

F I Z Y K A

X. JOZEFA OSINSKIEGO S. P.

PRZEROBIONA I NAYNOWSZEMI
ODKRYCIAMI

P O M N O Z O N A

PRZEZ

X. JANA BYSTRZYCKIEGO S. P. M

*Nauczyciela Fizyki w Konwiktie Warszawskim,
Xięży Piiarów, Członka Towarzystwa War-
szawskiego Przyjaciół nauk.*

T O M II.

Z FIGURAMI.

Za pozwoleniem zwierzchności. 035.

w WARSZAWIE 1803.

w Drukarni Xięży Piiarów

L2 18128.



~~D. 1345/4~~

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Narodowej 1



nr. 64

212/13,54, Z

13603P/371-22

PRZEDMOWA.

JAK użyteczna jest wiadomość Fizyki w towarzystwie ludzkim, otaczające nas rzeczy przekonywają. Umiejętność tę nie wiele znaną w kraju naszym, rozmaici Meżowie rozszerzyć usiłowali: z tych liczby Jozef OSINSKI, ile się do iéy wzrostu przyczynił, okazuje się z dzieł iego, które wyszły na widok publiczny. Poświęcony edukacji młodzieży w Zgromadzeniu Piarskiem, prócz innych nauk, szczególniejszym sposobem przykładał się do Fizyki, a z téy naybardziejiey te zatrudniały go części, z których przystosowania naywiększy dla kraju mógł wyniknąć pożytek. Przy pilnéy pracy, sposobności naturalnéy i bystrym dowcipie, poznał dokładnie teorią Fizyki; a nadarzona okoliczność posłużyła mu do potwierdzenia iéy praktyką. Będąc towarzyszem podróży Stanisławowi SOLTYKOWI do zagranicznych krajów, zwiedził nayobfitsze w maszyny *Musea* Wiedeńskie i Paryskie, przypatrzył się rękodzielom zagranicznym, uważał pilnie to wszystko, coby do krajowych rzemiosł przystosować się mogło.

Powróciwszy do Ojczyzny był Nauczycielem Matematyki i Fizyki w Konwiktie Warszawskim przez lat dziesięć; w ciągu tego czasu, chcąc, aby nie tylko młodzież, ale i cała publiczność z nabytych iego za granicą w fizyce wiadomości korzystała, dawał publiczne lekcyje Fizyki eksperymen-

talnéy. STANISŁAW AUGUST Król w nadgro-
dę téy iego troskliwości o rozszerzenie świa-
tła w Narodzie, udarował go medalem zło-
tym. W roku 1777 wydał Fizykę stwierdzo-
ną doświadczeniami, a to w tym celu isto-
tnie, aby i dla nayodleglejszych od sto-
licy obywatelów nauka ta obcą nie była.
Wkrótce potém chcąc zachęcić współziom-
ków do szukania w własnéy ziemi tych nay-
potrzebniejszych produktów, które tak dro-
go z zagranicy zakupować zwykli; wydał
tłumaczenie dzieła PP. *Courtiuron, Bochu i*
Jars o Rudach żelaznych i sposobie ich wy-
rabiania w różnych kraiach, iako też wła-
sny Opis żelaznych fabryk Polskich, osobli-
wie znaydujących się w dobrach Hiacynta
MALACHOWSKIEGO, z kopersztychami kolo-
rowemi rudy kraiówéy.

Gdy tym sposobem OSINSKI starał się upo-
wszechnić wiadomość Fizyki w kraju wła-
snym, tymczasem nowe wynalazki w nay-
ważniejszém iém części, to jest Chémii, za
granicą poczynione zostały: udzielił ich na-
tychmiast rodakom przez wydanie dzieła
w roku 1784 o Gatunkach Powietrza
Lecz zaledwo to dzieło rozeszło się po kra-
ju, aliści Chémia przez poprawienie iém ię-
zyka przez nieśmiertelnych mężów *Lavoisier,*
Berthollet, Guiton, Fourcroy, Laplace, i
odkrycie nowych wynalazków zupełnie no-
wą na siebie postać przybrała. OSINSKI rzu-
ca natychmiast zasady, które mu były wkła-

zane w jego młodości, podług których zwykł był mówić, pisać i dawać tę umiejętność; idzie drogą świeższych wynalazków, chwytając się nowo utworzonego języka, wydał w roku 1801 Fizykę najnowszemi doświadczeniami pomnożoną, i własnem, że tak powiem, zrzeczeniem się dawnych mniemań, usiłując wyprowadzić spółziomków z zaszczyconych przez niego, pomimowolnie, błędów, i przykładem swoim naucza, iak nie należy być upartym w umiejętnościach, gdy nowe światło, albo nieznanie w nich prawidła odkryje, albo sposób ich wykładania wydoskonali. Chciał jeszcze Osinski inne części Fizyki stosownie do nowych zasad poprawić, lecz obciążony laty, wycieńczony ustawiczną pracą, i znękany słabością, nie skutecznwszy swego zamiaru, umarł dnia 13go Marca 1802 roku, przeżywszy lat 64.

Dopełniając życzeń tego szanownego Męża, ośmielam się podać współrodakom Fizykę jego w roku 1777 wydaną, stosownie do zasad terazniejszey, przerobioną i najnowszemi odkryciami pomnożoną. Prócz wielu poczynionych odmian, ostrzegam czytelników, iż wiele wyrazów w nowey Chymii używanych, ze Słownika Akademii Wileńskiéy, na miejsce utworzonych przez Autora, przybrałem.

R E I E S T R

C Z E Ś Ć IV. BIEG CIAŁ

ROZDZIAŁ I. Bieg ciał w powszechności.

§:	Karta.
1. <i>Wstęp — 2. Wyobrażenie biegu co w sobie zamyka</i> - - - -	3
3. <i>Jak się znajduie droga, prędkość i czas</i>	4
4. <i>Stosunek dróg, prędkości i czasów</i> - -	5
5. <i>Jak się znajduie siła, masa i prędkość</i>	7
6. <i>Stosunek sił, prędkości i mass</i> - -	8
7. <i>Spadanie ciał czyli bieg przyspieszony</i>	9
8. <i>Ciężkość ciał</i> - - - -	11
9. <i>Wszystkie ciała mają równą siłę ciężkości</i>	11
10. <i>Znaczenie wyrazów ciężkość, ciężar, waga,</i> - - - -	14
11. <i>Skutki ciężkości ciał</i> - - - -	15
12. <i>Bieg jednostajnie opóźniony</i> - -	18
13. <i>Bezwładność ciał</i> - - - -	18
14. <i>Prawidła wynikające z bezwładności ciał</i>	20
15. <i>Srodek iest przeszkodą biegu</i> -	22
16. <i>Tarcie iest przeszkodą biegu</i> -	25
17. <i>Bieg składany</i> - - - -	29
18. <i>Kiedy ciało przebiega połowę paraboli</i>	33
19. <i>Kiedy ciało przebiega całą parabolę</i>	35

R O Z D Z I A Ł II.

T E O R Y A M A C H I N.

20. <i>Co są maszyny</i> - - - -	38
21. <i>Waga</i> - - - -	39

R E I E S T R

22.	<i>Prawidła podług których znajdują się środki ciężkości różnych ciał</i>	-	-	-	43
23.	<i>Na czem zależy doskonałość wagi</i>	-	-	-	50
24.	<i>Przemian czyli waga Rzymska</i>	-	-	-	54
25.	<i>Drag</i>	-	-	-	55
26.	<i>Jak znaleźć odległość sity i ciężaru od podpory</i>	-	-	-	59
27.	<i>Koło na walcu</i>	-	-	-	59
28.	<i>Krążek czyli Blok</i>	-	-	-	61
29.	<i>Równia pochyta</i>	-	-	-	63
30.	<i>Sruba</i>	-	-	-	67
31.	<i>Sruba Archimedesowa</i>	-	-	-	69
32.	<i>Klin</i>	-	-	-	70
33.	<i>Dragi złożone</i>	-	-	-	71
34.	<i>Przemian złożony</i>	-	-	-	72
35.	<i>Bloki złożone</i>	-	-	-	74
36.	<i>Kota palczaste</i>	-	-	-	76
37.	<i>Lewar</i>	-	-	-	78
38.	<i>Sruba niustająca</i>	-	-	-	78
39.	<i>Dlaczego teorya machin nie zawsze zgadza się z praktyką</i>	-	-	-	79

R O Z D Z I A Ł III.

H I D R O S T A T Y K A.

40.	<i>Cisnienie cieczy na wszystkie strony</i>	81
41.	<i>Cisnienie cieczy na dna naczyńia równa się wieloczynowi ze dna przez wysokość</i>	82
42.	<i>Stosunek cisnień, den i wysokości w dwóch naczyniach</i>	86
43.	<i>Naczynia 'spółkujące</i>	88
44.	<i>Ciężkość gatunkowa ciał</i>	91

45.	<i>Ciała stałe uważane w cieczach</i>	-	93
46.	<i>Sposoby dochodzenia gatunkowej ciężkości ciał stałych</i>	- -	99
47.	<i>Sposoby dochodzenia gatunkowej ciężkości ciał ciekłych</i>	- - -	104
48.	<i>Mając daną kompozycyą ze dwóch metali, dopyść iaka jest w nię ilość każdego</i>		110
49.	<i>Na co potrzeba mieć wzgląd w dochodzeniu ciężkości gatunkowych ciał stałych i ciekłych</i>	- - - -	112
50.	<i>Tablice okazujące ciężkość gatunkową ciał niektórych</i>	- - - -	114

R O Z D Z I A Ł IV.

H I D R A U L I K A.

51.	<i>Wypływanie cieczy przez otwory naczyń zależy od ciężkości</i>	- -	128
52.	<i>Jak się poznaie prędkość cieczy wypływającej z naczynia</i>	- -	129
53.	<i>Sciskanie żyły płynącej (Vena fluidi)</i>		121
54.	<i>Stosunek ilości wypłynięty wody do wysokości naczynia, otworu i czasu płynienia</i>	- - - -	122
55.	<i>Tablica okazująca stosunek ilości wypłynięty wody do wysokości naczynia i średnicy otworu</i>	- - -	127
56.	<i>Wody w górę wytryskujące</i>	-	128
57.	<i>Proporcya średnicy kanału i otworu</i>		132
58.	<i>Tablica okazująca ilość wody wypłynięty przez wiadomy otwór. fontanny</i>		135
59.	<i>Naczynia wypróżniające się</i>	-	141



R E I E S T R.

60. Bieg wody w rzekach	-	-	143
61. Jak tamy bić potrzeba?	-	-	147

R O Z D Z I A Ł V.

MACHINY UŻYTECZNIYSZE SPOŁECZNOŚCI.

62. Części Pompy	-	-	152
63. Pompa ssąca	-	-	154
64. Pompa wypychająca	-	-	157
65. Pompa złożona	-	-	159
66. Sikawka do zalewania ognia	-	-	160
67. Woda siebie pompuje	-	-	161
68. Młyny wodne	-	-	162
69. Doświadczenia okazujące największą siłę koła skrzyniczastego i skrzydlastego	-	-	165
70. Koła wewnętrzne, cewy, prędkość cew	-	-	167
71. Wiatraki	-	-	170
72. Młyny bydlęce	-	-	171
73. Zarna	-	-	173
74. Tartak	-	-	174

C Z E Ś Ć V. ŚWIATŁO.

R O Z D Z I A Ł I. O P T Y K A.

75. Jak światło dąży	-	-	176
76. Światło prędko się rozchodzi	-	-	180
77. Jak światło słabieje	-	-	181
78. Które promienie można brać za równo-odległe	-	-	183
79. Przyciąganie światła	-	-	184
80. Części oka	-	-	185

R E I E S T R .

81. Cięż	- - - -	189
82. Pozorna wielkość przedmiotów	-	195
83. Pozorna figura przedmiotów	-	197
84. Pozorna ciemność przedmiotów	-	199
85. Pozorna liczba przedmiotów	-	201
86. Pozorny ruch przedmiotów	-	202

R O Z D Z I A Ł II. K A T O P T R Y K A.

87. Robota zwierciadeł	- - -	205
88. Kąt wpadania równy kątowi odbicia	-	209
89. Zwierciadła płaskie nie odmieniają kierunku promieni	- - -	211
90. W jakiej odległości wydaje się przedmiot za zwierciadłem płaskim	-	213
91. Skutki zwierciadeł kulisto-wypukłych	-	218
92. Skutki zwierciadeł kulisto-wklęsłych	-	222
93. Skutki zwierciadeł cylindrowych i t. d.	-	227

R O Z D Z I A Ł III. D Y O P T R Y K A.

94. Łamanie się światła	- -	229
95. Prawidła łamania się promieni	-	237
96. Jednostajny jest stosunek między wstawami kątów wpadania i złamania	-	241
97. Wyznaczyć kierunek łamania się światła, gdy środki oddzielone są powierzchnią płaską	- - -	242
98. Łamanie się światła w środkach oddzielonych powierzchnią kulistą	-	245
99. Łamanie się promieni w soczewkach wypukłych	- - -	250

R E I E S T R

100. *Widzenie wyraźne i niewyraźne, i sposoby poprawienia niedoskonałości oczów* 255

R O Z D Z I A Ł IV.

ROZBIÓR ŚWIATŁA.

101. *Rozbiór światła przez pryzma* 262
 102. *Czyli wszystkie promienie słoneczne jednakowe ciepło sprawiają* - - 267
 103. *Mieszanka kolorów inne okazuje kolory* 270
 104. *Kolory ciał od czego pochodzą?* 272
 105. *Wykład tęczy na niebie* - 277

R O Z D Z I A Ł V.

NARZĘDZIA OPTYCZNE.

106. *Teleskop Galileusza* - - 290
 107. *Teleskop Astronomiczny* - - 294
 108. *Teleskop ziemski czyli perspektywa* 301
 109. *Teleskop Newtona* - - - 302
 110. *Teleskop Gregorego* - - - 304
 111. *Teleskop Jakoba Le Maire* - - 307
 112. *Soczewki Achromatyczne* - - 308
 113. *Mikroskopy* - - - 311
 114. *Ciemnica (Camera obscura)* - - 320
 115. *Latarnia Czarnociężka* - - - 321
 116. *Polemoskop* - - - 322

C Z E Ś Ć VI.

ELEKTRYCZNOŚĆ: MAGNETYZM: GALWANIZM.

R O Z D Z I A Ć I.

E L E K T R Y C Z N O Ś Ć.

117.	Co znaczy wyraz <i>Elektryczność</i>	323
118.	Dwojaki sposób <i>Elektryzowania ciał</i>	324
119.	Narzędzia służące do okazania skutków <i>elektryczności</i>	327
120.	<i>Przyciąganie i odpychanie</i>	332
121.	<i>Bukieciki i punkta świecące</i>	337
122.	Końce ostre <i>ściągaia materią elektryczną</i>	339
123.	<i>Iskry, płomień i palenie za pomocą elektryczności</i>	340
124.	<i>Butelka Leydeyska i iedy skutki</i>	243
125.	<i>Kwadrat Franklina i Tablica Czarnociężka</i>	348
126.	<i>Bateria elektryczna i iedy skutki</i>	351
127.	<i>Elektrofor</i>	355
128.	<i>Skutek elektryczności w próżni</i>	358
129.	<i>Skutki elektryczności w wegielacyi i ekonomii zwierzęcy</i>	359
130.	<i>Teorya elektryczności podług Franklina</i>	360
131.	<i>Teorya elektryczności podług Coulomba</i>	371
132.	<i>Elektryczność niektórych zwierząt i mineralów</i>	381
133.	<i>O naturze płynu elektrycznego różnych domysły</i>	382
134.	<i>Elektryczność Atmosfery</i>	384
135.	<i>Przyczyna gwałtownych deszczów, grzmotów, piorunów i t. d.</i>	385
136.	<i>Zorze północne (Aurorae boreales)</i>	389

R O Z D Z I A Ł II.

O sposobach zabezpieczających życie i majątek
od piorunów, czyli o stawianiu konduktorów.

137.	<i>Z czego się składa konduktor</i>	-	399
138.	<i>Przykłady okazujące, iż konduktory zabezpieczają przeciw piorunom</i>	-	400
139.	<i>Jaka powinna być grubość i szerokość konduktorów?</i>	- -	408
140.	<i>Kapelusz blaszany i część mosiężna</i>	-	411
141.	<i>Konduktor pojedynczy doskonalszy</i>	-	414
142.	<i>Na domie ile konduktorów stawiać potrzeba</i>	- - - -	415
143.	<i>Przedłużenie konduktora</i>	-	417
144.	<i>Przedłużenie dokąd dawać</i>	-	419
145.	<i>Konduktor malować</i>	- -	421
146.	<i>Czyli potrzeba konduktor odosobnić</i>	-	423
147.	<i>Jak ratować ludzi, których piorun dotknął</i>	- - - -	423
148.	<i>Budynki ratować</i>	- - -	425

R O Z D Z I A Ł III.

O M A G N E T Y Z M I E.

149.	<i>Co jest Magnes</i>	- - -	426
140.	<i>Przyciąganie</i>	- - -	427
151.	<i>Wzmocnienie Magnesu (Armatura)</i>	-	429
152.	<i>Odpychanie się biegunów jednegoż imienia</i>	- - -	432
153.	<i>Kierunek magnesu</i>	- - -	434
154.	<i>Sposoby magnesowania żelaza</i>	-	435
155.	<i>Żgła magnesowa</i>	- -	437


R E I E S T R.

156.	Od czego pochodzi osłabienie mocy magnetycznej	439
157.	Sporoby magnesowania żelaza bez użycia magnesu	441
158.	Zboczenie igły magnesowej	445
159.	Nachylenie igły magnesowej	448

R O Z D Z I A Ł IV.

O GALWANIZMIE.

160.	Początek Galwanizmu	449
161.	Łuk zwierzęcy	452
162.	Łuk wzbudzający	457
163.	Działanie płynu galwanicznego na człowieka	460
164.	O wpływie różnych przyczyn w skutki galwaniczne	461
165.	Kolumna galwaniczna	462
166.	Wzruszenie, iskry, palenie ciał	464
167.	Rozbór wody za pomocą kolumny galwanicznej	466
168.	Działanie kolumny galwanicznej na spolsite powietrze	473
169.	O ruchu płynu galwanicznego	475
170.	Tłumaczenie kolumny galwanicznej	477.



C Z Ę Ś Ć IV.

BIEG CIAŁ (*motus*)

ROZDZIAŁ I.

BIEG CIAŁ W POWSZECHNOŚCI.

§. I. *Wstęp.*

OKAZALIŚMY w Tomie I. własności ognia, powietrza i wody; zastanawialiśmy się szczególnie nad temi trzema istotami, i wyłożyliśmy po większey części, naynowsze wynalazki od późniejszych Fizyków zrobione. Teraz zastanowiemy się nad wszelkiemi ciałami w naturze, i uważać w nich będziemy tę szczególnie własność, dla której z jednego miejsca, przenoszą się na drugie: własność tę nazywamy ruchem czyli biegiem (*motus*): służy ona wszystkim ciałom; ustawicznie ją postrzegamy: tę więc rozbiierając, wielu skutków dowiemy się przyczyny.

§. 2. *Wyobrażenie biegu co w sobie zamyka.*

Uważając ciało bieżące, na cztery rzeczy względ mieć powinniśmy. *toż.* Na długość dro-

gi, którą przebiega. *2re.* Na prędkość którą bieży. *3cie.* Czas w którym tę drogę przebiega. *4tc.* Siłę która ciało do biegu nakłania. Drogę wyrazamy linią prostą, ponieważ najwięcej załatwiamy się nad biegiem prostym. Czas rachujemy na sekundy, minuty, godziny i t. d. Prędkość poznajemy uważając, jaką drogę przebiegała ciała w jednakowym czasie: *np.* jeżeli jedno ciało ubiega cztery pręty w sekundzie, a drugie w tym samym czasie ubiega dwa pręty, tedy pierwsze ciało dwa razy ma większą prędkość, aniżeli drugie. Nakoniec przez siłę rozumiemy to wszystko, co w ciele bieg sprawuje.

§. 3. Jak się znajduje droga, prędkość i czas.

Rzecz jest oczywista, iż ciało tém większą drogę przebiega, im większą bieży prędkością i przez dłuższy czas. Niech *1od.* bieżną dwa ciała jednakową prędkością, ale pierwsze przez dwa razy dłuższy czas, aniżeli drugie; tedy pierwsze dwa razy większą drogę przebieży, jak drugie. *2re.* Niech bieżną obadwa ciała przez jednakowy czas, ale pierwsze dwa razy prędzej, jak drugie; więc pierwsze dwa razy większą drogę przebieży, aniżeli drugie. *3cie.* Nakoniec jeżeli pierwsze bieży i przez dwa razy dłuższy czas i dwa razy większą prędkością; przebieży zatem cztery razy większą drogę, aniżeli drugie ciało. Azatém droga, którą ciało przebiega znajduje się, mnożąc czas przez prędkość: Naprzykład człowiek idzie na minutę kro-

ków piętnaście, które oznaczają jego prędkość: jeżeli szedł przez minut trzydzieści: zatem rozmnożywszy piętnaście przez trzydzieści, wieloczyn 450. pokazujecie mi, że ów człowiek uszedł kroków 450, które są długością jego całej drogi. W powszechności niech kroki 450. oznaczające drogę przebieżoną = D. piętnaście prędkość = P. a zaś minut trzydzieści = C; będzie wyrażenie algebraiczne drogi: $D = C \times P$.

Ponieważ długość drogi znajduje się mnożąc czas przez prędkość; więc mając wiadomą długość drogi i czas biegu, łatwo znaleźć prędkość, dzieląc długość drogi przez czas. Tak np: jeżeli człowiek idąc przez trzydzieści minut, uszedł kroków 450; łatwo się dowiem, ile uszedł na jedną minutę; gdy 450. podzielę przez trzydzieści, wieloraz piętnaście, pokazujecie mi, że na każdą minutę uszedł kroków piętnaście. Te więc znaczą jego prędkość. Albo w powszechności, ponieważ $D = C \times P$, więc $P = \frac{D}{C}$. Na koniec łatwo znajdę czas, podzieliwszy drogę przez prędkość; tak przez piętnaście podzieliwszy 450, wieloraz trzydzieści okazujecie mi czas biegu. Albo w powszechności, ponieważ $D = C \times P$; więc $C = \frac{D}{P}$.

J. 4, Stosunek dróg prędkości i czasów.

Wiedząc jak się znajduje droga, czas i prędkość, łatwo okażemy, jaki jest stosunek dróg, czasów i prędkości we dwóch ciałach biegnących.

Nazwiemy jednego ciała drogę przebieżoną D ,
 czas w którym ją przebiega - C ,
 prędkość którą bieży - - - P .

Nazwiemy drugiego ciała drogę ∂ , czas c ,
 prędkość p .

$$\text{będzie} - D = C \times P$$

$$\text{i znowu } \partial = c \times p.$$

Przeto, ile razy D jest większe lub mniejsze od ∂ , tyle razy $C \times P$ jest większe lub mniejsze od $c \times p$. Azatem $D : \partial = C \times P : c \times p$. (A). (*)

to jest, gdy drogi są nierówne, mają się jak wieloczyny z czasów i prędkości, czyli są w stosunku składanym z czasów i prędkości.

Daymy, że w proporcji (A.) $C = c$, więc podzieliwszy stosunek $C \times P : c \times p$ przez C , będzie $P : p$. azatem proporcya (A) zamieni się na $D : \partial = P : p$.

to jest, gdy czasy są równe, drogi mają się jak prędkości, i nawzajem prędkości mają się jak drogi.

Daymy, że w proporcji (A.) $P = p$, więc podzieliwszy stosunek $C \times P : c \times p$ przez p , będzie $C : c$. Azatem proporcya (A) zamieni się na $D : \partial = C : c$.

to jest, gdy prędkości są równe, drogi mają się jak czasy, i nawzajem czasy mają się jak drogi.

[*] Jak całą tę Proporcję oznaczyliśmy literą [A], tak i następujące pojedynczemi oznaczać będziemy literami w nawiasie zamkniętymi, a to dla uniknienia potrzeby powtarzania całej proporcji, gdzie o niej wspomnieć wypadnie.

Nakoniec daymy, że w proporcyi (A) $D = \partial$, azatém $C \times P = c \times p$, więc (po-
dług Twierdz: I. Rozdziału IX. Jeometrii Ele-
ment.) będzie $C : c = p : P$.

to jest, gdy drogi są równe, czasy mają się w stosunku odwrotnym prędkości, i nawza-
iem prędkości są w stosunku odwrotnym czasów.

Okazaliśmy zatem stosunek dróg, czasów i prędkości w tym sposobie.

2o. gdy drogi są nierówne, mają się w stosunku składanym z czasów i prędkości.

3o. gdy czasy są równe, drogi mają się iak prędkości.

4o. gdy prędkości są równe, drogi mają się iak czasy.

