczności, 606. —

Oznaczenie tych odmiennych stanów elektryczności.
607. — Obadwa znajdują się we wszystkich ciałach,
608. — Okazanie tej różnicy za pomocą maszyny,
609. — Formowanie się figur Lichtenberga 610.

§. 84. *O odpychaniu, przyciąganiu, i rozdziale Elektryczności.*

Trzy główne prawa wszelkich zjawień elektryczności, 611. — Skutek prawa odpychania, 612. — Elektrometr w ogólności, 613. — Elektrometr najprostsz, 614. — Benneta i Volty, 615. — Saussura, 616. — Henleya, 617. — Sposob poznawania gatunku elektryczności, 618. — Skład wagi skręcenia Kulomba, 619. — Sposob użycia tego narzędzia, 620. — Skutek prawa przyciągania, 621. — Skutek prawa rozdziału w ogólności, 622. — w szczególności na dobrym przewodniku odosobnionym, 623. — na dobrym przewodniku nieodosobnionym, 624. — na złym przewodniku, 625. — Tłómaczenie przyciągania ciał nienaelektryzowanych, 626. — Każde naelektryzowanie poprzedza rozdział 627.

§. 85. *O rozchodzeniu się Elektryczności.*

Elektryczność rozchodzi się tylko po powierzchni ciał, 628. — Wpływ kształtu ciał na rozchodzenie się elektryczności, 629. — na przejście elektryczności z ciała do ciał, 630. — Umieszczenie kilku ostrzów obok siebie utrudza to udzielenie, 631. — Tłómaczenie młynka elektrycznego 632.

§. 86. *O teoriach Elektryczności.*

Główniejsze teorye, 633. — Zasady teoryi Franklina, 634. — Tłómaczenie podług tych zasad głównych praw elektryczności, 635. — tudzież zdarzeń maszyny elektrycznej, 636. — Zasady teoryi Symmera, 637. — Tłómaczenie podług tych zasad głów-

wnych praw elektryczności, 638. — tudzież zdarzeń
machiny Elektryczney, 639. — Ogólne zdanie o tych
teoriach 640.

§. 87. *O butelce Laydeńskiej.*

Główniejsze narzędzia elektryczności, 641. — Od-
krycie butelki Laydeńskiej, 642. — Skład teyże, 643.
— Ładowanie i wyładowanie, 644. — Skład Excyta-
torów, 645. — Okazanie że obiedwie strony są w od-
miennym stanie elektryczności, 646. — Sposob po-
znania natężenia naładowaney butelki, 647. — Sku-
tki w czasie wyładowania postrzegane, 648. — Tłó-
maczenie ładowania i wyładowania, 649. — Elektry-
czność zbiera się na wyłożeniach i na powierzchni
szkła, 650. — Tłómaczenie zdarzeń butelki Laydeń-
skiej, 651. — Sposoby łączenia butelek Laydeńskich
pomiędzy sobą, 652. — Różnica pomiędzy iskrą butelki,
a iskrą konduktora machiny, 653.

§. 88. *O Kondensatorze.*

Skład kondensatora, 654. — Połączenie kondensa-
tora z Elektrometrem, 655. — Duplikatory i Multy-
plikatory, 656.

§. 89. *O Elektroforze,*

Skład Elektroforu, 657. — użycie, 658. — Tłóma-
czenie zdarzeń Elektroforu, 659. — Zastosowanie w
Gazopyrion, 660. — Rozchodzenie się elektryczności
w czczem miejscu 661. — Powtórzenie skutków
Elektryczności przez potarcie wydobytey, 662.

§. 90. *O Elektryczności przez zetknięcie się
ciał wrdobytey.*

Ogólne doświadczenia galwaniczne, 663. — Do-
świadczenia wskazujące czulość włókien zwierzęcych,
664. — Przez zetknięcie się ciał wydobywa się od-
mienny stan elektryczności, 665. — Różnica ciał pod

względem przeprowadzenia i wzbudzenia elektryczności, 666.