5o. gdy drogi są równe, czasy mają się w stosunku odwrotnym prędkości.

S. 5. Jak się znajduje siła, massa i prędkość.

Uważając bieg ciała iakiego, widzimy rzeczywiście skutek, który zatem powinien mieć rzeczywistą przyczynę. Y chociaż téy przyczyny nie znamy, wszelako będąc przeświadczeni o iéy bytności, możemy ją nazwać *siłą*. Nie znając co jest siła, przestańmy na okazaniu iéy skutków i wyznaczeniu prawid. iéy działania. Z doświadczenia mamy, że im prędzay ciało bieży, tém mocniéy uderza, czyli tém więkzay ma siłę. Y tak np: piłka tém silniéy uderza

w ścianę, im z większą prędkością swoją drogę przebiega. Y to także wiemy z doświadczenia, że gdy dwa ciała biegną jednakową prędkością, natenczas to silniey uderza, które jest pełniejszy, czyli które ma większą masę. Y tak daleko mocniey uderzy kamień, aniżeli piłka, chociaż będą biegły jednakową prędkością. Dochodzimy więc siły bieżącego ciała uważając jego prędkość i masę. Niech *10d.* będą dwa ciała jednakowey massy, ale pierwsze dwa razy prędzey bieży, iak drugie; będzie zatem pierwsze miało dwa razy większą siłę, aniżeli drugie. *11c.* Niech biegną oba ciała jednakową prędkością, ale pierwsze ma dwa razy większą masę, iak drugie; będzie zatem miało dwa razy większą siłę, aniżeli drugie. *12c.* Nakoniec jeżeli pierwsze, i dwa razy ma większą prędkość i dwa razy większą masę, iak drugie; będzie zatem miało cztery razy większą siłę, aniżeli drugie. Azatem znajdziemy siłę bieżącego ciała, mnożąc jego prędkość przez masę.

f. 6. Stosunek sił, prędkości i mass.

Nazwiemy jednego ciała prędkość P , masę M , siłę S , drugiego prędkość p , masę m , siłę s . Będzie zatem $S = P \times M$

i znowu $s = p \times m$

Azatem $S : s = P \times M : p \times m$ (B)

to jest, gdy siły są nierówne, mają się w stosunku składanym z prędkości i mass.

Daymy, że w proporcji (B) $P = p$; będzie więc $S : s = M : m$,

to jest, gdy prędkości są równe; siły mają się jak masy, i masy mają się jak siły.

Daymy, że w proporcji (B) $M = m$, będzie więc $S : s = P : p$:

to jest, gdy masy są równe; siły mają się jak prędkości, i wzajemnie prędkości mają się jak siły.

Nakoniec daymy, że w proporcji (B) $S = s$, będzie więc $P \propto M = p \times m$.

Azatem $P : p = m : M$.

to jest, gdy siły równe; prędkości są w stosunku odwrotnym masy, i wzajemnie masy są w stosunku odwrotnym prędkości.

Okazaliśmy więc.

1^{od}. że, gdy siły są nierówne, natenczas mają się w stosunku składanym z prędkości i masy.

2^{re}. Gdy prędkości są równe, siły mają się jak masy.

3^{cie}. Gdy masy są równe, siły mają się jak prędkości.

4^{te}. Gdy siły są równe, prędkości są w stosunku odwrotnym masy.

J. 7. Spadanie ciał czyli bieg przyspieszony (motus acceleratus).

Wszelkie ciała, jeżeli nie są utrzymywane od innych, spadają na ziemię: jestto skutek który codziennie postrzegamy. Doświadczenie pokazuje, iż ciało z wyższego miejsca spadając, mocniej uderza; azatem ma większą siłę. Ażo siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość,

(§. 5.), a nie powiększa się massa spadającego ciała; więc musi się powiększać jego prędkość: to jest, puszczony cieło z jakiej wysokości, tém większą ma prędkość, im bliższy jest ziemi. Dajmy, że to powiększanie się prędkości, jest iednostayne np: iż w podwóynym czasie prędkość jest podwóyna; w potróynym potróyna. i t. d. Wiemy iż, długość drogi znajduje się możąc czas przez prędkość (§. 3.); Azatém, podług założenia, jeżeli w piérwszym czasie np: w jedney sekundzie prędkość jest 1, a we dwóch sekundach prędkość jest 2: więc w piérwszey sekundzie długość drogi będzie $1 \times 1 = 1$, a we dwóch sekundach długość drogi będzie $2 \times 2 = 4$. To założenie potwierdza się doświadczeniem. Albowiem ciało samowolnie puszczony z jakiej wysokości, ubiega w jedney sekundzie stóp piętnaście, czyli pręt ieden, we dwóch sekundach prętów cztery, we trzech dziewięć, i t. d. to jest, drogi przebieżony we czasach razem wziętych, są iak kwadraty z czasów. Stąd mając wiadomy czas przez który ciało spada, łatwo znaleźć drogę przebieżoną, np: jeżeli spadało przez cztery sekundy, to przebiegło szesnaście prętów.

Ponieważ w jedney sekundzie ubiega ciało pręt ieden, a we dwóch sekundach ubiega cztery pręty; więc w drugiéy sekundzie ubiega prętów trzy.

Ponieważ we trzech sekundach ubiega prętów dziewięć, a we dwóch ubiega prętów cztery; więc w trzeciéy sekundzie ubiega prętów pięć.

więc w czwartéj sekundzie ubiega prętów siedem, w piątéj dziewięć, w szostéj iedenastcie, i t. d. to jest, drogi przebieżone w czasach osobno branych, są jak liczby nieparzyste 1. 3. 5. 7. 9. 11. 13. i t. d. Otoż jest bieg ciała iedenostaynie przyspieszony, nazwany od tego, iż się w nim iedenostaynie powiększa prędkość.

§. 8. Ciężkość ciał (gravitas)

Ponieważ ciało samowolnie spadając, przyspiesza biegu; więc musi być jakaś siła, która ten skutek sprawuje. Siłę tę nazywają ciężkością, (*gravitas*). Nie wiemy, jaka jest iéy przyczyna. Dwoiakié są w téy mierze zdania Filozofów: iedni uważają ciężkość jako istotną własność wszystkich ciał, jako powszechne prawidło natury, którego przyczyną jest sama wola Twórcy Naywyższego. Prawda, że tym sposobem wszelką trudność ułatwiają; ale iednakże nie tłumaczą fizycznie przyczyny ciężkości. Drudzy mniemają, że ciężkość jest skutkiem działania jakiejsiś materyi bardzo subtelnéy i niewidziatnéy. Ale co to jest ta materya? jak ona dzielność swoię wywiera? i dlaczego kieruje ciała prostopadle do ziemi? Nie mogąc doyść przyczyny ciężkości, okażmy raczéy iéy skutki.

§. 9. Wszystkie ciała mają równą siłę ciężkości.

Doświadczenie nas przekonywa, iż ciała jakiegokolwiek bądź massy, puszczone z jednakowéy

wysokości, razem spadają; azatém muszą mieć równą siłę spadania, to jest równą ciężkość. Y tak, puśćmy z jakiej wysokości uncya ołowiu, i z takiejże wysokości dziesięć uncyy innego metalu, natenczas te dwa ciała chociaż nierówny massy, razem jednak spadną na ziemię. Albo tak: puszczamy z jakiej wysokości uncya ołowiu, i z takiejże wysokości, dziesięć kawałków ołowiu, położonych iedne na drugich i ważących razem uncyy dziesięć. Pewna jest, iż obadwa te ciała iednakową prędkością będą spadały. Albowiem owe dziesięć uncyy ołowiu, leżące iedne na drugich, i składające iedną massę, nie mogą spadać odmiennymi prędkościami: bo stykanie się z sobą tych dziesięciu uncyy żadnym sposobem nie może powiększyć ich prędkości, ponieważ wszystkie mają tę własność, iż dążą do ziemi iednakowo przyspieszoną prędkością; azatém wyższe nie przyciskają niższych, ani téż niższe nie pociągają za sobą wyższych. A tak, chcieć aby dziesięć uncyy ołowiu prędzéy spadały, aniżeli iedna uncya; iestto iedno, co chcieć, aby dziesięciu ludzi, z których każdy równo bieży, prędzéy razem bieгло, aniżeli który z nich w szczególności. Wszelkie zatém ciała równie przyspieszać bieg powinny spadając, czyli powinny mieć równą siłę ciężkości. Czemuż iednak piórko lub kłaczek i kamyk razem nie spadają z jednéyże wysokości puszczone? To znowu pochodzi od większego oporu powietrza, którego piórko i kłaczek doznają, aniżeli kamień, iak to okaże-

my w Hidrostatyce mówiąc o ciężkości ciał gatunkowej. Oddaliliśmy zaś przeszkodę powietrza, łatwo okazać możemy, iż wszelkie ciała jednakowo bieg przyśpieszają. Y tak, na talerzu maszyny pneumatycznój stawiamy rurę szklaną, której wyższy koniec następującą ma osadę. (Tabl. I. Fig. 1.) AA jest przykrywka metalowa okrągła, mająca we środku małeńki bębnek D, napełniony wewnątrz kilkunastą skurkami zamiszowemi, aby przez nie przechodzący pręt ME można podnosić, opuszczać i obracać nie wpuszczając powietrza w rurę szklaną, na którą wkładać się ma przykrywka AA. Prócz tego od przykrywki AA idą sześć słupków OB, OB, i t. d. do których końców B, B, B, i t. d. przyprawione są sześć rączek C. C. i t. d. tak aby w punktach B, B, B, i t. d. będąc ruchome, mogły łatwo opadać na dół. Te rączki utrzymywane są w położeniu horyzontalnem przez krążek mały E, będący na końcu pręta ME. Ze zaś ten krążek ma przy E takie wycięcie, iż koniec każdój rączki C. C. C. i t. d. może łatwo przezeń przechodzić; dlatego jeśli koniec rączki jakiej odpowiadać będzie temu wycinkowi E, natenczas rączka na dół opadnie. Mając taką przykrywkę kładziemy naprzód na każdą rączkę C. C. C. i t. d. po dwa ciała rozmaitej wagi, np: piórko i kawałek ołowiu, kłaczek bawełny i kawałek innego jakiego metalu, i tak dalej. Potem tę przykrywkę AA kładziemy na wyższy koniec rury szklanej, i oblepiamy ją woskiem. Dopiero jeśli za pomocą maszyny pneu-

matycznój rozrzedziemy powietrze w rurze szklanej, iak może bydz naydoskonaley, i zacniemy obracać pręt ME; każda rączka odpowiadając wycinkowi krążka E, opadnie na dół, i dwa ciała na niój znajdujące się, przebiegać będą razem wysokość rury szklanej. Aże rączek iest sześć; więc sześć doświadczeń możemy uczynić względem spadania ciał, które dostatecznie przekonają, iż gdyby nie było przeszkody od powietrza, wszystkieby ciała razem spadały. Aza-tem, że wszystkie ciała mają jednakową siłę ciężkości.

§. 10. *Znaczenie wyrazów* ciężkość, ciężar, waga.

Przez wyraz tedy *ciężkość* oznaczają będziemy siłę, którą ciała spadają na ziemię: *ciężar* oznaczać będzie wszelkie ciało mające siłę ciężkości: *waga* zaś oznaczać będzie zbiór cząstek, z których się ciało składa, czyli iego masę. Aza-tem ciała wszystkie mają jednakową ciężkość, ale niejednakową wagę, biorąc ie co do iednej wielkości; np: cal sześcienny ołowiu i cal sześcienny drzewa, mają jednakową ciężkość, ale ołów iest ważniejszy, aniżeli drzewo. Mówiemy wszelako pospolicie ołów iest cięższy iak drzewo, ale w takiój mowie wyraz *cięższy* iest użyty przenośnie, bo znaczy to samo, co *ważniejszy*.

§. II. *Skut-*

§. II. Skutki ciężkości ciał.

Okazawszy *10d.* że wszelkie ciała jednostajnie przyspieszają bieg w stosunku liczb nieparzystych 1, 3, 5, 7, i t. d. *arc.* że drogi przebieżone w czasach razem wziętych, mają się jak kwadraty z czasów; z tych wiadomości inne jeszcze prawdy okażemy. Dla łatwiejszego zaś pojęcia wykładamy je sposobem ieometrycznym.

Niech linia AD (Tab: I. Fig: 2.) wystawia trzy czasy równe AB, BC, CD. Jakożkolwiek krótkie są te czasy, możemy je dzielić na nieskończenie małe momenta. Podzielmyż każdy czas na sześć momentów np: Aa, ac, ce, eg, gi, iB, i t. d. Ponieważ prędkości rosną w tym samym stosunku, iak czasy, (§. 7.) niechże prędkość nabytą na końcu pierwszego momentu wyraża linia ab, będzie prędkość na końcu drugiego momentu wyrażać linia cd, dwa razy tak wielka iak ab. Podobnież prędkość na końcu trzeciego momentu nabyta będzie ef, trzy razy tak wielka iak ab, i t. d. zaśtem prędkość na końcu szóstego momentu oznaczy się linią AE, sześć razy tak wielką iak ab; zaś Trójkąt ABE, wystawiać będzie drogę przebieżoną prędkością jednostajnie przyspieszoną w czasie pierwszym AB. Przypuśćmy teraz, iż ciało nie ma siły ciężkości: więc dalej pobieży prędkością BE na końcu pierwszego czasu nabytą, i w czasie BC przebieży BE \times BC (§. 3.), to jest kwadrat BF, który dwa razy jest tak wielki, iak Trójkąt ABE, bo się składa z dwóch Trójkąt-

tów BEC, CEF, z których każdy równy jest Trójkątowi ABE. Ale że i w drugim czasie podlega ciało sile ciężkości równie iak w pierwszym, więc oprócz kwadratu BF przebieży jeszcze Trójkąt EFH dla siły ciężkości; to jest w drugim czasie przebieży trzy razy tak wielką drogę, iak w pierwszym. Daléy, gdyby biegło prędkością CH na końcu drugiego czasu nabytą przez czas CD, przebiegłoby $CH \times CD$ (§. 3.) to jest przebiegłoby prostokąt CI cztery razy tak wielki, iak trójkąt ABE, lecz dla jednostaynie powiększających się prędkości przebiega jeszcze trójkąt HIK, azatém w trzecim czasie przebieży pięć razy tak wielką drogę, iak w pierwszym. Azatém drogi przebieżone w czasach osobno branych mają się iak liczby nieparzyste 1, 3, 5, i t. d.

Powiedzieliśmy dopiéro, iż gdyby ciało biegło prędkością BE, przez czas BC przebiegłoby kwadrat BF dwa razy tak wielki, iak trójkąt ABE. Stąd wypada:

108. Ciało bieżąc prędkością na końcu nabytą, przebiega drogę dwa razy tak wielką, iak prędkością iednostaynie przyspieszoną.

109. Trójkąt ACH tak się ma do trójkąta ABE, iak $CH^2 : BE^2$, albo iak $AC^2 : AB^2$ (Jeom: Elem: Rozd: IX), to jest: drogi przebieżone w czasach razem wziętych mają się iak kwadraty z prędkości, albo iak kwadraty z czasów: i wzajemnie kwadraty z prędkości lub czasów mają się iak drogi przebieżone.

zcie. Ponieważ trójkąt $ACH : ABE$

$$= AC^2 : AB^2$$

$$\text{albo} = CH^2 : BE^2$$

$$\text{czyli } AB^2 : AC^2$$

$$\text{i } BE^2 : CH^2 = ABE : ACH$$

$$\text{zatem } AB : AC$$

$$\text{i } BE : CH = \sqrt{ABE} : \sqrt{ACH}$$

to jest czasy, lub prędkości na końcu ich nabyte są jak pierwiastki z dróg przebieżonych. Aże drogi przebieżone spadającego ciała, są wysokości z których spada; więc prędkości na końcu nabyte mają się, jak pierwiastki z wysokości.

Wyłożymy ieszcze te same prawdy algebraicznym sposobem. Naznaczymy czasy, przez które ciało spada C, c . prędkości na końcu ich nabyte P, p . drogi czyli wysokości w tych czasach przebieżone. D, d .

$$\text{Ponieważ } P : p = C : c \quad (\S. 7.)$$

$$\text{zatem } D : d = C^2 : c^2$$

$$\text{więc } D : d = P^2 : p^2$$

$$\text{czyli } c^2 : C^2 = d : D$$

$$\text{i } p^2 : P^2 = d : D$$

$$\text{zatem } p : P = \sqrt{d} : \sqrt{D}$$

$$\text{i } c : C = \sqrt{d} : \sqrt{D}$$

Prawdy te o biegu iednostaynie przyśpieszonym, iako też i inne, które później z nich wyprowadzimy, pierwszy odkrył Galileusz. Zda się nam teraz, iż ie łatwo można było wyłożyć, ale ponieważ przy licznych badaniach Filozofów nie odkryto ich wszelako, mimo ustawicznych skutków okazujących te prawdy, trzeba



nr. 64



więc było szczególniejszego dowcipu, aby ia z tych skutków wyprowadził.

§. 12. *Bieg jednostajnie opóźniony*
(motus uniformiter retardatus).

Wyrzuciwszy ciało do góry, bieg jego opóźnia się takim sposobem, jak się przyspieszał, gdy było puszczone z wysokości. Tak np: gdyby ciało było rzucone do góry taką siłą, aby w sekundzie pierwszey ubiegło prętów siedem, toby w drugiey sekundzie ubiegło pięć tylko prętów, w trzeciéy trzy, w czwartéy jeden. Tu straciwszy całą siłę od rzucenia, puściłoby się ciężkością swoją na dół, i spadałoby przyspieszając biegu: to jest w pierwszéy sekundzie jeden pręt, w drugiey trzy, w trzeciéy pięć, w czwartéy siedem. Stąd widzimy, że ciało bieży przez równy czas do góry i na dół. Gdybyśmy zatem młeli wiadomy czas biegu ciała do góry i na dół, łatwobyśmy mogli wyznaczyć wysokość do jakléy było wyrzucone. Niech będzie ten czas 10". Posieważ bieg ciała do góry i na dół jest 10", więc biegło do góry 5", a spadało na dół 5". Azatém przebiegło $5" \times 5" = 25$. prętów (§. 11.).

§. 13. *Bezładność ciał* (inertia).

Uważamy, iż ciała same siebie do biegu nakłonić nie mogą, i że bieżące w tenczas ustają w biegu, kiedy iaka przeszkoda nastąpi. Przyczyna tego bydz musi, iż ciała same sobą władać

nie

nie mogą: taką ciał własność nazywają *bezwładnością* (*inertia*). Dla téyto własności opiera się ciało wszelkiéy odmianie, która w niem zachodzić może: to jest, opiera się ruchowi, gdy jest w spoczynku; albo gdy jest w biegu, opiera się spoczynkowi lub przędzemu biegowi. Y tak *rod.* iężeli w kulkę spoczywającą, toczącą się uderzy; po uderzeniu wolniéy bieży, albo część biegu traci. *zre.* W kulkę wolno biejącą, gdy inna przędzý toczącą się uderzy; także iéy prędkość będzie zmniejszona: niemniéy i to prawda, że ciało bieżące odbija inne, które się na iego drodze znajduje. Stąd widzimy, iż ciało spoczywające opiera się biegowi, bieżące zaś opiera się, albo spoczynkowi, albo przędzemu biegowi; więc musi mieć własność, która go w spoczynku lub biegu utrzymuje.

Bezwładność ciał nie zawisła od oporu powietrza: ponieważ uderzanie się pomienionych kulek, zawiesiwszy je na nitkach, równy skutek sprawi w próżném miejscu, iako też w pełném powietrza. Samo nawet powietrze jest bezwładne, iakośmy to okazali w Tomie pierwszym mówiąc o wiatrach.

Bezwładność ciał nie może pochodzić od siły ciężkości: bo gdyby ciężkość była iéy przyczyną, natenczas bezwładność odmieniałaby się podług rozmaitego kierunku ciał bieżących, tak dalece, iż ciała bieżące horyzontalnie żadneyby nie miały bezwładności, bo ciężkość ma kierunek pionowy (§. 7.): a wszelako przekonywamy się, iż ciała iakimkolwiek bieżną kierun-

kiem, są bezwładne, zatem bezwładność ciała nie pochodzi od ciężkości.

Nakoniec bezwładność nie może być brana za siłę istotną ciałom: wszelka siła sprawia bieg w ciałach, albo przynajmniej usiłuje one poruszyć. Takie wyobrażenie przywiążniemy do tego wyrazu *siła*. Y tak ciężkość jest siła, ponieważ dla niej ciała zawsze usiłują dążyć do środka ziemi, i wtenczas tylko ciężkość nie okazuje swego skutku, kiedy jaka nieprzełamana zachodzi przeszkoda; lecz skoro ta ustaje, zaraz ciężkość swoje działanie wywiera i ciało spada na ziemię. Bezwładność zaś, przeciwnie, zamiast sprawowania biegu w ciałach, usiłuje one zachować w tym stanie, w którym się znajdują, i dlatego ciała opierają się wszelkim odmianom, które w nich zachodzić mogą: ale ten opór nie jest skutkiem szczególnej jakiej siły, raczej powinien być uważany za prawo natury, podług którego ciało biec nie może, jeżeli zachodzą przeszkody, albo ciągle bieży, jeżeli żadnych przeszkód nie doznaie.

§. 14. Prawidła wynikające z bezwładności ciał.

Ponieważ ciało spoczywając, opiera się biegowi, a bieżąc sprzeciwia się spoczynkowi; z tego następujące wynikają prawidła.

108. Ciało nie ma w sobie żadnej siły, którąby się ze spoczynku poruszyło do biegu, albo którąby się w biegu zatrzymało. Tak gałka na stole położona zawsze na nim spoczywać bę-

dzie, jeżeli iéy nikt nie poruszy: popchnięta zaś zawszeby się toczyła, gdyby iéy opór powietrza i stołu nie zatrzymywał.

arc. Opór jest równy sile wzruszającej: to jest, gdy jedno ciało, albo porusza drugie, albo zatrzymaie w biegu; to ostatnie tyle się opiera, ile pierwsze siły używa, aby go wzruszyło lub zatrzymało. Tak gdy człowiek, na iednéy łodce będący, drugą do siebie przyciąga, sam z własną ku niéy przybliża się, a to tém prędzéy, im z większą mocą ku sobie przyciąga. Gdy zaś mówię, że opór jest równy sile wzruszającej, nie ma się rozumieć, aby na zwyciężenie oporu, całą siłę zawsze łożyć było potrzeba; ale tylko równą oporowi, inaczéy żadnego ciała nie możnaby poruszyć. Przeto człowiek mający siłę zdolną do podniesienia funtów 100, jeżeli tylko dwadzieścia podnosi; wywiera tylko dwadzieścia części swoiéy siły na zwyciężenie oporu wyrównywaiącego dwudziestemu funtom, a reszta siły w nim się zostaje, którą on cięło podnosi.

Opór jest w przeciwną stronę siły wzruszającej. Y tak naczynie pełne wody nagle szarpnąwszy, woda rozleie się w przeciwną stronę: albo naczynie z wodą prędko ciągnione, nagle zastanowiwszy, woda podobnie rozleie się w przeciwną stronę. W pierwszéy okoliczności po szarpnięciu naczynia, woda dla swéy bezwładności usiłuje zostać w miejscu swego spoczynku; w drugiéy zaś dla téyże przyczyny chce zostać w ruchu, przeto rozlewać się musi. Stąd także

pochodzi ; iż konie powóz z miejsca ruszają , osoba w nim siedząca w tył się nachyla ; przeciwnie , gdy w biegu konie staną , na twarz upada : toż sądzić potrzeba o osobie płynącej na statku , który odpływa od lądu , lub do niego przybija.

§. 15. Środek jest przeszkodą biegu.

Mówiąc o biegu i skutkach z niego pochodzących , nie mieliśmy żadnego względu na opór powietrza , w którym ciało bieg swój odprawuje . Właśnie trzeba było koniecznie ominąć w początkach tę okoliczność , któraby zrazu mogła wiele zadać trudności , a dopiero się do niej wrócić , poznawszy doskonale jakieby skutki z biegu wynikały , gdyby żadnych przeszkód nie było . Takie to stopniami rozum ludzki powinien się wznosić do wiadomości skutków natury . Ma on niejako rozdzielać swój przedmiot , uważać go naprzód w najprostszym względzie , oswoić się , że tak powiem , z pierwszemi trudnościami , nim się weźmie do przełamania większych .

Powietrze uważane względem biegnącego ciała , nazywa się jego środkiem (*medium*) , podobnież woda , i wszelkie ciekłe (*liquida*) , w których ciała swoje biegi odprawują , zowią się ich środkami . Opór zależący od środka w którym ciało bieg swój odprawuje , w rozmaitych względach uważać potrzeba . *108.* Opór środka zależy od powierzchni zewnętrznej ciała biegnącego : bo im większą powierzchnią ciało uderza

na plyn, w którym bieży, tém większą ilość cząstek tego płynu wypycha, a przeto tém wię-
 cęcy oporu doznaje. Y tak robiący wiosłem na
 czólnie większego doznaje oporu od wody, kie-
 dy wiosło płasko trzyma, aniżeli krawędzią.
 Statek z rozwiniętym żaglem dlatego płynie pod
 wodę, iż większą powierzchnią wystawia na
 pęd wiatru. Strzała dlatego szybko leci, iż ma-
 iąc ostry koniec, mniejszego oporu od powie-
 trza doznaje. *arc.* Im gęstszy jest środek, tém
 bardzięcy się opiera ciału bieżącemu: tak ciała
 bieżące jednakową prędkością, piérwéy ustają
 w wodzie, aniżeli w powietrzu. *scie.* Łatwo
 także okazać, iż opór środka jest proporcjonal-
 ny kwadratowi prędkości ciała bieżącego. Bo,
 im większą ma ciało prędkość, tém większą
 drogę przebiega w jednakowym czasie (§. 3.),
 a przeto tém większą ilość płynu wypycha
 w którym bieży: pod tym względem opór jest
 proporcjonalny prędkości bieżącego ciała. Lecz
 nie dosyć na tém: im większą ma ciało prę-
 dkość, tém większą ma siłę (§. 5.), zatem
 tém większą siłą uderza o cząstki płynu, w któ-
 rym swój bieg odprawuje; więc i w tym wzglę-
 dzie opór jest proporcjonalny prędkości bieżą-
 cego ciała. Aże ciało bieżące w jakim środku,
 trzeba zawsze uważać w tych dwóch względach;
 to jest, jaką drogę przebiega, i jaką siłą bie-
 ży; zatem opór jest proporcjonalny kwadrato-
 wi z prędkości. Dlatego *np:* czólno tém prę-
 dzéy płynie, im częściley wiosłem robi człowiek
 na nim siedzący: bo opór jest w przeciwną stro-

nę siły (§. 14.); zatem, im większa jest prędkość wiosła, tém większy ma opór od wody, więc tém większą prędkością odpływa czolno. Stąd wnieść potrzeba, iż wtenczas jest znaczny opór środka, kiedy ciało bieży, albo wielką prędkością, albo téż ma wielką powierzchnią. Y tak owe ptaki, które długo latają, jakoto iaskółki i niektóre wodne ptaki i drapieżne, wielkie mają skrzydła w proporcji swego ciała, przeto większą ilość powietrza niemi zajmując, doznają większego oporu i utrzymują się na powietrzu; dlatego bez zmordowania się długo latać mogą, bo nie robią ustawicznie skrzydłami. Przeciwnie te ptaki, które krótko i nie często latają, opatrzone są skrzydłami bardzo małemi w proporcją swego ciała; dlatego aby leciały, prędko niemi robić muszą, przez co wkrótce się mordaia. *4to* Nakoniec, kiedy sam środek jest w ruchu, natenczas jego opór jest większy lub mniejszy, podług kierunku siły, która go porusza: większy będzie opór, jeżeli kierunek biegu środka, jest przeciwny kierunkowi bieżącego ciała; mniejszy zaś, jeśli środka i ciała bieżącego jednakowy jest kierunek. Człowiek idący przeciwko wiatru, ryba przeciw wodzie płynąca, dwoiaki opór przewycięzać muszą: *1o* bezwładność środka, którą przemodz mają, *2to* bieg środka, którego kierunek jest przeciwny. Jeżeli płyn środka i ciało bieżące jednakowym kierunkiem biegną i jednakową prędkością, natenczas ciało bieżące, żadnego oporu nie doznaje. Jeżeli zaś środek i ciało bieżące nie mają

ią jednakowéy prędkości, natenczas to, które prędzéy bieży, udziela swéy prędkości temu, które ma bieg wolniéyszy.

W takichto względach uważać trzeba opór zależący od środka. *Newton*, *J. Bernoulli* wykładali teorią tego oporu. Po nich *Euler*, *Bossut*, *Dumaitz*, robili doświadczenia w téżé materyi ściągające się do budowli okrętów, (czytáy *Histoire des Mathematiques par Montucla Tome IV. pag. 438. à Paris 1802.*

§. 16. Tarcie iest przeszkodą biegu

Tarcie iest znaczną przeszkodą biegu: téy prawdy łatwe doświadczenie: na desce równéy położywszy ciało gładkie, deskę jednym końcem tak podnieść, aby się ciało sunąć zaczęło. Na ówczas położywszy na niém nowy ciężar, spostrzeżemy, że spoczywa. Téy odmiany nie inna iest przyczyna, tylko tarcie: bo za przydaniem ciężaru, cząstki iednego ciała głębiéy wchodzą między cząstki drugiego, a tém szém o drugie zawadzają się, co nazywamy tarcie. Powierzchnia zaś ciała iakiegokolwiek, chociaż na pozor zdaie się byđz gładką, zawsze iest wszelako chropowatą: o czém przekonać się można, patrząc przez szkło powiększające na polerowaną płaszczyznę. Przez tarcie ciało ubywa ich chropowatości, ale razem ubywa massy. Stądto pochodzi, iż suknie i naczynia, długiem używaniem psują się, noże, siekiery i inne narzędzia tępieją, kamienie naitwardsze psują się, o które pęd wody uderza.

Próbne były usiłowania Fizyków, chcących okazać dokładnie prawidła tarcia. Różność części składających ciała stałe, większa lub mniejsza spójność tychże części; różność zachodząca między wydatnościami i wklęsłościami w powierzchniach rozmaitych ciał, są to nieoddzielne przeszkody do wyznaczenia dokładnego prawidła tarcia.

Nie zawsze jednakowe, lecz raz większe, drugi raz mniejsze tarcie bywa: tęg odmiany czworakie jest źródło. *xod.* Powierzchność: tak ciało okrągłe łatwiej po równym ruszyć, niżeli inny wierzch mające, lubo z tęgże samę jest massy, i tyleż co pierwsze waży: tu więc tarcia odmiana od powierzchnowości zawisła. *arc.* Gładkość albo chropowatość wierzchów tarcie zmniejsza, lub powiększa. Tak mając dwa ciała równe co do wagi i powierzchnowości, lecz z tych jedno gładkie, drugie chropowate; pierwsze łatwiej można poruszyć, iak drugie. *zcie.* Większego tarcia początkiem bywa większa waga. Mamy bowiem z doświadczenia, że ciało ważniejsze bardziey się trze, iak to które ma mniejszą wagę, chociaż obudwu są jednakowe wierzchy. *4te.* Większe niekiedy bywa tarcie, gdy ciała jednego gatunku; mniejsze zaś gdy różnych gatunków trą się o siebie. Y tak miedź mnię się trze o stal, bardziej o miedź. *Muchembroek de attritu Machinar,* wiele w tęg okolicności przytacza doświadczeń. Z tych widzimy, że stal naymnię się trze o mosiądz, bar-

dzięły zaś ściera się stal na ołowiu, cynie, lub stali. Zaczem aby się stal najmniej targa, tę na mosiądzu, albo też mosiądz na stali wspierać należy. Dlatego w zegarkach dla umniejszenia tarcia, kółka mosiężne trą się o cewki sztalowe.

Camus z swych doświadczeń wnosi, iż tarcie nie tylko pochodzi od różney natury ciał, które się trą, ale ieszcze od różności materyj, któremi ułatwiają tarcie.

Nakoniec *Coulomb* w terażniejszych czasach wiele ważnych uczynił doświadczeń względem tarcia: (*Czytaj Journal de l'École Polytechnique IV. Cahier. p 397.*), z których wypada:

10d. Ze płaszczyzna suchego drzewa posuwając się po płaszczyźnie takiegoż drzewa, gdy potem spocznie, tém trudnięj ją poruszyć, im mocnięj przyciska tę na której spoczywa, czyli, że opór jest proporcjonalny ięj ciśnieniu: ten opór w piérwszym momencie spoczynku znacznie się powiększa, a po kilku minutach jest najmocniejszy. }

are. Jakażkolwiek prędkością sunie się iedna powierzchnia drzewa suchego po drugięj, zawsze tarcie proporcjonalne jest ciśnieniu: ale daleko łatwięj można sunącą się poruszyć, aniżeli gdyby spoczywała: i siła którejby trzeba użyć w piérwszym razie, tak się ma do siły, której użyć trzeba w drugim razie, jak 2 : 9.

gcie. Tarcie metalów o siebie, nienasmarowanych, jest także proporcjonalne ich ciśnieniu: ale iednakowęj potrzeba siły, tak do poruszenia ich gdy spoczywają, iako też gdy są w ruchu.

4te. Jeżeli zaś metal trze się o drzewo; natenczas tём znaczniejsze jest tarcie, im większa jest prędkość.

Tarcie można umnieyszyć rozmaitemi sposobami. 1od. Smarowaniem: to zaś według różności ciał, ma być różne. Tarcie metalu o metal zmniejsza się smarując oliwą, albo inną jakąkolwiek tłustością. Drzewa tarcie umniejsza się, smarując je łoiem, albo mydłem rzadkiem: nakoniec gdy drzewo trze się o kamień, woda tarcie umniejsza. Ze zaś pomienione ciała tarcie zmniejszają; przyczyna jest; iż oliwa np: wlana pomiędzy metale, dołki napełniając, wierzchy równa, i nie dopuszcza, aby siebie samych dotykały się: aże oliwy albo oleju cząstki słabo trzymają się z sobą, więc łatwo jedna drugiey ustępuje, czyli jedna ślizga się po drugiey: toż rozumieć trzeba o wodzie i innych tłustościach. 2re. Wierzchy iak naydoskonaley wygładziwszy, tarcie będzie umniejszone. 3cie. Ciało dobrze wygładziwszy i nasmarowawszy wspierać na taktiem, o które się naymniey ściera. 4te. Wierzchy ciał zmniejszając, naprzykład wspierać okrągłe na płaskich. Dla teyto przyczyny biegli rzemieślnicy walce okrągłe wkładają w stępki kwadratowe. Niekiedy zamiast zmniejszenia powiększać tarcie potrzeba: taka np. okoliczność być może zieżdzając z góry wysokiey; w tenczas jedno lub więcey kół zatamowawszy; będą się tarły, i powozu bieg trudny uczynią. Szlufujący metale, szkła, kamienie, rzucając ostry piasek pomiędzy ciała które szlufują, tarcie powiększają.

§. 17. Bieg składany (motus compositus)

Dotąd wyftawialiśmy sobie, iż ciało bieżące jednéy tylko sile podlegało: i taki bieg nazywa się pojedynczy (*motus simplex*). Ale ciało może podlegać dwóm, albo kilku siłóm, i taki bieg nazywa się składany (*compositus*). Ze się on przytrafia, codzienne doświadczenia pokazują. Y tak człowiek płynący na statku, lub przewożący się prómém, czasem idzie w tęż samę stronę, w którą statek lub prom płynie, czasem w przeciwną, czasem od jednego boku do drugiego. W tych razach człowiek i sam chodzi i statek go unosi, szatém ma bieg składany.

Kierunek sił poruszających ciało do biegu, może być trojaki: *rod.* albo siły ciągną ciało w jednę stronę. *arc.* albo kierunek sił jest w przeciwną stronę. *gcie.* alboweż kierunek sił czyni kąt jaki. Tego trojakiego sił położenia obaczmy przykłady.

rod. Gdy siły razem w jednę stronę ciągną; natenczas prędkość ciała równa jest prędkościom od sił udzielonym razem wziętym. Naprzykład: gdy po stole tak popchniesz kulkę, aby w pięć sekund od jednego końca stołu, zatoczyła się do drugiego; jeżeli w tym samym czasie przenosisz stół na miéysce inne, od pierwszego na łokci pięć oddalone; kulka nie tylko przebieży długość stołu, ale też i owe pięć łokci, na które stół przeniosłeś.

arc. Jeżeli siły ciągną ciało w przeciwné strony, te być mogą, *rod* równe, *arc* nierówne,

Jeżeli są równe, natenczas nie poruszają ciała: bo jedna sprawi skutek, a druga go zepsuie. Jeżeli zaś siły są nierówne, wtenczas większa i ciało poruszy i drugą siłę zniszczy, ale przeto mniejszą się stanie. Pokazało się bowiem, że na zwyciężenie oporu, siła część równą iemułożyć powinna (§. 14.); W téj okoliczności opór jest złożony z siły przeciwnéj i ciała samego; więc gdy siła jest większa, ta przekona i opór ciała i przeciwną siłę, ale za to część swojej siły równą operowi ciała i przeciwnéj sile, utraci. Te prawdy prostém objaśniam doświadczeniem. Gdy dwóch ludzi równé siły stanie ze dwóch stron drzwi, z których pierwszy one odmyka, a drugi przywiera; te zaiste się nie ruszą. Gdy zaś otwierający jest silniejszy, ten drzwi otworzy, ale z taką trudnością, jakiby doznał otwierając tak ciężkie drzwi, jak jest siła pchającego, razem z ciężarem drzwi złączona.

3cie. Jeżeli zaś kierunki sił ciągnących czynią kąt, wtedy ciało średnią drogę przebiega. (Tab. I. Fig: 3.) Niech będzie $ABab$ statek płynący kierunkiem TS . M . N . są przedmioty nieruchome na ziemi np drzewa. D i C są dwie osoby na obudwu brzegach rzeki podobnież nieruchome. A i B są dwie osoby na statku, grające w piłkę. Dajmy, że w tym czasie gdy piłka leci z A do B , statek odpływa i bierze położenie miejsca $banm$; natenczas osoba A będzie na a , osoba zaś B odbierze piłkę w punkcie b . Oczywista jest rzecz, że odległość piłki od pierwszego iéy położenia A , jest linią Ab przekątna

równoległoboku $ABba$. Gdyby statek był nieruchomy w miejscu $ABba$; natenczas piłka przebiegłaby linią AB . Gdyby zaś osoba A nie rzucała piłki do osoby B , tylko statek płynął; natenczas osoba A z piłką przebiegłaby linią Aa . Dlatego więc piłka przebiega przekątnią Ab , iż podlega dwom siłom, których kierunek jest pod kątem BaA : przebiega zaś przekątnią w tym samym czasie, w którymby przebiegła iedną z tych linii Aa lub AB , gdyby podlegała iednój tylko sile. Tymczasem osobom płynącym na statku, zdawałoby się, że piłka leciała z A do B ; ponieważ w tym samym czasie, kiedy piłka przybywa do b ; osoby te znajdują się na linii ab : nie czując zaś biegu statku, który ich unosi, biorą ab za AB . Ależ osoby będące na punktach D i C stosując bieg statku do przedmiotów nieruchomych M i N , nie będą brały linii ba za BA , przeto obaczą, iż piłka z A bieży do b .

Z tego doświadczenia następujące prawidło wyprowadzić można: że ciało poruszone od dwóch sił, których kierunki czynią kąt, przebiega przekątnią równoległoboku zrobionego z dwóch linii oznaczających sił kierunki, i z kąta, w tymże samym czasie, w którymby przebiegło iedną linią podlegając iednój tylko sile.

Ta przekątnia oznaczająca prędkość bieżącego ciała, jest różna podług różności kąta, który czynią kierunki dwóch sił. (Tab: I. Fig: 4.) Jeżeli kierunki sił AB , AC są pod kątem prostym; ciało przebiega przekątnią AD . Jeżeli kierunki sił AB , AE czynią kąt roztwarty; ciało

przebiega przekątnią AF , mniejszą jak AD , tak dalece, że im roztwarszy będzie kąt EAB ; tém mniejsza będzie przekątnia AF , bo wtenczas siły zbliżać się będą do kierunków przeciwnych sobie. Nakoniec, jeżeli kierunki sił AB , AG czynią kąt ostry, ciało przebiega przekątnią AH , większą jak AD , i ta przekątnia tém większa będzie, im mniejszy będzie kąt GAB .

Gdy dwie siły są równe, iakoto AB , AC , wtedy przekątnia AD jednakowo jest nachylona do jednéj i do drugiéj siły, czyli kąt DAB równy jest kątowni DAC . Ale jeżeli siły są nierówne, iakoto AB , AE ; wtedy przekątnia bardziej się nachyliła ku kierunkowi téj siły, która jest większa, iak tu ku linii AE , czyli robi z tym kierunkiem kąt mniejszy, to jest kąt EAF , mniejszy od kąta FAB .

Stąd wypada: że, mając wiadomy kąt, który czynią kierunki sił, i ich ważność, możemy wyznaczyć drogę, którą ciało przebieży podlegając tym dwóm siłom. Niech będzie kąt roztwarty EAB , ważność sił wyrażmy liniami AB , AE . Dopełnimy równoległoboku $AEFB$, przekątnia AF będzie drogą przebieżoną od ciała.

Albo też mając wiadomą drogę przebieżoną od ciała, ważność siły i iéy nachylenie do przekątnej, którą ciało przebiega; znajdziemy ważność drugiéj siły, i iéy nachylenie do przekątnej. Wiedząc np: że ciało podlegając dwóm siłom przebiega drogę AH , mając ważność jednéj siły wyrażoną linią AB , i mając wiadome iéy nachylenie do AH , czyli kąt BAH ; Dopełnim

równoległoboku ABHG, i wyznaczy się linią AG, ważność drugiey siły i iey nachylenie do przekątney AH.

Bieg składany bardzo często uważać możemy. Przeprowadzający się na drugi brzeg rzeki kierunku czołno ukośnie; i tém bardziej bierze się przeciwko wodzie, im bystrzey rzeka płynie.

§. 18. Kiedy ciało przebiega połowę paraboli.

Bieg składany odprawuje się po linii prostej, gdy ciało podlega dwóm siłom, których stosunek zawsze jest jednostayny. Ale jeżeli zachodzi jaka odmiana w stosunku tych sił, np: jeśli jedna stać się większa lub mniejsza, gdy tymczasem druga nie odменя się; albo nawet, gdy obiedwie odменяją się, ale nie jednostaynie; natenczas średnia droga wypadająca z kierunku tych dwóch sił, nie będzie linią prostą, ale krzywą, jak doświadczenie pokazuje.

Ytak rzuciwszy ciało poziomo, to powinno by biecć tymże samym kierunkiem i jednakową prędkością, gdyby żadney przeszkody nie było. Lecz prócz oporu powietrza, które prędkość umniejsza (§. 13.), jeszcze siła ciężkości odменя kierunek jego biegu. Daymy, że to ciało nie podlega sile ciężkości, tylko samemu oporowi powietrza, natenczas nie odменяłoby kierunku swojego biegu, aleby tylko odменяło swą prędkość: albowiem, dla opierającego się powietrza, coraz wolniey bieżąc, nareszcie fra-

ciłoby całą swoją siłę i zostałoby na powietrzu. Ale mając zawsze siłę ciężkości, dlatego przyspiesza biegu iednostaynie (§. 9.): azatém bieg tego ciała będzie złożony z siły ciężkości i rzucenia. Gdyby stosunek tych dwóch sił zawsze był iednostayny; przebiegłoby ciało linią prostą, ale chociaż od siły ciężkości powiększa się bieg iednostaynie, siła iednak rzucenia nie w takim stosunku zmniejsza się, więc dlatego przebiega linią krzywą.

Rzucmy ciało poziomo z punktu A do B (Tab: I, Fig: 5.). Daymy, że tylko podlega sile rzucenia, więc w piérwszý *np*: sekundzie przebieży linią AD, w drugiéy, dla oporu powietrza mnieyszą linią DC, w trzeciej sekundzie ieszcze mnieyszą linią CB, i straciwszy całą siłę dla opierającego się powietrza, zostałoby na powietrzu w punkcie B. Lecz to ciało będąc ciężkiém dąży do ziemi, azatém podlegając sile ciężkości przebiegłoby we trzech sekundach prętów dziewięć (§. 7.) kierunkiem pionowym, co niech wyraża linią AE podzielona na dziewięć części równych. A więc podlegając dwóm siłom, to jest rzucenia i ciężkości, przebieży przekątnią. Y tak w piérwszý sekundzie od siły rzucenia przebiegłoby AD, a od ciężkości ieden pręt, to jest A₁; więc podlegając tym dwóm siłom, przebieży przekątnią Ab równoległoboku. Znaydując się na punkcie b; od siły rzucenia przebiegłoby bf, a od siły ciężkości prętów trzy, to jest be; więc przebieży przekątnią bh; z punktu h od siły rzucenia przebiegłoby hO, a od ciężkości

prętów pięć, to jest hn , więc przebieży przekątną hM . Gdyby stosunek sił, rzucenia i ciężkości był jednostajny, ciało przebiegłoby linią prostą AM ; ale że ich stosunek coraz się odmienna, dlatego ciało przebiega linią krzywą $AbhM$. Porobiliśmy tylko zakrzywienia w punktach b i h , bośmy tylko uważali działanie dwóch sił na końcu pierwszój i drugiej sekundy; ale że ciało w każdym nieskończeniu małym momencie podlega tym dwóm siłom; więc tworzyć się będą nieskończenie małe przekątne, które uformują połowę *Paraboli*.

§. 19. Kiedy ciało przebiega całą Parabolę?

Rzuciwszy zaś ciało ukośnie do horyzontu, natenczas przebieży całą parabolę. Niech będzie linia pozioma AW (Tab: I. Fig: 6.). Rzucimy ciało z punktu A kierunkiem AI , czyniącym z poziomą kąt IAW . Gdyby to ciało nie było ciężkiem, więcby biegło kierunkiem AI . Daymy, że tę drogę AI przebiega w sześciu sekundach; więc w pierwszój sekundzie przebiegłoby linią AB , w drugiej Bb i t. d. w szostej nakoniec MI : tu straciwszy całą siłę dla oporu powietrza, zostałoby na punkcie I . Lecz będąc ciężkiem, dąży do ziemi, i w sześciu sekundach przebiegłoby 36. prętów (§. 7.) kierunkiem pionowym, co niech wyraża linia IW podzielona na 36 części równych. A zatem podlegając zawsze dwóm siłom, rzucenia i ciężkości, przebieży linią krzywą.

Podzielmy poziomą AW na sześć równych części, i z ich końców wyprowadźmy prostopadłe CB, Db i t. d.

Linia CB = $\frac{1}{6}$ IW dla podobieństwa Trójkątów BAC, IAW, czyli CB = 6 prętów.

Podobnież Db = $\frac{2}{6}$ IW, czyli Db = 12 prętów

FE = $\frac{3}{6}$ IW, czyli FE = 18 prętów

HG = $\frac{4}{6}$ IW, czyli HG = 24 prętów

NM = $\frac{5}{6}$ IW, czyli NM = 30 prętów

Rzuciwszy tedy ciało z punktu A kierunkiem AI, przebiegłoby w pierwszy sekundzie od siły rzucenia linią AB, a od ciężkości pręt ieden, to jest Ax, więc przebieży przekątną AL, i będzie wyniesione od ziemi na linią LC, która znaaczy prętów 5, ponieważ BC waży 6 prętów, a BL 1. W drugiey sekundzie od siły rzucenia przebiegłoby L ∂ , a od ciężkości ∂n , więc przebieży przekątną Ln, i jest wysoko od ziemi na linią nD, czyli prętów 8, bo Db = 12 prętów, a w dwóch sekundach spada do ziemi na 4 pręty, to jest przebiega linią bn; więc nD = 8 prętów. Podobnież w trzeciey sekundzie przebieży nO, w czwartéy OP, w piątéy PQ, w szostéy QW.

Stąd widzimy, że linia

LC = 5 prętom

nD = 8 prętom

OF = 9 prętom

PH = 8 prętom

QN = 5 prętom.

Ciało na punkcie L, jest na wysokości LC, czyli 5 prętów :

na punkcie n , jest na wysokości nD , czyli 8 prętów:

na punkcie O , jest na wysokości OF , czyli 9 prętów:

to jest: w pierwszój sekundzie podnosi się na 5 prętów; w drugiej ponieważ jest wysoko na 3 prętów, więc się podniosło na 3 pręty: w trzeciej sekundzie jest wysoko na 9 prętów, więc się tylko na 1 podniosło: czyli w pierwszój sekundzie podniosło się na 5 prętów, w drugiej na 3, w trzeciej na 1: więc z punktu A do O , ma bieg opóźniony (§. 12.).

Już zaś na punkcie O jest na wysokości OF , czyli 9 prętów:

na punkcie P , jest na wysokości PH , czyli 8 prętów:

na punkcie Q , jest na wysokości QN , czyli 5 prętów:

to jest w czwartej sekundzie opadło na 1 pręt, w piątej na 3, w szóstej na 5, zatem z punktu O do W , ma ciało bieg przyśpieszony. Widzimy zatem, iż ciało jedną połowę swój drogi przebywa biegiem opóźnionym, a drugą połowę biegiem przyśpieszonym. Widzimy także, iż tylko podnosi się do czwartej części wysokości IW : bo najwyżej jest na punkcie O . Zaś $OF = 9$, które jest czwartą częścią IW . Porobiliśmy tylko zakrzywienia w punktach L, n, O, P, Q , ale ciało biegnąc, w każdym momencie podlega sile rzucenia i ciężkości, dlatego przebieży linią krzywą AOW , która się zowie Parabola.