§. 91. *O stosie Volty.*

Skład stosu Volty w ogólności, 667. — Różne te-
goż odmiany, 668. — Warunki wielkości działania
stosu, 669. — Skutki stosu Volty w ogólności, 670. —
Skutek przyciągania i odpychania, 671. — Podział ciał
na jednobiegunowe i dwubiegunowe, 672. — Skutek ład-
dowania butelki Laydeńskiego, 673. — działań chemi-
cznych, 674. — wstrząsienia, 675. — Rozróżnienie
skutków z działania różnych stosów powstających, 676.

§. 92. *O stosach suchych i powtórnych.*

Skład stosów suchych, 677. — Działanie tychże,
678. — Perpetuum mobile Zamboniego, 679. — Uży-
cie stosu suchego na Elektrometr, 680. — Skład tak
nazwanych stosów powtórnych, 681.

§. 93. *Teoryja stosu Volty.*

Teoryja stosu Volty w ogólności, 682. — Zasto-
sowanie teyże gdy biegun miedzi jest odosobniony, 683.
— tudzież gdy biegun cynku jest odosobniony, 684. —
gdy cały stos jest odosobniony, 685. — gdy liczba o-
gniwi jest nieparzysta, 686. — Różnica pomiędzy na-
tężeniem, a ilością elektryczności w stosie, 687.

§. 94. *O Elektryczności innemi sposobami
wzbudzoney.*

Sposob wzbudzenia elektryczności w turmalinie,
688. — Sposob dochodzenia teyże, 689. — Sposob
elektryzowania niektórych innych mineralów, 690.

§. 95. *O Elektryczności zwierzęcey i atmo-
sferycznej.*

Zwierzęta działanie elektryczne wywierające, 691. —
Wydobywanie się elektryczności w atmosferze, 692.

ROZDZIAŁ CZWARTY.

O MAGNETYZMIE.

§. 96. *O zdarzeniach Magnetyzmu.*

Odznaczenie się magnesu od innych ciał, 693. — Podział kruszcu żelaza pod tym względem, 694. — Zdarzenia magnetyczne w ogólności, 695. — Przyciąganie magnesu, 696. — Bieguny magnesu, 697. — Działanie magnesu na magnes, 698. — Prawo przyciągania i odpychania magnetycznego, 699. — Urządzenie igły magnesowej, 700. — Znaczenie rozdziału magnetycznego, 701. — Zdarzenia ztąd wytłómaczyć się dające, 702. — Urządzenie kompasów, 703. — Zdarzenia zboczenia, 704. — tudzież nachylenia igły magnesowej, 705. — Sposob dochodzenia działania kuli ziemskiej na magnes, 706. — tudzież działania magnesów pomiędzy sobą, 707.

§. 97. *O sposobach magnesowania.*

Różny sposob magnesowania, 708. — Główny zamiar w magnesowaniu przez zetknięcie, 709. — Magnesowanie pociąganiem pojedynczem, 710. — pociąganiem podwójnym, 711. — niemagnetycznem żelazem, 712. — pewnem i oznaczonem położeniem, 713. — promieniem światła fioletowego, 714. — Sposoby wzmocnienia magnesu, 715. — Sposob uzbrojenia magnesu, 716.

§. 98. *O magnetyzmie innych ciał.*

Magnetyczność niklu, kobaltu i innych ciał, 717. — Nie jest skutkiem znajdujących się cząstek żelaza, 718. — Różny stopień działania magnetycznego, 719.

§. 99. *O magnetyzmie kuli ziemskiej.*

Kula ziemską przyczyną zboczenia i nachylenia,

720. — Sposob okazania tego wypadku, 721. — Inne przypuszczenia na wytłómaczenie tych zdarzeń, 722.

§. 100. *O podobieństwie magnetyzmu z elektrycznością.*

Zdarzenia wskazujące podobieństwo 723. — Zdarzenia wskazujące różność pomiędzy magnetyzmem a elektrycznością, 724.

§. 101. *O doświadczeniach elektryczno - magnetycznych.*

Dawniej dostrzegany wpływ elektryczności na magnes, 725. — Główne doświadczenie Oerstedta, 726. — Następne doświadczenia PP. Ampere i Arago, 727. — Sposob magnesowania elektrycznością, 728. — Przyczyna tych zdarzeń, 729. — Różnica działania Elektryczności w spoczynku i ruchu zostającej, 730.