Kule z armat, albo z innej strzelby ukośnie wyrzucone przebiegają parabolę: Na tém się zasadza umiejętność Inżynierów; ci przez doświadczenie dochodzą, iak daleko armata bije pod kątem 45° wymierzona.

R O Z D Z I A Ł II.

TEORYA MACHIN.

§. 20. Co są Machiny.

WYŁOŻONE prawdy w poprzedzającym rozdziale, ułatwiają nam tłumaczenie skutków, które iakiejkolwiek Machiny sprawiają. Nazywamy Machiną to wszystko, co siłę powiększa, to jest co sile dopomaga, aby ciężar, którego sama przez się utrzymać nie może, za pomocą Machiny podnieść zdołała, np: siła ludzka ogromnego kamienia dzwignąć nie może, lecz używszy drąga lub jakiej innej Machiny, łatwo go podniesie. Mówiąc o Machinach, uważamy je tylko tak, że niemi siła utrzymuje ciężar na równy wadze, to jest, że Machiną tyle tylko siła jest powiększona, iż ciężar utrzymuje w spoczynku: bo iak skoro powiększymy siłę, zaraz ciężar podniesie. Siłę będziemy czasem oznaczali ciężarem: bo wielkość siły poznać można z ciężaru, który drugi ciężar, albo utrzymuje na wadze, albo

podnosi. Tak gdy jeden człowiek całą swą siłą podnosi funtów 100, drugi zaś podnosi tylko 50; mówimy, że pierwszy dwa razy ma większą siłę od drugiego. Machiny są dwójakie pojedyncze i złożone. Zaczniemy od wykładu najprostszej Machiny, z której wszelkie inne pochodzą.

§. 21. Waga (Libra).

Niech będzie linia prosta AB, (Tab: I. Fig: 7.) iéy środek S: naznaczmy na téy linii punkta jednakowo odległe od iéy środka, np: A i B, C i D. Jeżeli ta linia obracając się koło swego środka weźmie położenie linii ba, tedy punkta na niéy naznaczone, obiegną łuki podobne Aa, Cc, Dd, Bb. Te łuki mają się iak ich promienie, np: Aa : Dd = AS : DS. Te łuki są to drogi przebieżone od punktów, a ich promienie są odległości tychże punktów od środka S; zatem tak się ma droga przebieżona od punktu A, do drogi przebieżonéy od punktu D, iak odległość punktu A od środka S, do odległości punktu D od tegoż środka: to jest, nazwawszy drogi D i d, a zaś odległości od środka O i o, będzie D : d = O : o (C). Te drogi są przebieżone w jednakowym czasie; więc mają się jeszcze iak prędkości (§. 4):

to jest D : d = P : p, (D)

zatem z proporcyy (C) i (D) wypada

$$P : p = O : o,$$

to jest, prędkości którymi biegają punkta, tak się mają, iak ich odległości od środka.

Zawieśmy w punkcie A (Tab: I. Fig: 8.) ciężar wazący funtów 6, którego odległość od środka S, jest 4 części równych: a na drugiey stronie linii w punkcie B, zawieśmy w takieyże odległości od środka podobnie 6 funtów. Ciało przy A, będąc ciężkiem, usiłnie dążyć do ziemi kierunkiem pionowym A6, a przeto ciągnie ciało B do góry: i nawzajem, ciało przy B, pociąga w górę ciało A, czyli te dwa ciała wzajemne siły na siebie wywierają. Wiemy, iż siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość (§ 5.), a tu pokazaliśmy dopiero, że prędkości tak się mają, jak odległości; więc w tym razie znajdziemy siły ciał zawieszonych, mnożąc ich masy przez odległości od środka S. Aże masy i odległości od środka są równe, więc i siły będą równe. Te zaś siły, będąc równe i przeciwne, wzajemnie się zniszczą, i ciała będą w spoczynku, czyli będzie równowaga.

Pierwszy więc przypadek równowagi jest wtenczas, kiedy ciała są jednakowey masy, i zawieszony w równey odległości od środka.

Zawieśmy znówu na iedney stronie téyże linii przy B w odległości od iey środka 4, masę wazącą funtów 6, a na drugiey stronie w odległości od środka 3, masę wazącą funtów 8, będzie także równowaga: bo wieloczyn z masy 6, przez iey odległość od środka 4, równy jest wieloczynowi z masy 8, przez iey odległość od środka 3.

czyli $6 \times 4 = 8 \times 3$ (*Geom: Elem.*
 azatem $6 : 8 = 3 : 4$ (*Rozdz. IX.*

to jest, masa pierwszego ciała do masy drugiego, iak odległość od środka drugiego ciała, do odległości od środka pierwszego, czyli, masy są w stosunku odwrotnym odległości.

Drugi więc przypadek równowagi jest wtenczas, kiedy masa mniejsza zawiesza się w odległości od środka tyle razy większėj, ile razy jest mniejsza od większėj masy, czyli gdy masy są w stosunku odwrotnym ich odległości od środka.

Linia AB (Fig: 8.) podzielona na części równe, wystawie Wagę, powszechnie znanome narzędzie. Linie AS, BS są ramiona Wagi. Punkt S, nazywa się zbiorem ciężaru ciał zawieszonych, lub środkiem ich ciężkości, (*centrum gravitatis*), bo przez utrzymanie tego punktu, nie spadają ciała na ziemię dla swojej ciężkości (§. 7.), czyli utrzymują się w spoczynku na ramionach wagi. A iako dwóch ciał wiszących na ramionach wagi AB, uważamy zbiór ciężaru, czyli spólny środek ciężkości w punkcie S; tak też w jakimkolwiek ciele znajduje się punkt, około którego wszystkie jego części utrzymują się na równej wadze. Zbiór ciężaru, czyli środek ciężkości ciała, rzadko kiedy przypada w środku jego wielkości: na to potrzeba, aby ciało było iednorodne, to jest z części iednakowych złożone i figury foremnej, np: kuli iednorodnej środek ciężkości i środek wielkości w jednymże punkcie znajdować się będzie. W innych zaś ciałach nieregularnych, dwa te środki nie na ieden punkt przypadną.

Powiedzieliśmy, że gdy środek ciężkości nie jest utrzymany, ciało spada kierunkiem pionowym do ziemi: Lecz kiedy ten kierunek przechodzi przez punkt na którym się ciało wspiera, natenczas zostaje w spoczynku, to jest, gdy kierunek ciężkości przypada na podstawę, na której się ciało wspiera. Stąd wnosimy, iż te ciała trudniéy ustawić do równowagi, które bardzo małą mają podstawę. Y tak kula położona na płaszczyźnie pochyley, stoczy się na ziemię, bo dotykając się płaszczyzny jednym punktem, kierunek iéy ciężkości łatwo wybocza z tego punktu podpory: przeciwnie bryła inna na teyże płaszczyźnie położona, może na niéy spoczywać, jeżeli kierunek iéy ciężkości nie wypada z podstawy. Dlatego młode zwierzęta nie tak łatwo padają, iak małe dzieci: albowiem podstawa dziecięcia jest niewielka, więc gdy się pochyli, kierunek iego ciężkości nie przechodzi przez podstawę. Przeciwnie zwierzęta ze czterema nogami wielki płac zajmują, przeto gdy jedną nogę podniosą, ieszcze jednak kierunek ciężkości znajduje się w podstawie; Tańcujący na linie, dla utrzymania kierunku ciężkości w swéy podstawie, rozmaite położenia swoim członkom nadaie. Człowiek na górę wstępując, ku niéy się nachyla, przeciwnie z niéy schodząc w tył się wypręża. Toż sądzić o człowieku dźwigającym ciężar na plecach, lub przed sobą. Budynków długoletność stąd pochodzi, że kierunek ich środka ciężkości wpada w podstawę. Y tak wieże Pizańska i Boncońska, chociaż są pochylone

ne do ziemi, i zdają się upadkiem zagrażać, wszelako bezpiecznie stoją. Wieża Pizańska jest okrągła, wysoka prawie na 138 stóp, a na 15 stop pochyła. Wieża Bonońska jest kwadrato-wa, wysoka na 130 stóp, a na 9 stóp pochy-lona. Takto biegły Architekt potrafił ułożyć ich części, iż mimo znacznego pochylenia, kierunek ich ciężkości wpada w podstawę.

§. 22. Prawidła podług których znajdują się środki ciężkości różnych ciał.

Znalezienie środka ciężkości w jednym lub w kilku ciałach, jest bardzo ważną rzeczą w wie-lu okolicznościach; przeto poznamy prawidła, podług których dochodzić go można.

102. Niech będą dwa ciała jednorodne A i B (Tab: I. Fig: 9.), przez ich środki ciężkości poprowadźmy linią prostą AB. Jeżeli masy tych dwóch ciał są sobie równe; natenczas spól-ny ich środek ciężkości będzie we środku linii AB, to jest w punkcie S (§. 21.). Azatém będzie:

$$A : B = BS : AS$$

$$\text{Stąd } A + B : A = BS + AS : BS$$

$$\text{azatém } BS = \frac{BS + AS \times A}{A + B.}$$

to jest, aby znaleźć spólny środek ciężkości dwóch ciał, trzeba rozmnożyć jednego masę, przez odległość szczególnych środków od siebie, i ten wieloczyn podzielić przez sumę mass.

Daymy, że ciężary są nierówne, np: $A = 12$,
 $B = 4$, $AB = 24$; będzie $BS = \frac{24 \times 12}{12 + 4}$
 $= 18$. to jest, kiedy odległość AB szczególnych
 środków ciężkości jest 24 części równych;
 natenczas spólny środek ciężkości przypadnie na
 część osiemnastą z strony B; gdyby zaś masy
 były równe, środek ciężkości przypadłby na
 część dwunastą.

Ponieważ $B : A = AS : BS$ (§. 21.)

$$\text{zatem } B = \frac{A \times AS}{BS.}$$

Niech $A = 12$, $BS = 18$, $AS = 6$.

$$\text{będzie } B = \frac{12 \times 6}{18} = 4.$$

To jest, mając wiadomą jedną masę, odle-
 głość od siebie szczególnych środków ciężkości,
 i spólny środek ciężkości dwóch mass; można
 wyznaczyć drugą masę.

are. Znajdźmy teraz spólny środek ciężko-
 ści kilku ciał. Na linii AB (Tab: I. Fig: 10.)
 zawieśmy cztery ciała a, b, c, d , gdzie będzie
 spólny ich środek ciężkości? Podług poprzedza-
 jącego prawidła, szukamy naprzód spólnego
 środka ciężkości ciał a i b , który niech przy-
 pada w punkcie F; wystawmy sobie, że w tym
 punkcie F zawieszony jest ciężar równy summie
 mass $a + b$, i między tym ciężarem i masą c
 szukamy spólnego środka ciężkości, który niech
 będzie w punkcie G. Nakoniec wystawmy sobie,

że w punkcie G zawieszony jest ciężar równy summie ciężarów $a + b + c$, i między tym ciężarem, a masą ∂ znalazłszy spólny środek ciężkości w punkcie H; ten będzie środkiem ciężkości szukany.

zcie. Znaleźć środek ciężkości Trójkąta ABC (Tab: I. Fig: 11.). Podzielmy bok trójkąta CB na dwie części równe w punkcie E, i poprowadźmy linią prostą AE. Punkt E jest środkiem ciężkości linii CB (§. 21.). linia zaś AE przechodząc przez środek ciężkości linii CB, będzie oraz przechodziła przez środek ciężkości wszelkich linii równoodległych od CB, a zakończonych bokami trójkąta AC, AB, czyli środek ciężkości trójkąta ABC, będzie się znajdował na linii AE. Podzielmy drugi bok trójkąta AB na dwie części równe w punkcie D, i poprowadźmy linią prostą DC; ta podobnież przechodzi przez środek ciężkości wszelkich linii równoodległych od AB, czyli środek ciężkości trójkąta znajduje się na linii CD, zatem jest w punkcie F, w przecięciu linii DC i AE.

Z punktu E poprowadźmy EG równoodległą od AB. Dla podobieństwa trójkątów CEG, CBD linia EG jest połową linii BD, albo AD. Potém dla podobieństwa trójkątów DAF, EGF jest $AD : GE = AF : FE$. Aże AD dwa razy jest tak wielką, jak GE, więc AF dwa razy jest większą od FE, zatem AF ma takich części dwie, jakich AE trzy; czyli AF jest $\frac{2}{3}$ AE. Podobnymże sposobem można okazać, że CF jest $\frac{2}{3}$ CD, zatem środek ciężkości trójkąta znajdziemy,

prowadząc linią od wierzchołka któregokolwiek kąta, do środka boku leżącego naprzeciw temu kątowi: odległość środka ciężkości od tego wierzchołka będzie $\frac{2}{3}$ téj linii, to jest środek trójkąta przypada na środek jego wielkości.

Podobnymże sposobem znajdziemy środek ciężkości wielokąta foremnego wyznaczwszy środek jego wielkości.

4te. Znaleźć środek ciężkości równoległoscianu ADEG (Tab: I. Fig: 12.). Poprowadźmy w równoległoboku ABDC, dwie przekątne AD, CB, punkt I w którym się przecinają, jest środkiem ciężkości równoległoboku. Dla teyże przyczyny punkt K jest środkiem ciężkości równoległoboku HGFE. Poprowadźmy płaszczyzny CBFH, ADGE. Każda z nich, dzieli równoległoscian na dwie części równe, azatem każda przechodzi przez środek jego ciężkości, więc w środku ich przecięcia IK, będzie środek ciężkości równoległoscianu.

Takimże sposobem można wyznaczyć środek ciężkości graniastostupów i walców, biorąc połowę linii prostey łączący środki ścian przeciwnych.

5te. Znaleźć środek ciężkości ostrostupa. Niech będzie ostrostup ASBC (Tab: I. Fig: 13.), którego podstawą jest trójkąt ABC. Szukaymy naprzed środka ciężkości podstawy ostrostupa ABC. Poprowadźmy linią prostą AD od wierzchołka kąta A, do punktu D środka przeciwnego boku temu kątowi, i na linii AD odetniemy AF równą $\frac{2}{3}$ AD. Punkt F będzie środkiem cięż-

kości trójkąta ABC , podług trzeciego prawidła. Od tego punktu poprowadźmy linią prostą FS do wierzchołka ostrosłupa. Linią FS idąca przez środek ciężkości płaszczyzny ABC , idzie oraz przez środek ciężkości wszystkich płaszczyzn równoległych od podstawy ABC , zatem idzie przez środek ciężkości ostrosłupa $ASBC$.

Szukamy powtórę środka ciężkości trójkąta BSC . Prowadźmy linią SD do środka BC , i weźmy SE równą $\frac{2}{3} SD$; punkt E będzie środkiem ciężkości płaszczyzny BSC , zaś linią AE będzie przechodziła przez środek ciężkości wszelkich płaszczyzn równoodległych od ściany BSC , zatem przez środek ciężkości ostrosłupa. A więc punkt G w którym przecinają się dwie linie SF , AE , jest środkiem ciężkości ostrosłupa $ASBC$.

Poprowadźmy linią prostą FE . Ponieważ linia DF jest $\frac{1}{3} AD$, zaś DE jest $\frac{1}{3} DS$, zatem trójkąty FDE , ADS są sobie podobne (*Geom: Rozdz. VIII. Twierdz. fundamentalne odwrotne*), zatem FE jest równoodległa od AS , a przeto FE jest $\frac{1}{3} AS$.

Znowu trójkąty FGE , SGA są sobie podobne, zatem $FE : AS = FG : SG$, aże FE jest $\frac{1}{3} AS$, więc i FG jest $\frac{1}{3} SG$, zatem SG ma takich części 3, jakich SF ma 4, czyli SG jest $\frac{3}{4} SF$.

Zatem aby znaleźć środek ciężkości ostrosłupa, którego podstawą jest trójkąt, trzeba naprzód znaleźć środek ciężkości podstawy; potem od tego punktu poprowadzić linią prostą do wierzchołka ostrosłupa; będzie odległość środ-

ka ciężkości ostrosłupa od jego wierzchołka równa $\frac{3}{4}$ téj linii,

Znajdźmy teraz środek ciężkości ostrosłupa, którego podstawą jest jaki inny wielokąt, np: pięciokąt foremny. Poprowadźmy w tym pięciokącie dwie przekątne od wierzchołka iakiegokolwiek kąta, podzieli się przez to pięciokąt na trzy trójkąty, które możemy uważać za podstawy trzech ostrosłupów schodzących się w jednym punkcie, i składających podany ostrosłup. Znajdźmy środek ciężkości pięciokąta podług prawidła trzeciego, i od tego punktu do wierzchołka ostrosłupa poprowadźmy linią prostą: weźmy na niéy punkt odległy od wierzchołka na $\frac{3}{4}$ całej linii, przez ten punkt poprowadźmy płaszczyznę równoodległą od podstawy ostrosłupa, ta przechodzić będzie przez środek ciężkości trzech ostrosłupów, których podstawami są trójkąty, azatém przechodzi także przez środek ciężkości ostrosłupa, którego podstawą jest pięciokąt. Azatém od środka ciężkości podstawy iakiegokolwiek ostrosłupa poprowadziwszy linią prostą do wierzchołka ostrosłupa, punkt odległy od wierzchołka ostrosłupa na $\frac{3}{4}$ téj linii będzie jego środkiem ciężkości.

Stąd wypada, że i ostrokągu środek ciężkości jest odległy od jego wierzchołka na $\frac{3}{4}$ osi.

bte. Znaleźć środek ciężkości półkuli. Niech będzie AB (Tab: I. Fig 14-) średnica półkuli AIB i walca na niéy opisanego ABDE: zaś linia ED, równa AB, średnica ostrokągu ECD. Podług poprzedzającego prawidła, środek ciężkości

ostrokągu ECD, będzie w punkcie F odległym od C na $\frac{3}{4}$ linii CI: a podług czwartego prawidła, środek ciężkości walca ABDE, będzie w punkcie H odległym od C na $\frac{1}{2}$ linii CI. Ponieważ tedy $CF = \frac{3}{4} CI$, zaś $CH = \frac{1}{2} CI$; więc $FH = CF - CH = \frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ to jest $FH = \frac{1}{4} CI$. Ponieważ masa walca ABDE równa jest summie mass półkuli AIB i ostrokągu ECD; (*podług Geom. Elemnt: części agity Rozdziału VIII. Twierdż: 5 i Rozdz: IX. Twierdż: 2.*), więc punkt H, to jest środek ciężkości walca, możemy uważać za spólny środek ciężkości półkuli i ostrokągu, a punkt F za środek ciężkości samego ostrokągu. Azatém massy te są w stosunku odwrotnym odległości od spólnego środka (§. 21.), to jest, masa półkuli tak się ma do massy ostrokągu, iak FH odległość ostrokągu od spólnego środka ciężkości, do odległości półkuli od tegoż środka, która będzie GH, azatém środek ciężkości półkuli będzie w punkcie G. Aże masa półkuli ABI, iost dwa razy większa od massy ostrokągu ECD, (*podług twierdżeń przytoczonych w poprzedzającym nawiasie*), więc FH odległość ostrokągu od spólnego środka ciężkości, iest dwa razy większa od GH odległości kuli od tegoż środka, to iest, $GH = \frac{1}{2} FH$, że zaś $FH = \frac{1}{4} CI$, więc $GH = \frac{1}{8} CI$. Potém $CG = CH - GH = \frac{1}{2} CI - \frac{1}{8} CI = \frac{3}{8} CI$, to iest środek ciężkości półkuli odległy iest od środka kuli na $\frac{3}{8}$ promienia kuli.

Można wyznaczyć mechanicznie środek ciężkości ciała następującym sposobem. Położywszy

ciało na drzewie, albo metalu tróyraniastym na: przód wzdłuż, potem wszcz, trzeba w pierwszym i drugim razie póty posuwać, aż póki nie będzie równowaga, i na miejscach wsparcia kreski pociągnąć: punkt w którym się owe kreski przecinają, pokaże, iż naprzeciw niego jest środek ciężkości.

§. 23. Na czém zależy dokładność Wagi.

Aby waga była doskonałą, powinna być bardzo ruchoma w punkcie E (Tab: I. Fig: 15.) tak dalece, aby za przydaniem najmniejszego ciężaru na jedno iéy ramie, równowaga się psuła. To wachanie się ramion wagi EC, EB tém bardziéy się powiększy, im mniej się będą tarcy ramiona w punkcie E: mniejsze zaś będzie tarcie, gdy ramiona wagi w punkcie E ostro się wspierają, iak bywa pospolicie. Powiększy się także znacznie wachanie się ramion, jeżeli ich środek ciężkości, i punkt wsparcia, czyli środek wachania się na iedenże punkt przypadają: bo natenczas zawsze będzie równowaga, iakieźkolwiek ramiona wezmą położenie, czyli poziome, czyli nachylone. Tak np: gdy środek ciężkości ramion, i środek ich wachania się jest w punkcie E, natenczas jeżeli ciężary równe M i D położymy na talerzach; zawsze będzie $M \times CE = D \times BE$ (§. 21.), czyli zawsze będzie równowaga, iakieźkolwiek będą długości sznurki do których są przywiązane talerze z ciężarami: bo kierunek ciężkości będąc pionowy, (§. 7.)

cięża-

ciężary M i D leżące na talerzach, tak działają na siebie, jak gdyby były w punktach C i B . Jeżeli ramiona téj wagi wezmą położenie linii bc , wtedy kierunki ciężkości ciał leżących na talerzach, będą cm , $b\partial$, i ciało M będzie w punkcie m , zaś D w punkcie ∂ , i te ciała tak będą działały na siebie, jak gdyby były w punktach o i n : które to punkta ponieważ są jednakowo odległe od środka ciężkości E , (bo Trójkąty Eco , Ebn mogą przystać do siebie podług II. Rodz: Jeom: Elem:), a zatem będzie znowu równowaga, i najmniejszy ciężar do jednego talerza przydany, onę zepsuie. A zatem jeżeli środek ciężkości, i środek wahanía się ramion przypadają w jednym punkcie; zawsze będzie równowaga, ikolwiek położenie wezmą ramiona. Ale że prawie ustawicznie i prędkie ich wanie się wyciąga długiego czasu i wielkiéj pilności w ładowaniu ciężarami talerzów; przeto dla wygody robią pospolicie takie wagi, w których środek ciężkości ramion jest niżej punktu ich wsparcia, czyli środka wahanía się. Takie wszelako ułożenie wagi jest niedokładne. Aby okazać tę niedokładność, daymy, że trójkąt ASB (Tab: I. Fig: 16,) oznacza wagę, w której punkt S jest środkiem wahanía się iéy ramion, a punkt C jest środkiem ciężkości. Poprowadźmy linią SC . W odległościach równych od środka wahanía się S , to jest AS , BS zawieśmy ciężary równe P , M . Jeżeli położenie ramion wagi jest horyzontalne, siły ciał zawieszonych będą równe, to jest będzie $P \times AS = M \times BS$

(§. 21.) i ciała wiszące P i M, można uważać jak gdyby leżały na punktach A i B. Ale jeśli ramiona wagi wezmą położenie linii ab , natenczas ciało M będzie w punkcie m , a ciało P w punkcie p . Przez środek wahaniasię S poprowadźmy linią $rS w$, równoodległą od AB i spotykającą kierunki ciężkości ciał w punktach r , w . Odległość ciała m od środka wahaniasię S jest linią rS , większa od wS odległości kierunku ciała p od tegoż środka. Bo trójkąty $bn\partial$, zan są podobne: zatem $\partial n : nz = bn : an$; Aże linią bn większa jest od an linią cn , więc i ∂n większa jest od linii nz , a tém bardziéy ∂C większa jest od Cz , zatem i rS , jest większa od wS , zatem $m \times rS$, jest większa od $p \times wS$. (§. 21.) to jest ciało m przeważy, czyli spólny środek ciężkości wywdzie ze środka odległości dwóch końców ramion wagi na stronę ciała m , które dlatego przeważy ciało p ; przeto ciało m , może być lżeysze od ciała p , a będą oba w równéywadze: co wielką niedokładność uczynićby mogło w ważeniu rzeczy kosztownych.

Nakoniec im dłuższe będą ramiona, tém dokładniéysza waga: bo jeżeli na ramionach iéy dwa ciężary zawieszzone będą w równéy wadze, natenczas gdy jeden ciężar nieznacznie powiększymy, równowagasię zepsuie: bo iakożkolwiek jest mała ilość, którą przydajemy; wszelako iéy odległość od środka wahaniasię będąc znaczna, uczyni iéy siłę proporcjonalną do téy odległości (§. 21.), ale znowu i w długości ramion

miarę zachować potrzeba: bo jeżeli są zbyt długie, będą ciężkie, a zatem znaczne będzie tarcie w środku wahania się: jeżeli znowu są cienkie, mogą się ugiąć, gdy wielkie ciężary na nich będą zawieszono, nie można zaś być pewnym, czyli jednakowo się uginają po obu stronach.

Pospolicie na końcach ramion wagi są kółka, do których przywiązują się sznurki z talerzami, co żadnego uchybienia nie sprawi, jeżeli środki tych kółek i środek wahania się ramion czynią linią prostą.

Dla łatwiejszego pomiarkowania, czyli ramiona wagi mają położenie horyzontalne, powinien być w środku wahania się S (Tab: I. Fig: 17.) skazownik SD prostopadły do ramion wagi. Skazownik ten żadnej odmiany nie sprawi, jeżeli położenie ramion czyni linią horyzontalną AB , bo kierunek jego środka ciężkości przechodzi przez środek ciężkości ramion S . Ale kiedy ramiona wagi wezmą położenie linii ab , w ten czas kierunek środka ciężkości skazownika nie przechodzi przez środek ciężkości ramion. Dajmy, że środek ciężkości skazownika $S\partial$, jest w punkcie E ; kierunek jego ciężkości będzie pionowa EF , a zatem skazownik SD przyda ciężaru ramieniu Sb . Dla uniknięcia w tym razie niedokładności, dają z przeciwnéj strony ciężarek wyrównywający skazownikowi SD , a w takim razie można wystawić sobie dwie wagi, których ramiona przecinają się zawsze pod kątem prostym w punkcie S .

Czasem ramiona fałszywey wagi będą w położeniu horyzontalném, a to w tenczas się trafi, kiedy jedno ramie będzie krótsze od drugiego, ale równéy massy. Aby się przekonać o iéy niedokładności, trzeba naprzód kłaść na obadwa talerze tyle ciężarów, aby była równowaga, a potem przemienić ciężary z jednego talerza na drugi. Jeżeli waga jest fałszywa, ramiona iéy nie będą miały położenia horyzontalnego po przełożeniu ciężarów: bo równowaga w pierwszym razie stała pochodziła, iż ramie krótsze obciążone było większą massą (§. 21.), a ramie dłuższe mniejszą; więc po przełożeniu ciężarów równowaga się zepsuła.

§. 24. Przemian, czyli waga Rzymska
(statera).

Niekiedy towary ważone bywają przemianem, który tém się tylko różni od pospolitey wagi, iż jego ramiona są nierówne (Tab: I. Fig: 18. *Prima*). Talerz T jest na krótszém ramieniu, podpora czyli środek wahanja się ramion jest w punkcie P, ciężarek zaś W wieszają się na ramieniu dłuższém, podzieloném na części tym sposobem. Na talerzu T położywszy funt 1; ciężarek W póty posuwają, póki nie będzie równowaga: to pierwsze ciężarku zawieszenie znaczą 1. Powtóre na talerzu T kładą pojedynczo ciężary 2, 3, 4, 5, 6, i t. d. funtów ważące; z temi ciężarkami W na równowadze ustanowiwszy, znaczą 2, 3, 4, 5, 6, i t. d. i podział ramienia jest

już zrobiony. Ze iednym ciężarkiem W można ważyć różne wielkie towary, iasna jest rzecz z prawdy wyżey położonéy (§. 21.); stąd więc ta machina naprzód wygodna. Powtóre wygodna jest dlatego, że w niéy podpora P tyle tylko obciążona, ile ciężarek W i towar waży. Lecz niewygodna dlatego, iż trudno dociec oszukania, które od podziału i ciężarku W zawisło. Kupiec towar biorąc, może powiedzieć, iż ciężarek W mniej waży, aniżeli jest w rzeczy saméy: może go tam zawiesić, gdzie większego ciężaru towar jest w równéy wadze, z ciężarkiem W . Stąd pochodzi, że drogich towarów przemianem nigdy nie waży.

Figura 18. *Secun*: wystawie przemian, którego pospolicie na prowincyach używają. Na iednym zawsze końcu jest waga W , na drugim z haka C wieszają towar. Podporę P tu i owdzie przesuwają, póki towar, na haku C zawieszony, nie stanie do równowagi z ciężarem W . Ale taki przemian ieszcze może być niedokładniejszy od poprzedzającego, bo oszukanie byż może od ciężaru W , i od podziału drążka WPC .

§. 25. *Drag* (*Vectis*).

Naylepszy jest sposób dochodzenia prawdy, postępować od wiadoméy rzeczy do niewiadoméy. Teorya wagi, którą znamy, posłużyć nam może do wytłumaczenia skutków wszelkich innych machin. Y tak drag, którego używają do podnieszenia ciężarów, nic innego nie jest tylko waga.

Drąg wyrażony linią SC (Tab. II. Fig: 19.), i wspierający się na podporze P, jest to samo, co waga w punkcie P zawieszona. Przeto cośmy powiedzieli o wadze, to samo do drąga przystosować możemy. Jako w wadze uważaliśmy punkt zawieszenia, i ciężary na iéy ramionach; tak w drągu uważać będziemy podporę i ciężary na końcach drąga, z których ciężarów jeden zwąć będziemy ciężarem, a drugi siłą. Lecz w drągu rozmaite miejsce podpora mieć może, stąd różność drągów pochodzi.

1od. Jeżeli podpora jest między ciężarem i siłą, będzie drąg pierwszego rodzaju.

2re. Jeżeli ciężar jest między siłą i podporą, będzie drąg rodzaju drugiego.

3cie. Jeżeli siła jest między ciężarem i podporą, będzie drąg trzeciego rodzaju.

Ponieważ drąg jest to samo, co waga, więc w każdym rodzaju drąga, tak się ma siła do ciężaru, iak odległość ciężaru od podpory, do odległości siły od podpory, czyli siła i ciężar są w stosunku odwrotnym swych odległości od środka. Zastanówmy się w szczególności nad każdym rodzajem drąga.

1od. W drągu pierwszego rodzaju (Tab: II. Fig: 19.), niech linia SP oznaczająca odległość siły od podpory będzie łokci 3. Siła S funtów 6. Ciężar C funtów 6, CP odległość iego od podpory łokci 3, będzie $6 \times 3 = 6 \times 3$, to jest w drągu pierwszego rodzaju, gdy podpora przypada na środek drąga, ciężar jest równy sile. Jeżeli drąg SC weźmie położenie linii sc,

łuk Ss , będzie równy łukowi Cc , to jest drogi przebieżone od siły i ciężaru są równe. Jeżeli zaś podpora bliżej jest siły (Tab: II. Fig: 20.), np: odległość siły od podpory $SP = 3$ łokci, odległość ciężaru od podpory $PC = 9$ łokci, siła $S = 6$ funtów, ciężar $C = 2$ funty, będą także $6 \times 3 = 2 \times 9$; lecz łuk Cc , jest większy od łuku Ss , to jest, gdy podpora bliżej jest siły, trzeba większej siły do utrzymania na równy wadze mniejszego ciężaru, ale ciężar większą drogę przebiega w jednymże czasie, aniżeli siła. Jeżeli zaś ciężar C weźmiemy za siłę, a siłę S za ciężar; więc mniejsza siła, to jest 2 funty, utrzymaie na równy wadze ciężar większy, to jest funtów 6; ale zato droga przebieżona od siły C , jest większa, aniżeli droga przebieżona od ciężaru S , czyli, im bardziej siła powiększa się przez swą odległość od podpory, tym dłuższego czasu potrzebuie do podniesienia ciężaru.

are. W dragu drugiego rodzaju (Tab: II. Fig: 21.). Niech będzie siła w punkcie S , ciężar C , podpora P . W takim dragu zawsze odległość siły od podpory jest cały drąg SP : zatem im bliżej jest ciężar C podpory P , tym łatwiej go siła podniesie, ale nie wysoko, i wiele czasu siła łoży. Bo niechay siła przebiega łuczek Ss w dwóch sekundach, tedy ciężar C przebieży w tymże czasie łuczek Cc , i tym mniejszy łuczek ciężar przebieży, im bliżej będzie podpory: przeto takiego rodzaju draga używają pospolicie do podnoszenia ciężarów wielkich, ale nie wysoko.

zcie. W drągu trzeciego rodzaju, niech będzie siła w punkcie S, (Tab: II. Fig: 22.) ciężar C na jednym końcu drąga, a podpora P na drugim. W takim drągu odległość ciężaru od podpory zawsze jest cały drąg CP, a zaś odległość siły S od podpory jest część drąga CP, a zatem trzeba większej siły do podniesienia mniejszego ciężaru: lecz droga przebieżona od ciężaru, w jednymże czasie, jest większa od drogi przebieżonej od siły; To zyskowanie czasu jest przyczyną, iż drąga trzeciego rodzaju używają do podnoszenia lekkich ciężarów na znaczną wysokość, iakoto gdy snopki, siano z wozów składają.

Drągów jest bardzo częste używanie. *10d.* Robotnicy mając podnieść wielki ciężar, biorą się do pierwszego, albo drugiego drąga, ten pod ciężar zasadziwszy, jeżeli ramie dłuższe na doł przyginają, używają drąga pierwszego rodzaju, jeżeli zaś do góry podnoszą, używają drąga drugiego. *are.* Nożyczki składają się ze dwóch drążków rodzaju pierwszego, te podczas strzyżenia wspierają się na sztyfcie, który je spaja, ciężar czyli ciało przefrzygane z jednéj strony podpory znajduje się, z drugiey zaś ręka sciskająca ramiona nożyczek: więc im twardsze ciało przecinać trzeba, tém je bliżéj podpory przysuwamy, aby jego odległość zmniejszyć. *zcie.* Wiosła na statkach, drygawki na tratwach są drągi drugiego rodzaju.

§. 26. Jak znaleźć odległość siły i ciężaru od podpory.

Używając drąga któregokolwiek rodzaju, postrzeżemy, iż ten albo cały, albo jego części koło podpory przeważają się. Ze zaś inne maszyny, jak pokażemy, składają się z drąga, więc aby w nich poznać podporę, trzeba uważać punkt, około którego części maszyny biegają, ten będzie podporą. Od nięj poprowadziwszy linią prostopadłą, do kierunku siły, ten będzie odległością ięj od podpory. Niemięj odległość ciężaru od podpory znajdziemy prowadząc linią prostopadłą do téj linii, po którejby ciężar spadł, gdyby nie był utrzymywany. I tak niech będzie drąg krzywy SPC (Tab: II. Fig: 23.), którego podpora w punkcie P , ciężar C , siła S . Od podpory P poprowadziwszy prostopadłe P_s , P_c , do kierunków siły i ciężaru, możemy brać drąg prosty cP_s , za drąg krzywy CPS .

§. 27: Koło na walcu (axis in peritrochio).

Drągi nie bardzo wysoko ciała podnoszą: aby więc ciężary do znaczney wysokości podnieść, trzeba używać koła na walcu. Koła na walcu części są: Walec BTD (Tab: II. Fig: 24.) i koło Rr na nim osadzone. Siła jest na okręgu koła, ciężar zaś uciepiony jest na sznurze Cc wiiącym się na walcu, a zatem gdy siła obęjdzie okrąg koła Rr , ciężar obęjdzie w tym sa-

mym czasie okrąg walca BCTD. Ta machina jest drąg pierwszego, albo drugiego rodzaju. To abym pokazał, wystawię kołowrot wpoprzecz, przez koło i walec przecięty (Tab: II. Fig: 25). Przekięcie walca jest hgM , drążki Pp , Ss w walcu utwierdzone, wyrażają średnicę koła osadzonego na walcu. Punkt h , przez który oś walca przechodzi jest podpora. Dajmy, że siła jest na P , ciężar na sznurze gG , tedy odległość siły od podpory będzie Ph , odległość zaś ciężaru od podpory będzie gh , azatém gdy siła, drążek Ph na dół ciągnie, koło na walcu jest drągiem pierwszego rodzaju (§. 25). Niech znowu ciężar będzie w punkcie g , zaś w punkcie p siła pcha drążek pg do góry; takie położenie koła na walcu wystawia drąg drugiego rodzaju. Azatém koło na walcu jest drąg pierwszego lub drugiego rodzaju: więc tak się ma siła do ciężaru, iak odległość ciężaru od podpory, do odległości siły od podpory, czyli siła i ciężar są w stosunku odwrotnym odległości od podpory. Aże odległość ciężaru od podpory jest promień walca gh , a odległość siły jest promień koła ph , więc tak się ma siła do ciężaru, iak promień walca, do promienia koła.

Ponieważ siła zawsze jest na kole, a ciężar na walcu; przeto gdy siła, koło raz obróci, ciężar w tym samym czasie będzie tak wysoko podniesiony, albo niżony, iak wielki okrąg walca: azatém obwody koła i walca są drogi przebieżone od siły i ciężaru w jednymże czasie; więc w téj machinie prędkość siły, tak będzie do

prędkości ciężaru, jak obwód koła do obwodu walca; bo gdy czasy są równe; prędkości mają się, jak drogi przebieżone (§. 4.).

Zamiast koła osadzonego na walcu, mogą być drążki wewnątrz utwierdzone, albo też korba jedna lub dwie. Może także położenie walca być pionowe, i takich pospolicie do obracania wiatraków używają.

§. 28. Krążek czyli Blok (Trochlea).

Krążek czyli Blok, jest talerzyk okrągły, drewniany, albo metalowy po wierzchu wydrążony, aby się w nich sznur utrzymywał. Krążki w osadzie jakiegokolwiek na walcach obracać się powinny. Jeżeli blok ze swą osadą na jednym miejscu jest przytwierdzony, taki zowie się blokiem nieruchomym (Tab: II. Fig: 26.), gdy zaś z osadą podnosi się do góry, albo opuszczany bywa na dół, taki blok zowie się ruchomy (Fig: 27.). Krążek nieruchomy i siły nie pomnaża i czasu nie skraca, ten bowiem jest drążkiem pierwszego rodzaju, w którym podpora jest w środku. Y tak: przez bloczek nieruchomy CA (Fig: 26.) przepuściwszy sznurek SCAM, zawieśmy na jego końcach ciężary równe S, M. Ciężar S nazwiemy siłą; będzie odległość siły od podpory P, linia CP, odległość zaś ciężaru od podpory P, linia AP (§. 26.). Aże $CP = AP$, bo są promienie jednegoż koła; więc siła równa ciężarowi (§. 25.), więc równą drogę i siła i ciężar przebiegać mogą, zatem blokiem

nieruchomym czas się nie skraca. Wygodny jednak jest blok nieruchomy: *10d.* Ze sznury przezeń przechodząc mniej się trą. *2re.* że siła na dole będąc, może blokiem ciężar do góry wynieść, przeto ma wygodne położenie: *3cie.* Ze siła przez blok sznur przepuściwszy, ciężarem własnym sznur ciągnąc, podnosi go do góry, iak często ludzie czynią.

Co się tycze krążka ruchomego, ten siłę sprawuje dwa razy większą od ciężaru: ponieważ taki blok jest drągiem rodzaju drugiego, w którym ciężar jest we środku drąga (§. 25.). Podpora w tym krążku jest P lub p , (Fig: 27.) ponieważ podpora może być uważana na każdym punkcie pionowéy od niéy poprowadzonéy. A zatem odległość ciężaru W , od podpory będzie CP , a odległość siły od podpory będzie AP (§. 26.), dwa razy większa od CP , więc siła do ciężaru, iak $2 : 1$.

Okazmy skutki obudwu bloków doświadczeniem: *10d.* Zawiesiwszy dwa równe ciężary $M : S$ na sznurku przechodzącym przez blok nieruchomy (Fig: 26.), te na równéywadze zostaną *2re.* Sznurka koniec jeden przywiązać do haka H , (Fig: 28.) drugi do ramienia szalek w punkcie D . Na tym sznurku należy ustawić krążek K , i szalki na równéywadze z nim utrzymać. Uwiesiwszy ciało M u bloka na sznurku będącego, na przeciwnym tálérzu B , trzeba położyć ciężar b wazący połowę ciała M ; Ciężar b utrzyma na równowadze ciało M . Bo odległość ciężaru M od podpory P jest promień KP , odległość zaś ciężaru

drugiego b od téżże podpory P jest SP ; ponieważ ciężar b można uważać w każdym punkcie linii Sn równoodległy od DW (§. 26.).

f. 29. Równia pochyła (Planum inclinatum.

Równią pochyłą wystawiają nam góry, pagórki, wschody, drabiny i t. d. Każdy wie o tém, iż lżej jest chodzić po równinie, ciężej zaś wchodzić na góry, wschody i t. d. a tém ciężej, gdy góra jest przykrzejsza. Tego łatwo dać można przyczynę z wykładu środka ciężkości (§. 21. 22.). Po równi pochyłej siła bardzo często ciężar utrzymuje, albo porusza. Y tak konie wóz pod górę ciągną, robotnicy po dwóch drzewach z ukosa połączonych, inne drzewa do góry posuwają. Zatém gdy siła po równi pochyłej często ciężar utrzymuje lub porusza, obaczmy w jakiej proporcji od niéy bywa powiększana. Równią pochyłą wystawie Figura 29. i 30. Płaszczyzna AC zowie się długością równi pochyłej, CB iéy podstawą, a od A prostopadła spuszczone do podstawy, okazuje wysokość równi pochyłej.

Siła dwójako może utrzymywać ciężar na równi pochyłej. 1^o Równoodległo od iéy długości. 2^o Równoodległo od iéy podstawy. W pierwszym razie, tak się ma siła do ciężaru, jak wysokość równi pochyłej do iéy długości. Okazmy to doświadczeniem. Na desce gładkiej CA (Fig: 29.) niech leży wałek okrągły ma-

iący czopki a , b , od których idą dwa sznurki równoodległe od deski: przez bloczki przy A na końcach tych sznurków wiszą dwa ciężarki D , ∂ wążące razem połowę wałka ab . Jeżeli deskę CA , tak podniesiemy, aby wysokość równi pochyłej Am , była połową ięć długości CA ; natomiast ciężarki $D\partial$, będą w równowadze z wałkiem ab . Niech ciężarki $D\partial$ znaczą siłę, wałek ab znaczy ciężar, który siła utrzymuje; będzie siła do ciężaru, jak wysokość równi pochyłej do ięć długości, czyli siła dwa razy mniejsza od ciężaru utrzyma go na równowadze. Ze taki stosunek powinien być siły do ciężaru, przyczyna jest następująca. Gdy siła przebieży drogę CA , ciężar ab będzie na punkcie A , czyli siła przebiega długość równi pochyłej w tym samym czasie, w którym ciężar przebiega ięć wysokość Am ; więc prędkość siły, tak się ma do prędkości ciężaru, jak długość równi pochyłej do ięć wysokości (§. 4.), aże długość równi pochyłej dwa razy jest większa od wysokości; więc prędkość siły do prędkości ciężaru, jak 2 : 1. Aże siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość (§. 5.), więc ciężarki $D\partial$, równe połowie masy wałka ab utrzymują go na równowadze.

Jeżeli zaś siła ciągnie ciężar po równi pochyłej równoodległe od ięć podstawy CB ; będzie siła do ciężaru, jak wysokość równi pochyłej do ięć podstawy. Doświadczenie takie, jak piérwéy, bloki tylko pochyliwszy, tak aby sznurki były równoodległe od podstawy CB . W

tym razie siła przebiega długość podstawy CB, ciężar zaś, to jest wałek *ab* przebiega w tym samym czasie wysokość *mA*; więc prędkość siły do prędkości ciężaru, jak podstawa równi pochyłej do ię wysokości (§. 4.), azatém siła do ciężaru, jak wysokość równi pochyłej do ię podstawy.

Okażmy te same prawdy innym sposobem. Niech będzie równia pochyła IWL (Fig: 30.), położmy na nię ciało okrągłe, jednorodne S, więc ięgo środek ciężkości będzie w tém samym miejscu, gdzie i środek wielkości, to jest w punkcie S. Niechay to ciało ciągnie siła M kierunkiem linii SD równoodległej od WI. Gdyby to ciało nie było utrzymywane od równi pochyłej, spadłoby na ziemię kierunkiem SH. Ze to ciało jest okrągłe, więc iednym punktem dotyka się równi pochyłej; azatém długość równi WI, jest styczną do téy kuli. Aby znaleźć ten punkt dotknięcia, trzeba od S spuścić prostopadłą SP do WI. Punkt tedy P, jest punktem dotknięcia, czyli podpory tego ciała. Wyznamy teraz odległości siły i ciężaru od podpory, prowadząc od nię prostopadłe PS, PC do kierunków siły i ciężaru (§. 26.). Możemy przeto uważać siłę w punkcie S, ciężar w punkcie C, a podporę w P; azatém linia krzywa SPC, jest drogą pierwszego rodzaju: azatém siła do ciężaru, jak odległość ciężaru od podpory, do odległości siły od podpory (§. 25.). Nazwiemy siłę S, ciężar C, będzie $S : C = CP : SP$. Aże $CP : SP = CF : FP$ dla pod-

bieństwa trójkątów CSP, CFP (*podanie przybrane w VIII. Rozdz: Geom: Elem:*); więc $S : C = CF : FP$, aże $CF : FP = FH : FW$, dla podobieństwa trójkątów CFP, FHW; więc $S : C = FH : FW$, aże $FH : FW = IL : WI$; dla podobieństwa trójkątów FHW, IWL; więc $S : C = IL : WI$. To jest, siła do ciężaru, iak wysokość równi pochyłéy do iéy długości.

Pójdźmy do drugiego przypadku. Niech siła K ciągnie ciężar równoodlegle od podławy WL; będzie siła do ciężaru, iak wysokość równi pochyłéy do iéy podławy. W tym razie odległość ciężaru od podpory, iest ta sama CP, odległość zaś siły od podpory iest PO. Ażatém i tu, uważając ciężar w punkcie C, podporę w P, siłę w punkcie O, będzie linia krzywa CPO drągiem pierwszego rodzaju. Więc siła do ciężaru, iak $CP : PO$. Aż $PO = CS$ bo są boki przeciwne równoległoboku CO; więc siła do ciężaru, iak $CP : CS$. Nazwiemy znowu siłę S, ciężar C; będzie $S : C = CP : SC$. Aże $CP : SC = CF : CP$, dla podobieństwa trójkątów SCP, CFP; więc $S : C = CF : CP$. Aże $CF : CP = FH : WH$, dla podobieństwa trójkątów CFP, FHW; więc $S : C = FH : WH$. Aże $FH : WH = IL : WL$, dla podobieństwa trójkątów FHW, IWL; więc $S : C = IL : WL$. To iest siła do ciężaru, iak wysokość równi pochyłéy do iéy podławy.

Można ieszcze tak wyrazić te dwa przypadki. Promieniem WI nakreśliwszy łuk koła; wysokość równi IL, będzie wstawą kąta pochyłości

ści W , zaś WL , będzie jego dostawą (*Geom: Elem: Rozdz: XII.*). A zatem pierwszy przypadek tak się wyrazi : Siła do ciężaru, jak wstawa kąta pochyłości do promienia; drugi zaś przypadek tak się wyrazi : Siła do ciężaru, jak wstawa kąta pochyłości; do jego dostawy.

Równia pochyła nie utrzymuje całego ciężaru, ale tylko część jego, a tę tém większą, im równia będzie bardziej pochyłona, czyli im mniejszy będzie kąt $1WL$. Bo gdyby bok WI leżał na WL , wtenczas bok WI utrzymywałby cały ciężar S . Gdyby zaś bok WI stał pod pionem, jak IL , nicby ciężaru nie utrzymywał, bo ten także po linii pionowej spada; więc im bardziej WI zbliża się do WL , tém większą część ciężaru utrzymuje. Na koniec gdyby WI był podniesiony na 45° , utrzymywałby połowę ciężaru: jasna jest rzecz z poprzedzającego wykładu równi pochyłej.

§. 30. *Sruba* (*Cochlea*).

Sruba jest to samo, co równia pochyła. O tém każdy się przekona następującym sposobem. Z papieru wystrzedz trójkąt prostokątny ABC (*Fig: 31.*), ten okazywać będzie równią pochyłą, której długość jest AB , podstawa AC , wysokość BC . Przyłożywszy bok BC do wałeczka, trójkąt ABC tak nawijac nań potrzeba, aby bok AC na siebie zachodził: bok AB śrubę pokaze z gwintem po wierzchu idącym. Jeżeliby zaś trójkąt był nawijany na wałeczek, zaczyna-

iąc od kąta A , bok AB gwint wewnętrzny zrobi. A zatem śruba jest równią pochyłą: odległość dwóch najbliższych gwintów znaczy wysokość równi pochyłej: dwa gwinty najbliższe wzięte na około od punktu a do b znaczą długość równi: okrągłość, czyli grubość śruby znaczy podstawę równi pochyłej. Uważaliśmy tylko dwa gwinty, jako czyniące równią pochyłą, lecz w rzeczy samej, tyle jest równi pochyłych, ile jest gwintów. Ponieważ śruba jest to samo, co równia pochyła, łatwo można okazać, jak się powiększa.