D O D A T E K

O M E T E O R A C H.

Podział meteorów w ogólności, 731.

§. 102. *O Meteorach Ciepła.*

Główna przyczyna ciepła każdego miejsca, 732. — Stale okoliczności wpływające na temperaturę każdego miejsca, 733. — tudzież okoliczności przemijające, 734.

§. 103. *O meteorach światła.*

Meteory światła w ogólności, 735. — Różne kolory światła, 736. — Wieńce słońca i księżyca, 737. — Powtarzanie się obrazu słońca i księżyca, 738. — Zorza północna, 739. — Różne sposoby tłómaczenia tego meteoru, 740. — Światło zodyakalne, 741.

§. 104. *O meteorach ogniowych.*

Meteory ogniowe w ogólności, 742. — Kule ognioste, 743. — Różne zdania o tym meteorze 744. — Gwiazdy spadające, 745. — Światło napowietrzne, 746.

§. 105. *O meteorach elektrycznych.*

Meteory elektryczne w ogólności, 747. — Przyczyna piorunów, 748. — Przyczyna grzmotów, — 749. — Sposoby stawiania konduktorów, 750. — Sposoby zabezpieczenia się przeciw piorunom, 751. Powstawanie błyskawicy, 752. — Światełka Kastor i Pollux, 753.

§. 106. *O meteorach wodnych.*

Powstawanie chmury lub mgły, 754. — Podział chmur podług Howardta, 755. — Przyczyna deszczu, 756. — Urządzenie Hyetometrów, 757. — Odmienne deszcze, 758. — Przyczyna śniegu, 759. — tudzież gradu, 760. — Konduktory przeciw-gradowe, 761. — Przyczyna rosy; 762. — Powstawanie zamrozu. 763.

§. 107. *O meteorach powietrznych.*

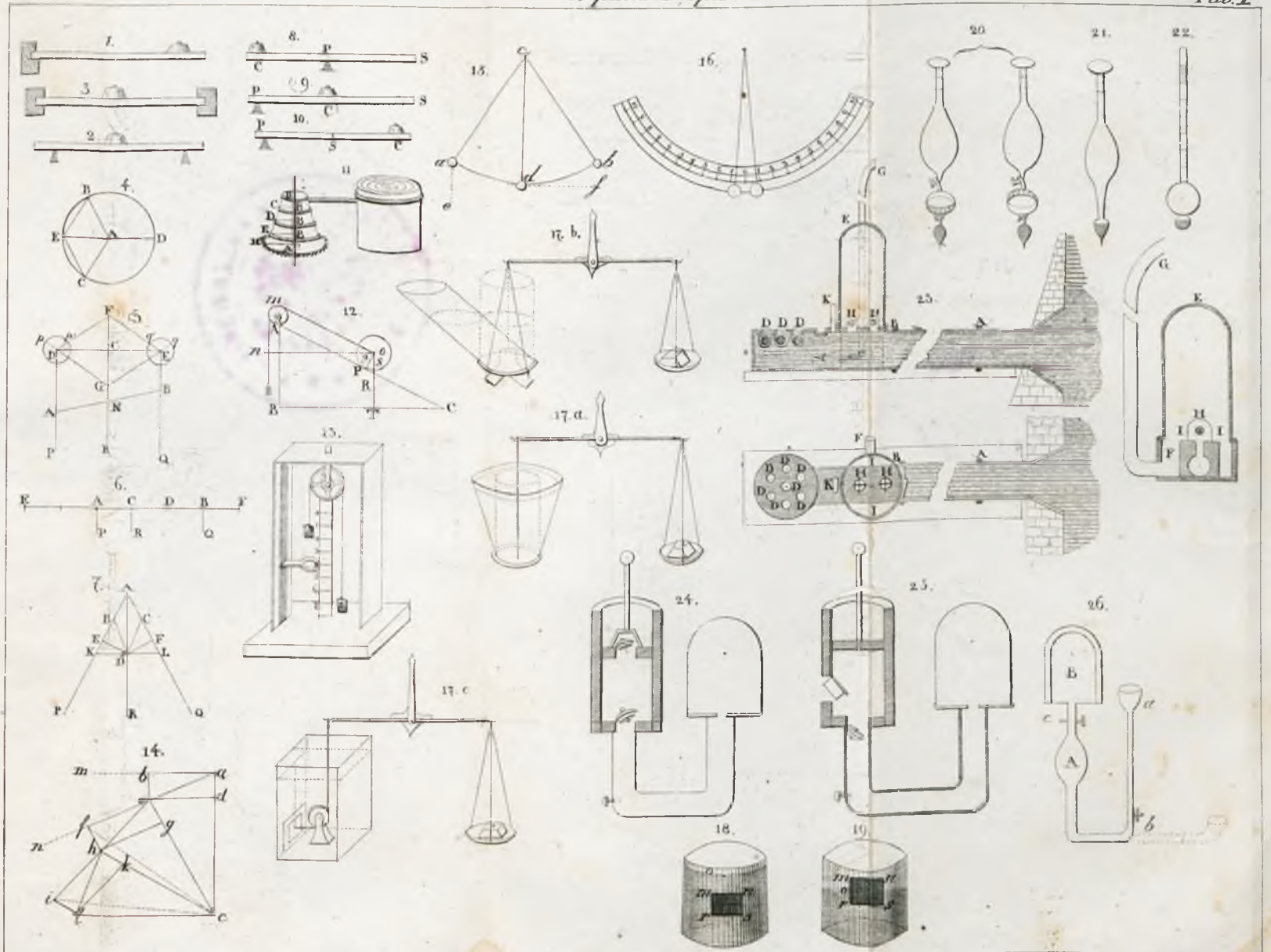
Przyczyna wiatrów, 764. — Podział wiatrów pod względem prędkości, 765. — Podział pod względem kierunku, 766. — Urządzenie Anemometrów, 767. — Podział wiatrów pod względem trwania, 768. — Trąba morska i lądowa, 769. — Wiatry szczególnych własności, 770. — Główniejsze okoliczności zmian barometrycznych 771. — Sposob czynienia postrzeżeń meteorologicznych w ogólności 772.

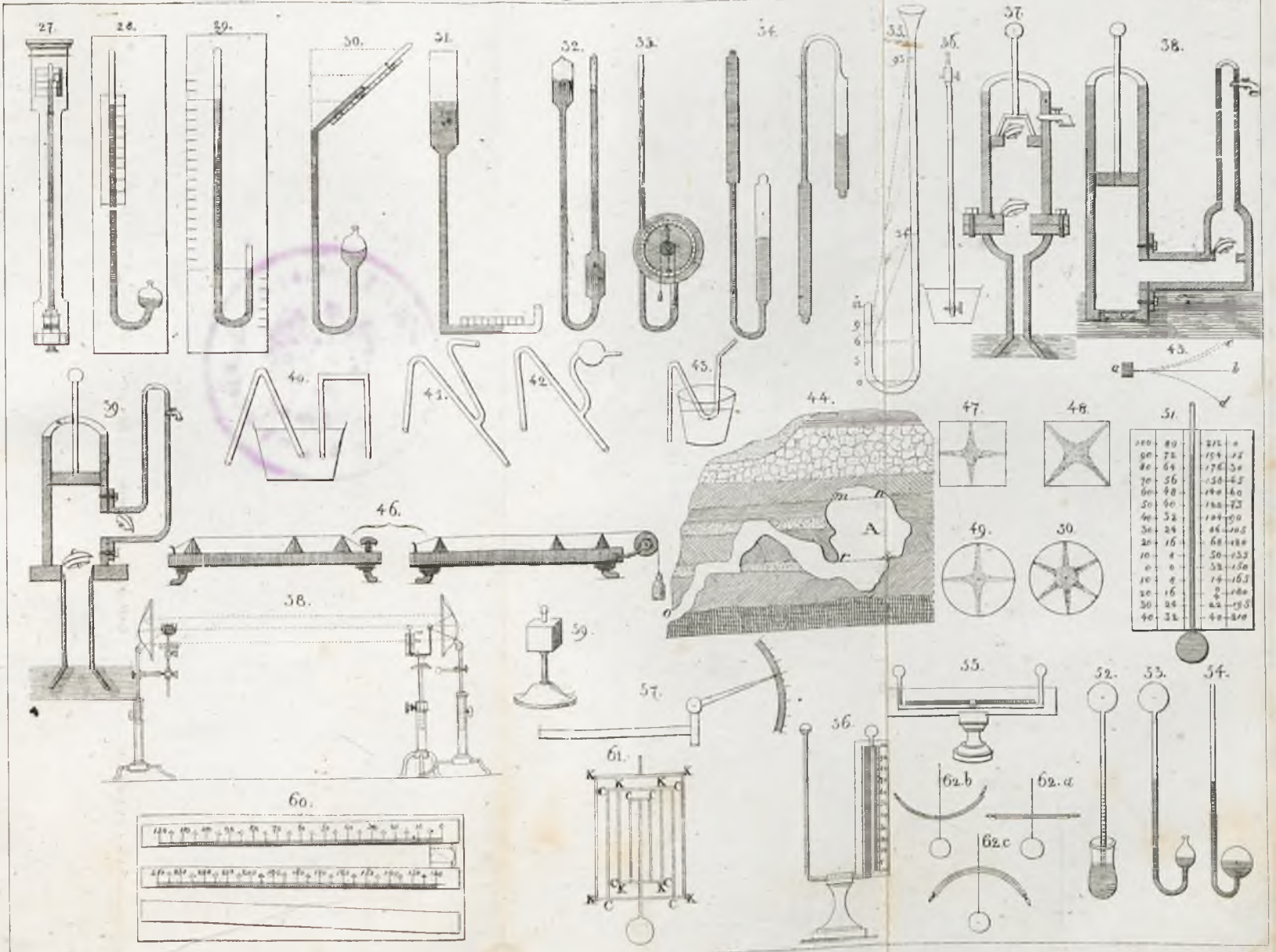
ZNACZNIYSZE POMYŁKI.