Siła podnosząc ciężar śrubą, albo go opuszczając, tak się ma do ciężaru, jak odległość dwóch gwintów najbliższych do grubości śruby. Albowiem siła podnosząc śrubą ciężar, lub opuszczając, przebiega grubość śruby w tym samym czasie, w którym ciężar podnosi się na wysokość dwóch gwintów. Stąd się pokazuje, że kierunek siły używającej śruby, jest zawsze równoodległy od iéy grubości. Lecz w równi pochyłej, gdy taki jest siły kierunek; tak się ma siła do ciężaru, jak wysokość równi do iéy podstawy; (§. 29.) a zatem w śrubie tak się ma siła do ciężaru, jak odległość dwóch gwintów, do grubości śruby. To zaś jest tylko wtenczas, gdy siła za samą okrągłość śruby chwyta: bo gdyby w śrubę włożony był pręt, albo drąg mn , natenczas siła obiegłaby okrąg $m\partial$, od pręta uczyniony, przeto takby się miała do ciężaru, jak odległość dwóch gwintów do koła zrobionego od pręta lub drąga.

Z tego cośmy dotąd o śrubie powiedzieli, łatwo wnieść można: *100*. że im gęstszy jest gwint, tém więcey jest siła powiększona śrubą. *101*. Siła tém bardziéy się powiększa, im dłuższego pręta lub drąga używa: bo na ówczas większy okrąg przebiega: dlategogo ślusarze swoje śrubstaki długimi kluczami przykręcaią: dlatego w prasach do ściskania towarów, wkładają w śruby drągi.

Śruba ze wszystkich machin, jest naywygodniejsza, ponieważ ciężar podniosłszy, zatrzymuje, co bardzo jest wygodnie, bo siła może spocząć, a ciężar nie opadnie. Dlategogo śruby używają do spaiwania takich sztuk, które czasem potrzeba rozbierać, już do poprawy, już do chędożenia.

§. 31. Śruba Archimedesza.

Wyłożmy teraz szczególnieyszą śrubę, której użytek od dawnego czasu po wielu miejscach jest znaiomy. Zowie się ona *śrubą Archimedesza* dlatego, że ją Archimedes wynalazł: chociaż Perrault utrzymuje, że téy śruby używali Egipcyanie, dobrze ieszcze przed Archimedesem, do osuszenia kraiu zalanego od wezbrania Nilu. Śrubę tę wytawuje Figura 32. Jestto walec AB, opasany niby wężownicą dętą CDDE i t. d. i obracający się na dwóch czopkach A i B, Nachylają ten walec do ziemi tak, aby to nachylenie czyniło kąt 45° mniej lub więcéy, i otwor wężownicy C zanurzają w wodę, którą

trzeba do góry podnosić. Jeżeli za pomocą ko-
 by RB, albo jakim innym sposobem obraca się
 walec AB; tedy woda wpływająca przez otwór
 C w węzownicę, przechodzi wszystkie ięty zakrę-
 ty i wylewa się przez otwór H, Jestto machina
 nayprostsza, i wynalazek ięty nayszczęśliwszy:
 woda za pomocą ięty podnosi się do góry opada-
 jąc na dół. Jakoż część wody wchodząca w o-
 twór C dla ciężkości swojej opada do D. Je-
 żeli punkt D węzownicy przez obrot walca weźmie
 położenie miejsca ∂ ; to i część wody, będąca pier-
 wéy w punkcie D, weźmie także położenie miejsca
 ∂ , i opadnie do E. Tymto sposobem przebiega wo-
 da wszystkie zakręty węzownicy, aż do punktu H,
 gdzie się wylewa. Oczywista rzecz, iż woda wy-
 niesiona jest na wysokość BM. Azatem ta ma-
 china użyteczna jest bardzo do wylewania wody
 ze statków, kanałów, i t. d. bo nie wielką siłą
 znaczną ilość wody wylać można. *Daniel Bernoulli*
 obszerną teorią śruby Archimedesesa poda-
 je w dziewiątym traktacie Hydrostatyki.

§. 32. *Klin* (*Cuneus*).

Klin jest to samo, co równia pochyła. Gdy
 go w drewno wciskają, części drewna tak dale-
 ko od siebie odchodzą, jaka jest grubość kli-
 na, siła zaś wciskająca, długość klina przebie-
 ga: więc używając klina, tak się ma siła do cię-
 żaru, jak grubość klina do długości. Stąd idzie,
 że im cieńsze są kliny, tém łatwiej w drzewo
 wcisnione byż mogą. Tęy prawdy codzienne ma-

my dowody na nożach, brzytwach, siekierach, i t. d. które im są cieńsze, tém łatwiej niemi kraić lub rąbać można. Użytek téy maszyny iest każdemu wiadomy.

§. 33. Drągi złożone.

Wyłożywszy maszyny proste, i pokazawszy, iak w każdéy z nich siła ma się do ciężaru, który na równowadze utrzymuje; przytaczamy niektóre maszyny składające się z prostych.

Z drągów pierwszego rodzaju można złożyć maszynę, bardzo siłę powiększającą następującym sposobem. Kilka drągów, mających własne podpory, niech tak będzie ułożonych, aby końce jednego zachodziły na końce drugich, np: drąga średniego CD (Fig. 33.) końce C, D niech zachodzą na końce B, E drągów AB, EF, i maszyna będzie sporządzona: w któręy siła do ciężaru ma się w stosunku składanym z odległości ciężaru, od podpory, i siły od podpory trzech drągów pojedynczych. Niech AG, CH, EI długie będą na jeden cal, GB, HD, IM niech mają długości po 4. cale. Na punkcie A zawiesiwszy ciężar funtów 125, a na punkcie M funt 1; będzie równowaga: dlatego, iż w każdym drągu pojedynczym siła do ciężaru, tak się ma, iak 1 : 5, a że iest trzy drągi; azatem w tych trzech, siła będzie do ciężaru w stosunku składanym ze trzech stosunków 1 : 5; to iest, będzie siła do ciężaru, iak $1 \times 1 \times 1 : 5 \times 5 \times 5$, czyli iak 1 : 125, to iest funt 1 utrzyma na równy-

wadze funtów 125. Przydając więcéy drągów, siła bardziéy się ieszcze powiększy: prawdę iednak mówiąc, ta machina nie iest użyteczna. *rod.* Wielkie bardzo mieysce zastępuje, bo gdy są długie drągi każdy z nich osobną podpórę mieć powinien. *are* tą machiną niewysoko ciężar może być podniesiony: że zaś mamy wiele innych machin, się znacznie powiększających; dlatego drąga złożonego nigdzie nie używają. Położyliśmy ją tylko dla przestrogi starających się o machiny, aby na niepożyteczne kosztu darownie nie łożyli.

§. 34. Przemian złożony.

Oprócz przemianu wyżéy położonego (§. 24.) znajduie się ieszcze po wielu mieyscach przemian złożony, tym sposobem (Fig: 34.) NG, OD są dwie sztaby żelazne zawieszone kółkami N, O na hakach: tę sztabę spojone są drągiem RS, aby zawsze miały kierunek pionowy, i to iest dopiéro osada do przemianu złożonego. Przy G iest przemian pojedynczy LGM, którego środek wahanía się iest w G, i ramie krótsze tego przemianu LG, iest w równowadze z dłuższém ramieniem GM. Przy D iest drąg ADB, którego środek wahanía się iest w punkcie D, i część krótsza tego drąga, to iest DB, zachowuje równowagę z dłuższą jego częścią AD. W punkcie C zawieszwszy ciężar K, wążący funtów 100, w odległości od podpory D na 1 cal; a zaś w punkcie E, odległym od podpory D na 10.

calów zawiesiwszy funtów 10, będzie równowaga: bo $C \times CD = E \times ED$ (§. 25.), czyli $100 \times 1 = 10 \times 10$. Zdiąwszy ciężar z punktu E, złączmy ten punkt drążkiem EF z przemianem pojedynczym LGM. Możemy uważać iakoby w punkcie F zawieszono było 10 funtów, których odległość od podpory, to jest FG niech będzie 1 cal. Zawieśmy na dłuższym ramieniu GM w punkcie H odległym od G na 10 calów, funt 1, będzie równowaga: bo $FG \times F = GH \times H$, czyli $1 \times 10 = 10 \times 1$. Aże 10 funtów zawieszono przy E lub F utrzymały na równowadze 100 funtów wiszących przy C; więc 1 funt zawieszony przy H, utrzyma na równowadze 100 funtów przy C. W tym przemianie złożonym jedna część LGM, jest drągiem pierwszego rodzaju, ponieważ podpora jest w G, ciężar przy F, siła przy H, druga zaś część przemianu ECD, jest drąg rodzaju drugiego, w którym podpora jest przy D, ciężar przy C, siła przy E. Azatém w drągu LGM siła do ciężaru jest, iak $FG : GH$, czyli iak 1 : 10; w drągu zaś ECD, siła do ciężaru, iak $CD : ED$, czyli iak 1 : 10; azatém w przemianie złożonym z tych dwóch drągów siła do ciężaru będzie w stosunku składanym z pojedynczych stosunków, to jest, siła do ciężaru będzie, iak $1 \times 1 : 10 \times 10$. Podobny przemian wygodny jest w ludwisarniach, kuźnicach, komorach, do ważenia armat, żelaza i towarów.

§. 35. Bloki złożone.

Kilka, albo kilkanaście krążków tak ułożonych, aby sznur przez wszystkie przechodził i ciężar do góry podnosił, zowią blokiem złożonym. Krążki blok składające, albo są wszystkie ruchome, albo część ruchomych, część nieruchomych. Jeżeli krążki są wszystkie ruchome, na ówczas każdy na osobnym wspiera się sznurze, iak pokazuje Figura 35, gdzie ieden koniec każdego sznura przywiązany iest do haka H, a drugi do następującego krążka. W tym bloku krążków ruchomych iest cztery. Aże w jednym krążku ruchomym siła ma się do ciężaru, iak $1 : 2$, (§. 28.), więc w bloku złożonym ze czterech krążków ruchomych, siła do ciężaru będzie w stosunku składanym ze czterech stosunków pojedynczych, to iest: siła do ciężaru, iak $1 \times 1 \times 1 \times 1 : 2 \times 2 \times 2 \times 2$, czyli iak $1 : 16$, to iest funt 1 utrzyma na równowadze funtów 16.

W téj maszynie prędkość siły, tak się ma do prędkości ciężaru, iak ciężar do siły. Wiemy, że siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość, i że wtenczas są równe siły, gdy prędkości są w stosunku odwrotnym mass (§. 56.), więc kiedy w tym bloku siła iednego funta, zdolna iest utrzymać na równowadze 16. funtów, musi tedy iego prędkość 16 razy bydź większa. Stąd wnieść należy, że takiéy maszyny używając czasu wiele łożyć trzeba, i że nią ciężaru wysoko podnieść nie można.

Powszechniejszego używania bloki są złożone z krążków, częścią ruchomych, częścią nieruchomych. (Fig: 36.). Krążki A, B są ruchome, a zaś D, E są nieruchome. Przez te wszystkie jeden wprowadzie sznur przechodzi, można ich jednak tyle rachować, ile jest krążków, bo wszystkie utrzymują ciężar, jak figura pokazuje. W téj maszynie siła tyle razy jest powiększona, ile jest sznurów ciężar utrzymujących: wszystkie bowiem sznury są równo wyciągnięte, więc każdy równą część ciężaru utrzymuje: że sznurów jest cztery, przeto siła cztery razy będzie powiększona, czyli funt 1 utrzyma na równy-wadze funtów 4.

Prędkość także siły jest do prędkości ciężaru, jak 1 do liczby sznurów od ciężaru wyciągniętych. Bo aby ciężar był wyniesiony do jakiegokolwiek wysokości, wszystkie sznury tyle powinny być skrócone, ile się podnosi ciężar. Skracają się zaś siły; więc tyle razy przędzą na dół zstępnie, aniżeli ciężar; ile jest sznurów, które skracają. Ponieważ w podanym bloku jest sznurów 4, przeto jeżeli ciężar podniesie się na cal 1, każdy sznur na cal jeden będzie skrócony, więc siła przebieży calów 4.

Ale i ten blok jest jeszcze niedoskonały; bo jego krążki coraz to mniejsze być powinny, aby się sznury wzajemnie nie tarły, przeto sznury idą z ukosa i siły tyle nie powiększają. Oprócz tego taki blok wiele miejsca zastępuje, ponieważ do dźwigania wielkich ciężarów, krążki większe być muszą, zaczęć może się przy-

trafić, że ich osady zbiegną się, a ciężar do swego miejsca nie dojdzie.

Figura 37 wystawia blok doskonalszy, którego nawet starożytni używali, iako świadczy *Vitruvius* (Lib: 10. c. 5.). W tym bloku trzy krążki przy A są nieruchome, a przy B ruchome, krążki tak są ułożone, aby sznury przez nie przechodzące nie ocierały się o siebie. Stosunek siły do ciężaru w tym bloku takież jest, iak w poprzedzającym: Ale ciężar może być daleko wyżej podniesiony.

§. 36. Koła palczaste.

Owe koła które po wierzchu lub na bokach mają zęby, zowią się kołami palczastymi lub pałecznymi. Takie koła widział każdy we młynach wodnych lub wiatrakach, albo nawet i w zegarkach. W podobnych machinach, palce koła większego chwytają za palce mniejszego; stąd już idzie, że obudwu kół palce powinny być równe, bo inaczej nie mogłyby palce większe wechodzić pomiędzy mniejsze i onych poruszać. Z tego cośmy powiedzieli o kole na walcu (§. 27.), wnieść potrzeba, iak kołami palczastymi może być siła powiększona. Tu więc szczególniej ich prędkość uważać będziemy. Gdy większe koło raz się wykręca; tedy mniejsze w tym samym czasie tyle razy się obróci, ile razy liczba pałców koła mniejszego zamyka się w liczbie pałców koła większego. Bo ieden palec koła większego, porusza ieden palec koła mniej-

szego, zaczęm równa liczba poruszy równą. Damy, że koło większe ma palców 100, mniejsze 10; więc pierwsze 10 palców koła większego obróć raz koło mniejsze, drugie, trzecie i t. d. 10 palców, tenże sam skutek sprawią; azatem 100 palców koła większego obróć 10 razy koło mniejsze, czyli mniejsze koło tyle razy się obróci, ile razy liczba jego palców mieści się w liczbie palców koła większego.

Niech będzie machina złożona z kół palczastych większych i mniejszych (Fig: 38.) koła mniejsze B, D, F mają po 10 palców, koła zaś większe mają po 100 palców. Według poprzedzającego wykładu, prędkość koła B, tak się ma do prędkości koła C, jak 10 : 1. Aże kółko D na jedynymże walcu obraca się z kołem palczastem C, więc prędkość koła B do prędkości koła D, jak 10 : 1. Tymże sposobem okazać można, że prędkość koła C do prędkości koła E lub F, jak 10 : 1, i że prędkość koła F do prędkości koła G, jak 10 : 1.

Ponieważ prędkość koła B : D = 10 : 1

prędkość koła D : F = 10 : 1

prędkość koła F : G = 10 : 1.

Więc prędkość koła B : G = 10 \times 10 \times 10 :
1 \times 1 \times 1,

czyli B : G = 1000 : 1.

to jest, gdy koło B obróci się 1000 razy koło G, w tym samym czasie obróci się tylko raz jeden. Azatem według (§. 6.) funt 1, przy A będzie na równowadze z ciężarem K wążącym 1000 funtów: Czyli siła niewielka obracająca

korbę E podniesie ciężar 1000 funtów. Taka maszyna zowie się *Pancration*, użyteczną być może do dźwigania ogromnych ciężarów, lecz wiele czasu potrzebuje.

§. 37. *Léwar.*

Léwary, których do podnoszenia bryk, lub kamot używają, są maszyny z kół palczastych złożone, z tą tylko różnicą, iż na miejscu koła większego, jest drąg prosty z zębami. Drąg pomieniony podstawiwszy pod brykę, obraca się korbą kołko mniejsze, które chwytając swemi palcami za palce drąga, podnosi go razem z bryką. Ale nim część drąga podniesie się do góry, siła okrąg korby kilkanaście razy obięży: przeto prędkość siły jest wielka, a ciężaru na drągu wspartym bardzo mała. Ztémwszystkiem léwaru pospolicie ludzie używają, i człowiek jeden léwarem bardzo łatwo brykę podnosi do takiej wysokości, jak potrzeba.

§. 38. *Sruba nieustająca* (*Cochlea infinita*).

Sruba nieustająca składa się ze śruby prostej i koła na walcu, jak wystawia Figura 39, zatem w tej maszynie siła do ciężaru będzie w stosunku składanym z pojedynczych stosunków. Mówiąc o śrubie pokazaliśmy, iż siła do ciężaru, jest, jak odległość dwóch gwintów a , b , do promienia koła przebieżonego od korby BA (§. 30.)

mówiąc o kole na walcu, pokazaliśmy, iż siła do ciężaru, jest jak promień walca H , do koła E : Azatem w śrubie nieustaiący siła do ciężaru będzie, jak odległość dwóch gwintów a , b , rozmnożona przez promień walca H , do promienia koła, który przebiega korba BA , rozmnożonego przez promień koła palczastego ED . Śruba nieustaiąca rzadko kiedy jest użyteczna, bo wiele czasu potrzebuje. Uważamy bowiem prędkość siły i ciężaru. Śruba CB wykręcając się jeden tylko ząb koła ED porusza, więc jeżeli koło ED ma palców np : 100, tedy aby koło ED raz się obróciło, trzeba żeby śruba CB sto razy się obróciła. Siła zatem wiele czasu łożyc musi, jeżeli używa śruby nieustaiący: mimo tego, jednak ta machina jest użyteczna do podnoszenia bardzo wielkich ciężarów.

§. 39. Dlaczego teorya machin nie zawsze zgadza się z praktyką.

Wyłożone o machinach, tak pojedynczych, jak złożonych prawdy, częstokroć omyliają w praktyce, nie dlatego aby nie były prawdziwe, ale raczej dla przeszkod od machin nieoddzielnych.

10d. Drągi uważaliśmy bez ciężkości, takich jednak nie masz: przeto ich ciężar może znacznie siłę umniejszyć: też same drągi jeżeli się uginają, zbliżają przeto siłę do podpory.

10e. Bloki tém mniejszy skutek sprawiają, im większy jest ciężar samychże bloków i cięższe sznury: ich bowiem ciężar zawsze należy

do ciała, które siła podnosi. Sznurów tęgość, zmniejsza także siłę, bo ta musi je ugiąć, im zaś cięższe są sznury, tym siła większą część siebie łoży na ich ugięcie: cięższe sznury będą te, które są grube, nowe, i wielki ciężar utrzymujące. Nakoniec im mniejszy jest krążek i prędzej się obraca, tym trudniéj jest ugiąć sznury.

3cie. W kole na walec podobnież tęgość sznurów, ich ciężar, i grubość, znacznie siłę zmniejszają.

4te. Każdy o tém jest także przekonany, iż tarcie we wszystkich machinach siłę umniejsza. *L'abbé Bossut* algiebraicznym sposobem wielkość tarcia w machinach pojedynczych wyłożył. Podług niego najmniejsze jest tarcie drąga; za tém w praktyce na nie względu mieć nie należy. W szalkach także nie wielkie jest tarcie. Bo gdy 200 funtów szalkami utrzymują się na równowadze, za przydaniem na talerz jeden $\frac{3}{4}$ funta równowagę utracą. Znaczniejsze jest tarcie w blokach; bo gdy blokiem złożonym ze trzech krążków ruchomych 300 funtów trzeba utrzymać na równowadze; podług tego co się wyżej powiedziało o blokach, powinnyby 100 funtów one utrzymać; w praktyce jednak 121 funtów na to użyć potrzeba.

5te. Na równi pochyléj tarcie najznaczniejsze, bo równe trzeciéj części ciężaru według doświadczenia *Belidora*, *Bossut* i innych, a to jeszcze na ówczas, gdy wierzchy naydoskonalej są wyglądzone. Cóż dopiero mówić o innych

tarcia źródłach, o których wyżej powiedzieliśmy (§ 16,). Gdy więc tyle zachodzi okoliczności zatrudniających uskutecznienie teorii machin; przeto dziwić się nie potrzeba, iż wiele znajduje się machin, które się w modelach tylko, a nie w skutku samym udają. Przeto każdy biorący się do robienia maszyny, którąby dany ciężar, albo na równowadze utrzymać, albo wrzucić można było, niechaj nie przeftaie na wyznaczeniu odległości siły i ciężaru od podpory, ale niech ma bacność na położone tu przesłrogi.

Dotąd uważaliśmy ruch, ciężkość, i równowagę ciał stałych; teraz uważać będziemy to samo w ciałach ciekłych i płynnych. Uważać ciężkość i równowagę ciał ciekłych jest przedmiotem Hidroftatyki, uważać zaś ciecze w ruchu, jest przedmiotem Hidrauliki.

R O Z D Z I A Ł III.

H I D R O S T A T Y K A.

§. 40. *Cisnienie cieczy na wszystkie strony.*

WIDZIELIŚMY w Tomie pierwszym (§. 27.), że prawie wszystkie ciała mogą rozmaitym podlegać odmianom, to jest mogą być stałe, ciekłe lub płynne podług zachodzącego stosunku

między siłą przyciągającą i odpychającą, czyli, co na jedno wychodzi, podług ilości ciepłoczynu, który w sobie przyymują. Ciała zatem stałe i ciekłe składają się z cząstek jednakowej natury, to jest cząstki ciał ciekących równie są ciężkie, jak cząstki ciał stałych. Jeżeli ciężkość tych cząstek nie okazuje się widocznie w samyżę cieczy np: w wodzie; to stąd pochodzi, iż warsta niższych cząstek utrzymując wyższe, nie dozwala im opadać: tak właśnie, iżk ciało stałe wsparte na inném, nie spada na ziemię. Stąd pochodzi, że wyższe cząstki utrzymując się na niższych, cisną na nie, proporcjonalnie do wysokości cieczy, którą składają. Lecz to ciśnienie ciał ciekłych pochodzące od ich ciężkości, różni się od ciśnienia ciał stałych: albowiem cząstki ciał stałych są ściśle z sobą połączone, i czynią, że tak powiem, jedną całość, przeto ich działanie zlewa się niejako w jeden punkt, który nazwaliliśmy środkiem ciężkości: przeciwnie cząstki ciał ciekłych słabo bardzo trzymając się między sobą, oddzielnie działają, czyli oddzielnie cisną. Nadto ciała stałe przyciskają inne kierunkiem ciężkości, to jest pionowo, cieczy zaś cisną na wszystkie strony, i to ich ciśnienie wszelkimi kierunkami, różni je szczególnież od ciał stałych. Ciśnienie cieczy na wszystkie strony można okazać następującemi doświadczeniami.

100. Nalać pełon pęcherz wody, wpuścić weń galkę z wosku miękkiego: zawiązawszy dobrze pęcherz, i znaczne ciężary na nim położywszy, galka woskowa nie spłaszczy się: bo cząst-

ki wo-

ki wody gałkę tę zewsząd otaczające, odpychają wodę, która z wierzchu ciśnie.

are. Naczynie MN nalawszy wodą (Fig: 40), lub jaką inną cieczą, wióźmy w nie rurki szklane D, B, A, C, mające z obu dwu stron otwory, których wyższe otwory pozatykane są korkami: woda nie poydzie w te rurki dla nieprzenikliwości powietrza w nich zawartego: jeżeli zaś korki poodtykamy, woda we wszystkich rurkach tak wysoko stanie, iak w naczyniu. To doświadczenie okazuje równe ciśnienie wody na wszystkie strony: bo w rurkę A poszła woda przez ciśnienie z dołu do góry; w rurkę B przez ciśnienie z góry na dół; w rurkę C przez ciśnienie boczne; w rurkę D przez ciśnienie ukośne. Okazawszy, iż wszelkie ciecze jednóstajnie cisną na wszystkie strony; uważamy iakie jest ich ciśnienie na dna naczyń, w których się znajdują.

§. 41. *Cisnienie cieczy na dno naczynia, równa się wieloczynowi ze dna przez wysokość.*

Niech będzie naczynie ABCD (Fig: 41.), nalałmy je pełno wodą: Oczywista jest rzecz, iż cała ilość wody, w tém naczyniu zawarta, cisnie całym swoim ciężarem na dno AB; zatem znalazłszy ilość wody w naczyniu, znajdziemy ięć ciśnienie na dno. Już zaś ilość wody w tém naczyniu znajdziemy mnożąc jego dna powierzchnią AB, przez wysokość AD; więc podobnie znajdziemy i ięć ciśnienie na dno AB.

Niech znowu będzie naczynie ABCD (Fig: 42.) u góry szersze, u dołu węższe. W tém naczyniu kolumna wody środkowa EABF, ciśnie na dno AB, kolumny zaś wody m i n opierają się tylko o boki naczynia DA, CB; więc i w tém naczyniu znajdzie się ciśnienie wody na dno, mnożąc powierzchnią dna AB, przez wysokość AE.

Niech nakoniec będzie naczynie ABCD (Fig: 43.) u góry węższe, a u dołu szersze. W tém naczyniu kolumna środkowa DEFC, ciśnie na dno EF, ale równo ciśnie na poboczne kolumny wody m i n , które odparte od boków naczynia AD, CB, tak cisną na dna swoje, iakby miały wysokość kolumny DEFC; azatem i tu znajdziemy ciśnienie na dno, mnożąc powierzchnią dna AB przez wysokość naczynia DE.

Jakiękolwiek tedy objętości jest naczynie; zawsze znajdzie się ciśnienie wody na jego dno, mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w tém naczyniu.

Okażmy jeszcze te prawdy doświadczeniem. Jest naczynie metalowe ABCD (Fig: 44.), wewnątrz jednakowey średnicy, aby bębenek P mógł w niem tak łatwo chodzić, iak w sikawce: we dnie tego naczynia jest małeńki otwór m dla łatwiejszego przezeń wychodu powietrza, gdyby stępel P na dół był opuszczony: naczynie to ma jeszcze gwinty zewnętrzne u wierzchu AB. Prócz tego są trzy naczynia szklanne ABEF, różnéy objętości wyrażone na Figurach 44, 45, 46, jednakowo wysokie, i mające u dolnych

otworów obrączki metalowe AB z gwintami wewnętrznymi, mogącemi zachodzić na gwinty zewnętrzne wierzchu naczynia ABCD. Takie ma-
 iąc przygotowanie, śrubujemy naczynie walco-
 we ABEF (Fig: 44.) do wierzchu naczynia
 ABCD, a od bębena P drót PS przywiązujemy
 do ramienia wagi SM, i lejemy wodę w naczynie
 walcowe; rzecz jest oczywista, iż cała ilość wo-
 dy przycisnie bębenek P aż do dna CD. Na ta-
 lerzu wagi T, kładziemy tyle ciężaru, aby bębe-
 nek P posuwając się do góry w naczyniu ABCD
 podniósł wodę aż do FE. Ciężar leżący na ta-
 lerzu T, oznacza ciśnienie wody na dno rucho-
 me walcowego naczynia, czyli na bębenek P.
 Niech wysokość kolumny wody od bębena P,
 aż do FE będzie calów 12: wylawszy potem wo-
 dę i odśrubowawszy naczynie walcowe, przy-
 śrubujemy naczynie wyrażone na figurze 45. i
 nalejemy w nie wody; przekonamy się, iż ten-
 że sam ciężar, na talerzu T leżący, podnie-
 sie bębenek P tak, iż wysokość kolumny wody
 w naczyniu będzie 12 calów. Tenże sam skutek
 okaże się przyśrubowawszy naczynie wyrażone
 figurą 46. Tarcie którego bębenek P doznaje, pod-
 nosząc się w naczyniu ABCD, jest jednoznaczne
 w tych trzech przypadkach, więc na to wzglę-
 du mieć nie trzeba: sądzić tylko powinniśmy
 o ciśnieniu wody na wspólne dno, czyli bębenek
 P z ciężaru, który się kładzie na talerzu T, aby
 utrzymywał kolumnę wody wysoką na 12 ca-
 lów. Aże jednakowy ciężar wystarcza w tych
 trzech przypadkach; więc ciśnienie w tych trzech

naczyniach, chociaż niejednakowéy objętości, dlatego jest równe, iż są równe dna naczyń i wysokości; czyli że ciśnienie znajduje się mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w naczyniu zawartą.

§. 42. Stosunek ciśnień, den i wysokości we dwóch naczyniach.

Okazawszy, iż w jakimkolwiek naczyniu znajduje się ciśnienie wody na dno, mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w naczyniu; obaczmy jaki jest stosunek ciśnień, den i wysokości we dwóch naczyniach.

Nazwiemy jednego naczynia dno D , wysokość W , ciśnienie C .

Nazwiemy drugiego naczynia dno ∂ , wysokość w , ciśnienie c .

$$\text{Będzie } C = D \times W \\ \text{i znowu } c = \partial \times w$$

Azatem $C : c = D \times W : \partial \times w$ (E) to jest, gdy dna i wysokości nie są równe; ciśnienia są w stosunku składanym z den i wysokości.

Daymy, że $D = \partial$, tedy proporcya (E) zamieni się na $C : c = W : w$. to jest, gdy dna są równe, ciśnienia mają się iak wysokości.

Daymy, że $W = w$, tedy proporcya (E) zamieni się na $C : c = D : \partial$ to jest, gdy wysokości są równe; ciśnienia mają się iak dna.

$$\text{Daymy, że } C = c, \text{ będzie } D \times W = \\ \partial \times w$$

a zatem $D : \partial = w : W$; to jest, gdy

ciśnienia są równe; dna mają się w stosunku odwrotnym wysokości; czyli, ile razy dna będą w stosunku odwrotnym wysokości, natenczas ciśnienia będą równe.

Taki jest stosunek ciśnień cieczy, iednéyże gęstości: aby zaś porównać ciśnienia cieczy rozmaitey gęstości; nie na samę tylko ich wysokość i powierzchnią dna naczyń względ mieć potrzeba, ale ieszcze na różną gęstość cieczy w tych naczyniach zawartych. Rzecz jest bowiem oczywista, że im która ciecz jest gęstsza, tém większą ma ilość materji, niżeli inna ciecz pod iednymże wymiarem: przeto gęstsza ciecz np: merkuryusz wlany w jakie naczynie, ciśnie na iego dno 14 razy mocniéy, aniżeliby woda cisnęła w tém samym naczyniu: czyli ciśnienie merkuryusza tak się ma do ciśnienia wody, iak gęstość merkuryusza do gęstości wody. Stąd jeżeli dwa naczynia mają dna równe, będzie ciśnienie merkuryusza w jedném, do ciśnienia wody w drugim, iak wysokość merkuryusza, w pierwszym naczyniu, rozmnożona przez iego gęstość, do wysokości wody, w drugim naczyniu, rozmnożoney przez iéy gęstość. W powszechności nazwiemy ciśnienia dwóch cieczy różnych C i c , ich gęstości G i g , wysokości ich w naczyniach, W , i w , dna naczyń D i d .

Jeżeli dna tych naczyń są równe, będzie $C : c = G \times W : g \times w$ (I), to iest ciśnienia będą w stosunku składanym z gęstości cieczy i ich wysokości.

Gdy zaś wysokości cieczy są równe, będzie $C : c = G \times D : g \times d$, to jest ciśnienia są w stosunku składanym z den i gęstości cieczy.

Jeżeli nakoniec ani dna, ani wysokości nie są równe, będzie $C : c = G \times D \times W : g \times d \times w$; to jest, ciśnienia są w stosunku składanym z gęstości, den i wysokości.

Stąd aby w proporcji (1) było $C = c$, trzeba żeby było $G \times W = g \times w$, czyli żeby było $G : g = w : W$, to jest, aby w naczyniach o dnach równych, ciśnienia cieczy różnych były jednakowe, trzeba żeby ich gęstości były w stosunku odwrotnym ich wysokości.

§. 43. Naczynia spółkujące.

Gdy we dwa naczynia z sobą złączone, albo we dwie rurki spółkujące nalejemy jedynę cieczy, ta do jednakowej wysokości w obu naczyniach lub rurkach stanie. Uważajmy to najprzód w naczyniach równych: niech będą dwa naczynia AD, BE (Fig: 47.), złączone z sobą kanałem DE; nalejemy wody w naczynie AD, ta kanałem DE poydzie w naczynie EB i w obu naczyniach do jednakowej wysokości stanie. Przyczyna tego jest taka: ponieważ woda w tych dwóch naczyniach jest na równowadze, więc ciśnienia wody w nich zawarté są równe (§. 42): zatem i wieloczyny z den przez wysokości są równe, że zaś dno w tych dwóch naczyniach jest wspólne, więc wysokości są równe.

Uważamy powtórę naczynia nierówny objętości (Fig: 48.). Niech będzie średnica naczynia AD 2 cale, naczynia zaś BE średnica cal 1, będzie obszerność pierwszego naczynia calów 4, drugiego cal 1. Naléymy wody w naczynie AD, ta kanałem DE poszedłszy w naczynie EB, stanie do jednakowey wysokości w obudwu naczyniach; Aby była równowaga wody w tych dwóch naczyniach, trzeba żeby ciśnienia były równe: ciśnienia zaś są równe; bo gdyby w naczyniu AD opadła woda np: na cal 1, toby w naczyniu EB takąż sama massa wody podniosła się na 4 cale, bo naczynie EB cztery razy jest węższe od naczynia AD. Tu widzimy, że prędkości są w stosunku odwrotnym mass, a zatem siły są równe (§. 6.), czyli ciśnienia wody w obudwu naczyniach są równe, a zatem i wieloczynny z den przez wysokości są równe: a że dno jest wspólne, więc wysokości są równe. Tenże sam skutek będzie gdyby jedno, albo obadwa naczynia były pochyłe, bo takie są równe prosto stojącym, których wysokości są równe, iak wiadomo z Geometrii. A zatem w jakichkolwiek naczyniach cieczy jednakowego gatunku, do równy wysokości się podnoszą. Jeżeliby zaś dno z naczyń spotkujących było szczupłe na jedną linię lub mniej, (takie rurki zowią *tubi capillares*), w takim woda wyżej się podniesie, aniżeli w obszerniejszym naczyniu. Przyczyna tego jest niewiadoma: różni Fizycy usiłowali wytłumaczyć ten skutek, ale przyczyny

które podają są niedostateczne: przeto tę materią odsyłamy do obszerniejszych zbiorów Fizyki.

Naléymy teraz w j dnę rurkę, któręgokolwiek z poprzeczających naczyń, merkuryuszu, a w drugą wody. Aby ciśnienia tych dwóch cieczy różnych były równe, trzeba żeby ich gęstości, czyli massy były w stosunku odwrotnym ich wysokości (§. 42) ; a zatem merkuryusz 14 razy niższy itanie , aniżeli woda.

Z tego, cośmy powiedzieli o ciśnieniu cieczy na dno naczyń, i o równy ich wysokości w naczyniach złączonych , łatwo okazać można dla czego mała ilość wody największe ciężary podnieść może , następującym sposobem. Niech będą dwa dna AB, CD (Fig: 49) skóra szeroką na calów 3, tak złączone, aby od siebie mogły się oddalać. Jeżeli powierzchnia każdego dna jest stopa kwadratowa, i jeżeli rurka RS jest wysoka np: na stóp 5, wody ciśnienie na dno równe będzie ciśnieniu kolumny wody, której podstawa jest stopa kwadratowa, a wysokość stóp 5, czyli, której bryłowatość jest 5 stóp sześciennych. A że podług *Belidora* stopa sześcienna wody waży funtów 70; więc ciśnienie wody w tém naczyniu równe 5 stopom sześciennym, będzie równe ciśnieniu funtów 350. A zatem położwszy 350 funtów na dnie AB, ta, ilość wody, rurkę i naczynie napełniająca podniesie na wysokość CA; Może zaś być rurka RS, tak mała, że w niéy i naczyniu, tylko dwa garce wody zmieści się: więc dzielność téy ilości wody, tak jest wielka,

że podnosi 350 funtów nie wzięc sama woda, tylko funtów 15⁵.

§. 44. Ciężkość gatunkowa ciał (*gravitas specifica*).

Waga (*pondus*) ciała jakiego uważana względem jego objętości (*volumen*), zowie się ciężkością gatunkową tego ciała: w takim zaś względzie; tém większa będzie waga, im gęstsze będzie ciało, a zatem i gatunkowa ciężkość ciała tém większa będzie, im większa będzie jego gęstość; czyli gatunkowa ciężkość ciał jest proporcjonalna do ich gęstości; więc aby poznać gatunkową ciężkość ciał, trzeba wiedzieć; jak się dochodzi ich waga, gęstość, i objętość. Niech będą dwa ciała jednorodne jednakowey objętości, ale gęstość pierwszego dwa razy jest większa, niż gęstość drugiego; będzie waga pierwszego ciała dwa razy większa, aniżeli drugiego. Jeżeli gęstości dwóch ciał są równe, ale objętość pierwszego dwa razy jest większa, aniżeli drugiego; będzie znów waga pierwszego dwa razy większa, aniżeli drugiego. Nakoniec jeżeli pierwsze ciało i dwa razy ma większą objętość, i dwa razy większą gęstość, aniżeli drugie; będzie jego waga cztery razy większa, aniżeli waga drugiego ciała. A zatem waga ciała znajdzie się mnożąc jego gęstość przez objętość: a zatem objętość znajdziemy dzieląc wagę przez gęstość, a zaś gęstość znajdziemy dzieląc wagę przez objętość: a że gatunkowa ciężkość proporcjonal-

na jest do gęstości; więc i ciężkość gatunkową znajdziemy, tak jak gęstość, to jest dzieląc wagę przez objętość.

Nazwiemy jednego ciała wagę W , objętość O , gęstość G , gatunkową ciężkość C ; W drugim ciele podobnie niech będzie waga w , objętość o , gęstość g , gatunkowa ciężkość c .

$$\left. \begin{array}{l} \text{Będzie } W = O \times G \\ \text{i znowu } w = o \times g \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Stąd; } O = \frac{W}{G}, \\ \text{ażaś } G = \frac{W}{O}; \\ \text{więc i } C = \frac{W}{O}. \end{array}$$

Jeżeli W nie jest równe w ; będzie $W : w =$

$$O \times G : o \times g \quad - \quad - \quad (1)$$

Gdy $O = o$; będzie $W : w = G : g = C : c$ (2)

Gdy $G = g$; będzie $W : w = O : o$ - - (3)

Nakoniec gdy $W = w$; będzie $O \times G =$
 $o \times g$

$$\text{azatem, } O : o = g : G, \text{ albo } O : o = c : C \quad (4)$$

Z pierwszcy proporcyci wypada, że wagi ciał są w stosunku składowym z ich objętości i gęstości, czyli gatunkowych ciężkości.

Z drugiey, że wagi są w stosunku gęstości, lub gatunkowych ciężkości.

Z trzeciéy, że wagi są w stosunku objętości.

Z czwartéy, że objętości są w stosunku odwrotnym gęstości, lub gatunkowych ciężkości,

§. 45. Ciała stałe uważane w cieczach.

Ciała stałe uważane względem ciekłych, są albo gatunkowo cięższe od nich, albo gatunkowo lżejsze, albo jednakowego ciężaru. Ciało stałe gatunkowo cięższe od wody, tyle w nięj traci ciężaru, ile waży woda, którą wypycha, czyli który miejsce zastępuje: bo isko wszystkie cząstki wody w naczyniu będącej utrzymują się na równowadze, tak i części teyże wody, równe objętości ciała stałego, równowagę między sobą zachowają; więc część ciężaru ciała stałego pograżonego w wodzie, tyle ważąca, ile woda przezeń wypchnięta, zostanie na równowadze z innymi częściami wody, czyli ciężarem wody wypchniętęj lżejszym się ciało okaże. Ta prawda potwierdza się doświadczeniem: na to służy waga zwana *Waga Hydrostatyczna* (Fig: 50). Ta ma trzy naczynia A, B, C kanałem z sobą złączone: w tym kanale są kruczki D, F, G, E: kruczki F, i G wpuszczają wodę z naczynia C do naczyń A i B, kruczki zaś D, E, wypuszczają wodę z naczyń A i B. Na naczyniu C stoją szalki, których talerze mają haczyki *h*, *k*. Skazownik szalek okazuje, na półkolu podzieloném na gradusy, ich nachylenie. Gdy więc chcemy doświadczyć, ile ciało stałe gatunkowo cięższe od wody traci w nięj ciężaru; wieszamy na haczyku *k* naczynie M, wewnątrz zupełnie równe wielkości ciała L, będącego w naczyniu A, a na przeciwnym haczyku *h*, wieszamy ciężar N, równy ciężarom M i L; będzie równowaga. Z naczynia C wpu-

ciwszy wodę do naczynia A, w niem do téj dojdzie wysokości, którą ma w naczyniu C, ale ciało L w wodzie pogrążone mniej ważyć będzie: napełniwszy zaś wodą naczynie M na haczyku κ wiszące, równowaga znowu powróci. Azatém ciało zanurzone w wodzie, tyle traci ciężaru, ile waży ciecz λ , którą wypycha, czyli który miejsce zastępuje. Można to doświadczenie robić pospolitą wagą, podsuwając naczynie z cieczą iaką pod ciężar wiszący u haczyka talerza wagi. Z tego doświadczenia następujące wnioski wyprowadzić można.

108. Każde ciało w powietrzu zabiera takie miejsce, iaka jest tego ciała objętość, azatém tyle traci ciężaru, ileby ważyło powietrze, którego miejsce zastępuje, azatém wszelkie ciało mniej waży w powietrzu, aniżeli by ważyło w czczości: i lubo ta różnica wagi jest nieznaczna, wszelako w doświadczeniach wyciągających wielkich dokładności, na nią wzgląd mieć potrzeba.

109. Dwa ciała stałe, iednakowey wagi, ale różney objętości, nie iednakową część swiego ciężaru utracą zanurzone w jednéyże cieczy: to które ma większą objętość, większą część ciężaru swego utraci, aniżeli ciało mniejszey objętości. Y tak do haczyka iednego, wagi hydrostatyczney przywiązawszy funt ołowiu, a do przeciwnego haczyka na drugim ramieniu wagi przywiązawszy funt cyny; te dwa ciężary będą w równowadze: jeżeli zaś obadwa te ciała zanurzone będą w wodzie, równowaga się zepsunie, funt

ołowiu przeważy funt cyny : bo ołów mając mniejszą objętość, mniej wody wypchnie, aniżeli cyna, azatém mpiey straci ciężaru.

3cie. Jedno ciało stałe zanurzone w rozmaitych cieczach, nie jednakową część swojego ciężaru w każdéy utraci : prawda, że każdéy cieczy jednakową ilość wypchnie, ale ciecze wypchnięte nie będą równo ważyły : Tak np: na obudwu ramionach wagi zawiesiwszy po funcie ołowiu, te zanurzywszy w wodzie, będą w równowadze, lecz zanurzywszy ieden funt w wodzie, a drugi w spirytusie winnym, równowaga się zepsunie.

4te. Ciało stałe, gatunkowo cięższe od iakiey cieczy, powinno w niéy opaść aż do dna naczynia, w którym ta ciecz znajduje się : bo to ciało ciężarem swoim opada na dół, utracza zaś tyle ze swojego ciężaru, ile waży ciecz, który miejsce zastępuje, aże objętość cieczy wyrównywaiąca objętości tego ciała mniej od niego waży, więc resztą ciężaru opadnie ciało stałe na dno naczynia.

5te. Ciało stałe, gatunkowo lżeysze od cieczy, tyle powinno się w niéy zanurzyć, aby iego gatunkowa ciężkość, tak się miała do ciężkości gatunkowéy cieczy, iak objętość cieczy wypchniętéy, do objętości ciała stałego : bo powiedzieliśmy (§. 44, liczba 4), że aby wagi dwóch ciał różnéy gęstości były równne, trzeba żeby ich gatunkowe ciężkości były w stosunku odwrotnym ich objętości. Azatém jeżeli ciała stałego gatunkowa ciężkość jest dwa razy mniej-

sza od gatunkowey ciężkości cieczy; takie ciało zanurzy się w cieczy do połowy swęj objętości. Stąd wypada, iż objętość cieczy, którą część ciała stałego wypycha, tyle waży, ile ciało stałe: bo kiedy gatunkowe ciężkości są w stosunku odwrotnym objętości, natenczas wagi ciała będą równe (§. 44, liczba 4). Ważny ten wniosek potwierdzmy doświadczeniem. W naczynie AB (Fig: 51.) spółkuiące z rurką CD, należmy wody, ta w obudwu naczyniach do iednakowey wysokości stanie: daymy, że do punktu *m* dochodzi, naznaczmy ten punkt przyklepieniem papierka: wpuśćmy potem w naczynie AB kulę drewnianą, téy część zanurzy się w wodzie, przeto woda w obudwu naczyniach podniesie się nad znak papierowy: wylemy za pomocą kruczka K, tyle wody z naczynia, aby iéy wysokość opadła do *m*, i tę wylaną wodę zważmy na szalkach z kulą drewnianą, którąśmy wpuszczali w naczynie AB, będą miały iednakową wagę: azatém objętość cieczy, którą część ciała stałego, gatunkowo lżeyszego od téy cieczy, wypycha; tyle waży, ile ciało stałe. Azatém i statek na rzece, wypycha ilość wody tyle ważącą, ile waży statek ze swoim ładunkiem, a im bardziéy go ładujemy, tém się bardziéy pograża, i część iego zanurzona w wodzie, tém jest znaczniejszy, im bardziéy jest naładowany, lub im mnieysza jest gęstość wody. Aże woda morska jest gęstsza od słodkiéy; więc w piérwszyéy nie tak głęboko zanurzy się, iak w drugiéy: przeto jezeli statki z morza mają iść na rzeki,

nie trzeba ich ładować na morzu tak, jak tylko można, boby zatoneły w wodzie słodkiej.

6te. Ciało stałe iednéyże gatunkowey ciężkości, co i ciekłe w każdéy iego części spoczywać będzie: bo to ciało tyle ważyć, ile ciało ciekłe pod iednąż objętością, musi z niéim byđź na równowadze, kiedy i części cieczy, iednakowey objętości tego ciała, są z sobą na równowadze.

Z tych prawd wytłumaczmy niektóre skutki. 10d. Dlaczego ciało stałe zostające w jakiegokolwiek głębokości cieczy, równą część swojego ciężaru utracą, chociaż pewna jest, że im głębiéy jest ciało w jakiegokolwiek cieczy, tém od wyższéy kolumny jest przyciśnięte? Ciężar tego ciała właściwy, jest zawsze iednostayny, iakożkolwiek głęboko zostało w cieczy; traci zaś z tego ciężaru tyle, ile waży ciecz, którey miejsce zastępuje, a zatém w iakiegokolwiek głębokości cieczy zostało, zawsze iednakową część iéy zastępuje, czyli zawsze iednakową część swojego ciężaru utracą. 2rc. Łatwo jest także wytłumaczyć, dlaczego bańki szklane, lub małe figurki, które zowią diabełkami Kartezynszą, podnoszą się lub opadają w butelce pełnéy wody, jeżeli przyciskamy mniej lub bardziéy pęcherz, który otwór butelki zamyka, albo kiedy zachodzi iaka odmiana w ciężkości atmosferycznego powietrza: w tych bowiem bańkach lub diabełkach jest powietrze, które jest gatunkowo lżeysze od wody, same zaś te figurki zrobione są ze szkła, które jest gatunkowo cięższe od wo-

dy: dlatego więc figurki unoszą się na wodzie; iż dla powietrza w nich będącego stają się lżejsze od wody; jeżeli więc jakimkolwiek sposobem woda, w której się znajdują, przyciśnięta będzie, ta dla niewielkiej swojej ściśliwości (Tom: I. §. 201.) w mniejszą objętość zebrać się nie może, lecz powietrze w wydrążeniu figurki będącej, ponieważ jest ściśliwsze od wody, mniejsze miejsce zabierze, aniżeli pierwej zabierało, przeto woda w próżne miejsce figurki otworem małym wpłynie; lecz stąd figurka stawszy się gatunkowo cięższa od wody, opadnie na dół. Jeżeli zaś przestaniemy wodę cisnąć w butelce; to znów powietrze w figurce dla sw. y elastyczności pierwsze miejsce zabierając, wodę z nię wypchnie; przez co figurka stawszy się gatunkowo lżejsza od wody, powdźie do góry. To opadanie lub wznoszenie się pomienionych figurek, może także nastąpić od większego lub mniejszego ciśnienia atmosfery. Zcie. Łatwiej jest pływać, kiedy całe ciało jest zanurzone w wodzie; aniżeli część tego: bo w pierwszym razie ciało większą ilość wody wypycha, a zatem większą część ze swego ciężaru utraci. Dlategoto statek, chociaż złożony z części, które osobno brane, są cięższe od wody, unosi się na wodzie, bo ma znaczną powierzchnię: Nawet ciało gatunkowo cięższe od wody nie zatoni w nię, jeżeli ma wielką powierzchnię nadamy. Tym to sposobem pontony metalowe pływają po wodzie: Dla teyże przyczyny ryby w rozmaitych wysokościach wody utrzymują się:

W nich

W nich bowiem znajduje się dwoiaki pęcherz, powietrzem napełniony, ten ryby przez swoje muskuły, albo powiększają, albo zmniejszają; więc w pierwszym razie na wierzch wypływają, w drugim zaś opadają na dół. Z tychże prawd poznaliśmy przyczynę, dla której zwierzęta zatopione, albo ryby zdechłe po kilku dniach na wierzchu wody widzieć się dają: tego przyczyna jest, iż zwierzęta zatopione po kilku dniach gnąć zaczynają, gnicie zaś ciał sprawuje wydobywanie się ciepłoczynu, który rozszerzając ciało, czyni je gatunkowo lżejsze od wody.