<i>Str.</i>	<i>wiersz.</i>	<i>zamiast.</i>	-	<i>czytaj.</i>
14.—	13	odwrotnie	-	odwrotnie, ponieważ
23.—	31	iakkolwiek	-	iakakolwiek
43.—	23	znoszeniu	-	wznoszeniu
53.—	30	same	-	samo,
65.—	28	srednicy	-	srednię
68.—	23	będzie wypukłe	-	będzie mniej wypukłe
87.—	7	iak się waga	-	iak się ma waga
92.—	16	rzymnie	-	trzymnie
112.—	23	fig. 23 i 24.	-	fig. 24 i 25
—	30	walec	-	walce
121.—	16	ciśnieniem wywiera	-	ciśnieniem wywiera,
132.—	9	fig. 42.	-	fig. 44-
136.—	26	$C':C''=C':C'''$	-	$C':C''=C''':C''$
151.—	20	co	-	który
152.—	11	diapas onffly 47)	-	diapason
170.—	8	samem	-	samemi
171.—	31	w tem	-	w tey
180.—	8	3.	-	5
196.—	8	czyli	-	czyli że
201.—	8	równoodległobokow	-	równoległoboków
207.—	6	spobność	-	sposobność
225.—	1	do	-	od
251.—	13	eż	-	też
—	14	tw	-	w
—	17	świata	-	światła
263.—	2	$\frac{dr}{2r-r}$	-	$\frac{dr}{2d-r}$
—	8,12,17,19,26,X		-	X X
—	26	$\frac{36}{-6} - 6$	-	$\frac{36}{-6} = 6$

264.—	4	$\frac{dx_{\infty}}{2d-\infty} - \frac{d_{\infty}}{\infty} = d - \frac{dx_{\infty} = \infty d}{2d-\infty - \infty} = d$	
269.—	7	kształtemi	- kształtnemi
280.—	9	nie będzie	- nie tylko będzie
302.—	20	88°	- 80°
339.—	10	małei	- małe
	13	soczewk	- soczewki
352.—	15	przednik	- przewodniki
363 —	18	513	- 613
405.—	28	dwiema	- dwoma







100	80	275	0
90	75	154	12
80	65	176	50
70	56	150	43
60	48	140	60
50	40	130	73
40	32	120	90
30	25	86	105
20	16	68	130
10	8	50	153
0	0	33	180
10	8	19	163
20	16	2	180
30	25	85	153
40	32	100	120