§. 46. Sposoby dochodzenia gatunkowej ciężkości ciał stałych.

Powiedzieliśmy (§. 44), że gatunkowa ciężkość ciała jakiego, jest stosunek jego wagi do jego objętości. Skąd wypada, że aby mieć ciężkość gatunkową wszystkich ciał, trzeba by im dać jednakową objętość, a potem je zważywszy, byłyby ich ciężkości gatunkowe w stosunku ich wagi. Ale że jest trudna rzecz, a czasem i niepodobna obracać ciała na jednakową objętość; trzeba więc szukać innych sposobów wyznaczenia gatunkowej ich ciężkości. Pominąwszy różne sposoby, których używano ku temu zamiarowi, zastanówmy się szczególniej nad tym, który jest najprostszy, najpewniejszy, i najbardziej zgodzający się z zasadami, któreśmy ustanowili.

Daymy, że trzeba znaleźć stosunek gatunkowych ciężkości ciała stałego i ciekłego, które mniéj waży, aniżeli stałe: będzie tedy gatunkowa ciężkość stałego do gatunkowéj ciężkości cieczy, iak waga ciała stałego do wagi cieczy mającéy taką objętość, iak ciało stałe. Aby znaleźć wagę ciała stałego, trzeba je zważyć w czczości lub w powietrzu: różnica wagi ciała stałego ważonego w czczości i w powietrzu, ponieważ iest bardzo nieznaczna; można na nią nie mieć względu w doświadczeniach, które bardzo wielkiéj dokładności nie wyciągają. Waga cieczy o jednakowéj objętości z ciałem stałym, równa się ciężarowi, który traci ciało stałe zanurzone w téj cieczy (§. 45): skąd wypada, że waga cieczy o jednakowéj objętości z ciałem stałym, taka iest, iaka iest różnica wagi ciała stałego ważonego w powietrzu i w cieczy: a zatem, że ciężkość gatunkowa stałego, do gatunkowéj ciężkości cieczy, tak się ma, iak waga stałego w powietrzu, do różnicy iego wagi w powietrzu i w cieczy. Nazwiemy ciężkość gatunkową stałego C , ciężkość gatunkową cieczy c , wagę stałego w powietrzu W , wagę iego w cieczy w , będzie. $C : c = W : W - w$; azatem $C = \frac{c \times W}{W - w}$. Jeżeli

tą cieczą iest woda, a iéy ciężkość gatunkową bierzemy za iedność, iak pospolicie się czyni dla łatwiejszego dochodzenia ciężkości gatunkowéj; tedy poprzedzające równanie możemy zamienić na $C = \frac{W}{W - w}$; to iest znajduie się gatun-

kowa ciężkość ciała stałego, podzieliwszy jego wagę w powietrzu, przez różnicę jego wagi w powietrzu i w wodzie. Naprzykład, gdybym szukał gatunkowey ciężkości kawałka miedzi: zważyłbym go naprzód w powietrzu; dajmy, że waży 36 granów, zważyłbym go potem w wodzie, w której niech waży 32 granów: różnica tych dwóch wag jest 4. Podzieliwszy 36 przez 4, wielor z 9 okaże mi ciężkość gatunkową tego kawałka miedzi do wody, którą bierzemy za jedność: to jest, że ciężkość gatunkowa miedzi, tak się ma do ciężkości gatunkowey wody, jak 9 : 1.

Gdyby zaś ciało stałe było gatunkowo lżejsze od wody, trzeba mu przydać takie ciało, z którymby razem, było gatunkowo cięższe od nię. Ważąc potem oddzielnie ciało cięższe w powietrzu i w wodzie, i znowu ciało cięższe razem ze lżejszym ważąc w powietrzu i w wodzie; tak daléy postępować trzeba. Odciągnąć ciała cięższego wagę w wodzie od jego wagi w powietrzu, reszta okaże wagę wody o jednakowey objętości z ciałem cięższym. Odciąć potem złożonego ciała wagę w wodzie od jego wagi w powietrzu; reszta będzie wagą wody o jednakowey objętości z tém ciałem złożoném. Nakoniec odciąć pierwszą resztę od drugiéy, reszta okaże wagę wody o jednakowey objętości z ciałem lżejszym; będzie tedy waga téy objętości wody, do wagi ciała lżejszego, tak, jak ciężkość gatunkowa wody, do gatunkowey ciężkości ciała lżejszego: zatem, biorąc gatunkową ciężkość

wody za jedność; znajdziemy ciężkość gatunkową ciała lżejszego, dzieląc jego wagę, przez wagę wody o iednakowey z niem objętości. Mam np: szukać ciężkości gatunkowey kawałka drewna, które niech waży w powietrzu 15 granów: aby go zrobić cięższym od wody, przydaię mu kawałek miedzi wazący 18 granów w powietrzu, a 16 granów w wodzie; ciało więc złożone, będzie wazyło w powietrzu $15 + 18$, czyli 33 granów. Daymy, że to ciało złożone wazy tylko w wodzie 6 granów. Odéymiemy naprzód wagę miedzi w wodzie od iey wagi w powietrzu, to jest, 16 od 18; pierwsza reszta 2, jest wagą wody o iednakowey objętości z miedzią. Odéymiemy powtóre złożonego ciała wagę w wodzie, od iego wagi w powietrzu, to jest, 6 od 33; druga ta reszta 27, będzie wagą wody o iedneyże objętości z ciałem złożoném. Odiąwszy nakoniec pierwszą resztę od drugiey, to jest 2 od 27, reszta 25, będzie wagą wody o iednakowey objętości z kawałkiem drewna, które w powietrzu wazyło 15 granów. Skąd wypada, że ciężkość gatunkowa wody do ciężkości gatunkowey drewna, iak $25 : 15$, czyli iak $1 : 0,6$; aże bierzemy ciężkość gatunkową wody za jedność, więc tego drewna ciężkość gatunkowa będzie 0,6.

Biorąc zawsze ciężkość gatunkową wody za jedność, można do niy stosować ciężkość gatunkową iakiegokolwiek ciala stalego, azatém można poznać wszystkich ciał stałych ciężkości gatunkowe. Aby zaś dokładny był stosunek, trzeba żeby jedność była stała i nieodmienna:

przeto w t \acute{e} y mierze u \acute{z} ywa si \acute{e} wody oczyszczo-
n \acute{e} y przez dystylacy \acute{a} od wszelkich obcych cz \acute{a} -
stek. Tym sposobem woda w ka \acute{z} dym kraiu iest
jednakowa. Zamiast dystylowan \acute{e} y wody mo \acute{z} na
u \acute{z} ywa \acute{c} czyst \acute{e} y wody d \acute{e} szczowey, kt \acute{o} ra tak \acute{z} e
od obcych cz \acute{a} stek iest wolna.

Wiadomo iest, i \acute{z} ci \acute{a} ła s \acute{l} one rozpuszczaj \acute{a}
si \acute{e} w wodzie, azat \acute{e} m za i \acute{e} y pomoc \acute{a} nie mo \acute{z} na
d \acute{o} y \acute{s} ci \acute{e} ich ci \acute{e} żko \acute{s} ci gatunkowych: w takim razie
trzeba stosowa \acute{c} ci \acute{e} żko \acute{s} ci \acute{e} gatunkow \acute{a} tych ci \acute{a} ł
do spirytusu winnego, w kt \acute{o} rym si \acute{e} nie rozpu-
szczaj \acute{a} : wiedzac za \acute{s} ci \acute{e} żko \acute{s} ci \acute{e} spirytusu winne-
go wzgl \acute{e} dem wody, łatwo d \acute{o} y \acute{s} ci \acute{e} mo \acute{z} na sto-
sunku ci \acute{e} żko \acute{s} ci \acute{e} gatunkow \acute{e} y ci \acute{a} ła s \acute{l} onego do
wody.

Dzia \acute{l} ania mechaniczne do wyznaczenia ga-
tunkow \acute{e} y ci \acute{e} żko \acute{s} ci \acute{e} ci \acute{a} ł sta \acute{l} ych odbywaj \acute{a} si \acute{e} za
pomoc \acute{a} wagi hydrostatycznej wa \acute{z} ac je w po-
wietrzu i w wodzie: robota d \acute{l} uga, uprzykrzo-
na, ale konieczna. Mo \acute{z} na i \acute{a} jako \acute{z} kolwiek skro-
ci \acute{c} , czyni \acute{a} ci \acute{e} do \acute{s} wiadczenia na ci \acute{a} łach ma \acute{l} ych,
za pomoc \acute{a} narz \acute{e} dzia wynalezionego przez *Nicol-
sona*: narz \acute{e} dzie to zowi \acute{a} *hidrometrem*: iego
sk \acute{l} ad iest nast \acute{e} pniacy (Fig: 52). Walec blasz-
any A wysoki iest na 4 cale, maj \acute{a} cy \acute{s} rednic \acute{e} cal
I, od spodu tego walca idzie dr \acute{o} t w kab \acute{l} aczek,
u kt $\acute{o$ rego wisi kubeczek kszt \acute{a} tu ostrok \acute{r} \acute{e} ga: od
 \acute{s} rodka wy \acute{z} szy \acute{e} y podstawy walca wychodzi dr \acute{o} t
z tal \acute{e} rzykiem blaszanym: blisko \acute{s} rodka tego dr \acute{o} -
ta iest znaczek tak zrobiony, aby narz \acute{e} dzie to
wpu \acute{s} ciwszy w wod \acute{e} , pomieniony znaczek by \acute{l}
nad i \acute{e} y powierzchn \acute{a} . Je \acute{z} eli wi \acute{e} c mamy wa \acute{z} y \acute{c}

jakie ciało w powietrzu, trzeba włożyć *hidrometr* w wodę dystrylowaną i do talérzyka wierzchniego tyle przydawać wiadomych ciężarków, aby *hidrometr* zanurzył się w wodzie, aż do znaczku położonego na drócie. Zdiąwszy te ciężarki z talérzyków, trzeba na nim położyć to ciało, którego szukamy wagi w powietrzu, i przydajemy do talérzyka tyle ciężarków wiadomych, aby znowu *hidrometr* zanurzył się w wodzie do kréski na drócie położonéj: wagę tych ostatnich ciężarków odiawszy od wagi ciężarków piérwéj kładzionych na talérzyk *hidrometru*, różnica okaże wagę ciała w powietrzu, którój szukaliśmy. Wyiąwszy potém *hidrometr* z wody włożmy ciało w kubeczek u spodu wiszący, i znowu *hidrometr* zanurzywszy w wodę, utraci on w niéj część swego ciężaru taką, jaka jest waga wody o iednakowéj z nim objętości; trzeba więc znowu ciężarki przydawać do talérzyka, aby *hidrometr* zanurzył się w wodzie do znaku na drócie. Te nowe ciężarki przydane okazują, ile to ciało traci swego ciężaru w wodzie, czyli okazują wagę wody pod iednakową objętością z tém ciałem. Mając zatém wiadomą wagę tego ciała w powietrzu i w wodzie, mamy jego gatunkową ciężkość,

§. 47. Sposoby dochodzenia gatunkowéj ciężkości ciał ciekłych.

Dochodzi się gatunkowéj ciężkości ciał stałych za pomocą wody: gatunkowa zaś ciężkość

ciał ciekłych dójdzie się równie łatwym sposobem za pomocą ciała stałego. Na ten koniec używa się ciała sześciennego iakiego metalu, pospolicie miedzianego ciała używają; zawiesiwszy ten cał sześcienny na włosie u haczyka talerza wagi hydrostatycznój, kładzie się na przeciwnym talerzu, taki ciężar, aby była równowaga w powietrzu i zanurza się potem sześcian w tej cieczy, którey szukamy gatunkowej ciężkości: natychmiast ciężar na przeciwnym talerzu przeważy. Przywróćmy równowagę, przydając tyle ciężaru, ile potrzeba do talerza, u którego zawieszony jest cał sześcienny: będzie waga ciała sześciennego cieczy, równa wadze ciężaru, który przywrócił równowagę. Nurzając ten sześcian w rozmaitych cieczach; mając wzgląd na jednakowy stopień ich ciepła, znajdziemy podobnież gatunkową ciężkość każdej cieczy, azatem będziemy mieli ich stosunek. Ten sposób jest wprawdzie naydoskonalszy; położmy jednak inne sposoby, ktoremi dochodzą stosunku gatunkowej ciężkości ciał ciekłych. Waży się naprzod iakie naczynie próżne, waży się powtore z jaką cieczą; wylawszy tę ciecz, waży się znowu z inną cieczą: będą ciężkości gatunkowe tych cieczy w takim stosunku, w jakim są ich wagi. Sposób ten jest bardzo profty, i byłby dobry, gdyby za iego pomocą można mieć równe objętości rozmaitych cieczy. Lecz kiedy cieczą iaką napełniamy naczynie, powierzchnia iey zawsze jest, albo wklęsła, albo wypukła: wklęsła, jeżeli ciecz przylega do naczynia boków; przeciwnie zaś bę-

dzie wypukła: W pierwszym więc razie nie jest pełne naczynie, w drugim zaś więcéy jest cieczy, aniżeli potrzeba do napłnienia naczynia. Sposób więc ten nie jest dostateczny do otrzymania jednakowych objętości rozmaitych cieczy; jednakże go bardzo często używają, i aby iakożkolwiek zaradzić jego niedokładności, bierze się naczynie z otworem szczupłym: ale tu znów atrakcyja większa lub mniejsza kła do rozmaitych cieczy może sprawić uchybienie.

Można jeszcze wyznaczyć ciężkość gatunkową różnych cieczy za pomocą rurek spojonych: Trzeba w nie tyle nalać merkuryusza, aby w obu dwu stanął wysoko na cal 1. W jedną z tych rurek wlawszy cieczy jakiej; w drugą rurkę leżmy innej jakiej cieczy tyle, aby merkuryusz w obu dwu rurekach do jednakowey był wysokości; natenczas wysokości samychże cieczy będą w stosunku odwrotnym ich mass, czyli gatunkowych ciężkości (§. 43). Dlatego zaś leie się trochę merkuryusza w pomienione rurki, aby się nie mieszały z sobą ciecze, których doświadczać chcemy: Mimo téy jednak ostrożności niedokładny jest ten sposób; bo różne ciecze różną mają atrakcyą do boków rurki; zatém ich prawdziwych wysokości oznaczyć nie można.

Nakoniec jest jeszcze inny sposób porównania gatunkowych ciężkości ciał ciekłych: zależy on na tém, aby jednoż ciało zanurzać w cieczech rozmaitey gęstości: w której cieczy większa część tego ciała zanurzy się, ta ciecz będzie

lżejsza: w której zaś cieczy mniej się zanurzy to ciało, ta będzie gęstsza i cięższa. Narzędzie do tego służące nazywa się *Areometr* (ciekomiar). Jestto rurka szklanna AC (Fig: 53) ze dwiema wydętymi gałeczkami B, S, podzielona na części równe: w gałeczkę S wlewa się tyle *merkuryuszu*, aby środek ciężkości całego narzędzia był przy końcu téj gałeczki; a przeto włożywszy to narzędzie w ciecz jaką, rurka AC utrzymywać się będzie pionowo: tyle jednak trzeba wlewać *merkuryuszu*, aby całe narzędzie było lżejsze od cieczy, których mamy doświadczać. Jeżeli więc ciężar *areometru* taki jest, że w wodzie zanurza się do punktu E; to w cieczach lżejszych zanurzy się głębiej, np. w winie do punktu F, w spirytusie winnym do punktu G. W cieczach zaś gatunkowo cięższych od wody zanurzy się mniej, aniżeli do E, np. w piwie do punktu D i t. d. Podobnym to sposobem robił *Areometr*, *Baumé* w roku 1768. Używał on wody z solą ordynaryyną złączonéj tym sposobem, że w dziewięciu częściach téj wody, była jedna część soli rozpuszczonej: w taką wodę włożywszy *areometr*, punkt do którego zanurzyła się rurka, naznaczył *zero*: zanurzał potem w wodzie dystrylowanéj, i punkt, do którego stanął *areometr* naznaczywszy, odległość tych dwóch punktów podzielił na 10 części równych, i takżeż kładł na całą rurkę. Jestto sposób bardzo prosty, ale niedokładny; można nim wprawdzie okazać, że jedna ciecz jest cięższa lub lżejsza od drugiey, ale nie można się dowiedzieć w jakim

stosunku: bo do tego trzeba by wyznaczyć stosunek rurki AC, do gałek B i S, co jest niepodobna, trzeba nad to aby rurka zupełnie była walcowata, co rzadko się zdarzy. Mimo tego jednak ten *areometr* powszechnie jest używany w handlu i ekonomice, i uchodzi pod nazwiskiem *probki do wódek* i innych spirytusów; różni się tylko podziałem od poprzedzającego. Zanurzając pomienioną próbkę w wódce zwaney okowitką, którą nazywają wódką 10tęj próby, i punkt do którego zanurzył się *areometr* znaczą 10. Zmieszawszy potem 9 części pomienioney okowitki, a jedną część wody, zrobi się wódka gatunkowo cięższa od okowitki; w tę zanurzona próbka nie dojdzie do znaku 10, punkt do którego stanęła znaczą liczbą 9; która okazuje, iż wódka ma w sobie 9 części okowitki, a jedną wody. Podobnież liczba 8 położona na rurce oznacza, iż w dziesięciu częściach wódki, jest 8 części okowitki, a 2 wody, i t. d. Takie narzędzie jest bardzo wygodne mimo swoich niedoskonałości.

Są także inne gatunki *areometrów*, które opuszczamy, ponieważ równie są niedoskonałe: opiszmy tylko *areometr* od *Farenheita* wynaleziony, który żadnym niedoskonałościom nie podlega, i który w fizycznych doświadczeniach wyciągających wielkiey dokładności pospolicie się używa. Jestto buteleczka B (Fig: 54.) ze szczyptą szczyką AC: u téj wierzchu jest talérzyk DE, na który maia się kładz ciężarki: u spodu buteleczki jest gałka S, w którą tyle wlewają merkuryszu, aby całe narzędzie utrzymywało się w

cieczy pionowo : na szyycie AC daje się znaczek jaki *a*, i cała jest robota narzędzia. Aby zaś użyć tego *areometru*, trzeba go naprzód zważyć dokładnie, i liczbę oznaczającą jego wagę wyrznić dla pamięci na talérzyku DE. Potém włożyć go w wodę dystrylowaną, lub deszczową, i tyle ciężarków wiadomych przyrzucac do talérzyka DE, aby się zanurzył w wodzie, aż do znaczką *a*; summa wagi ciężarków położonych na talérzyku DE, dodana do wagi samego *areometru* okaże zupełnie wagę wody o takiej objętości, jak *areometr*. Czyniąc podobneż doświadczenie na innej cieczy, również dokładnie znajdziemy wagę jej o jednakowey objętości z *areometrem*. Lecz te dwie objętości tych cieczy będą równe, bo w obudwu, przez przydawanie ciężarków do talérzyka DE, zanurzał się *areometr* do znaczką *a*, azatém różnica wag tych dwóch cieczy okaże różnicę ich ciężkości gatunkowych, azatém i stosunek ich gęstości: dojdziemy zaś tego przez taką proporcją: ciężkość gatunkowa np. wina tak się ma do ciężkości gatunkowey wody, jak waga objętości wina, którą *areometr* wymierza, do wagi objętości wody wymierzoney od *areometru*. Tym sposobem możemy dochodzić stosunku ciężkości gatunkowey wszelkich cieczy.

Aby dojść ciężkości gatunkowey jakiego plynu, np. kwasorodnego (*oxigene*), trzeba jakie naczynie ważyć z powietrzem, potém napełniwszy je plynem kwasorodnym, zważyć je powtórnie: różnica wag okaże ciężkość gatunkową te-

go płynu do powietrza atmosferycznego. Można także stosować ciężkość gatunkową płynów do wody dystrylowanej, napełniając nią naprzód naczynie i ważąc.

§. 48. Mając daną kompozycyą ze dwóch metalów, dobyć iaka jest w nięj ilość każdego.

Wiedząc iakim sposobem dochodzi się ciężkość gatunkowa ciał, możemy łatwo wyznaczyć w kompozycyi ze dwóch metalów ilość każdego. Na to trzeba mieć wiadomą ciężkość gatunkową samęj kompozycyi, co jest łatwo, i trzeba wiedzieć gatunkową ciężkość każdego metalu z których ta kompozycya jest zrobiona. Daymy, że w kompozycyi jest złoto i srebro. Nazwiemy objętość srebra w kompozycyi O , ciężkość jego gatunkową C . Nazwiemy objętość złota w kompozycyi o , ciężkość jego gatunkową c , a zaś ciężkość gatunkową samęj kompozycyi nazwiemy K . Waga srebra w kompozycyi niech będzie W , waga złota w téjże w .

Ponieważ znajduie się waga ciała mnożąc objętość jego przez ciężkość gatunkową (§. 44), będzie tedy:

$$W = OC$$

i znowu $w = oc$. Waga zaś samęj kompozycyi będzie równa summie objętości srebra i złota w kompozycyi, rozmnożoney przez ciężkość gatunkową kompozycyi: to jest waga kompozycyi będzie $OK + oK$. Aże waga kompozy-

cyi równa jest summie wag srebra i złota, które ją składają; będzie zatem:

$$OK + oK = W + w$$

czyli $OK + oK = OC + oc$

Odiąwszy po obu stronach OK , będzie

$$oK = OC + oc - OK$$

Odiąwszy po obu stronach oc , będzie

$$oK - oc = OC - OK$$

czyli $o(K - c) = O(C - K)$

azatem $O : o = K - c : C - K$

Mamy więc stosunek objętości dwóch metalów w kompozycji, azatem i stosunek ich wag mnożąc ich objętości przez gatunkowe ciężkości: będzie tedy waga srebra w kompozycji do wagi złota, jak $C(K - c) : c(C - K)$

Wiemy, że ciężkość gatunkowa złota jest 19, srebra $10\frac{1}{3}$. Daymy, że znaleziono ciężkość gatunkową kompozycji 17. Podług tego będzie $K = 17$, $c = 19$, $C = 10\frac{1}{3}$. Azatem stosunek objętości tych dwóch metalów w kompozycji wyrazi się w liczbach tym sposobem:

$K - c : C - K = 17 - 19 : 10\frac{1}{3} - 17 = -2 : -6\frac{2}{3} = 2 : 6\frac{2}{3} = 3 : 10$, bo stosunek między ilościami ujemnymi jest ten sam, co między dodatnimi; Ażas stosunek wag srebra i złota w kompozycji wyrazi się tak:

$$C(K - c) : c(C - K) = 10\frac{1}{3} \times 3 : 19 \times 10 = 31 : 190$$

to jest waga srebra w kompozycji, tak się ma do wagi złota w téjże $= 31 : 190$, azatem waga srebra w kompozycji, do wagi srebra i złota razem w téjże kompozycji $= 31 : 190 + 31$:

czyli jak $31 : 221$ Jeżeli więc kompozycya waży funtów $np: 20$, będzie w nięć srebra $\frac{31}{221}$ funtów dwudziestu, zaś złota będzie $\frac{221}{31}$ dwudziestu funtów. Rozwiązanie tego zagadnienia zasadza się na tém przypuszczeniu, iż złoto i srebro złane w kompozycyą, takie zachowują objętości, jakie pierwéy miały. Do rozwiązania tego zagadnienia pobudzony był Archimedes od Hierona Króla Syrakuzkiego: Hieron bowiem kazał Demetryuszowi swojemu złotnikowi ułać koronę, i dał na nią 19 funtów czystego złota, Demetryusz ułał koronę ważącą funtów 19, Król mając podeyrzenie na złotnika, że przymieszal jakiś obcy metal, pytał się Archimedes czyliby nie można tego dociec bez zepsucia korony. Długo myślał Archimedes, nim tego doszedł, nareszcie jedna okoliczność podała mu sposób do rozwiązania tego zagadnienia. Wchodząc w wannę pełną wody, uważał, że jego ciało było lżejsze w wodzie, z tego daley wnosil, że te ciała są lżejsze w wodzie, które pod jednakową wagą mają większą objętość, i znalazłszy gatunkową ciężkość srebra i złota, odkrył wiele pierwszego i wiele drugiego metalu było w koronie.

§. 49. Na co potrzeba mieć wzgląd w dochodzeniu ciężkości gatunkowych ciał stałych i ciekłych?

Poznanie gatunkowych ciężkości ciał, im jest ważniejszą rzeczą dla Fizyka, tém pilniey i uważniey doświadczenia te czynić powinien.

A 10d. powinien mieć wzgląd na to, że gatunkowa ciężkość ciał iednegoż rodzaju odmienia się podług klimatu, azatém w doświadczeniach trzeba pamiętać na mieysce skąd ciała wzięte zoštały.

are. Cząstki różnorodne, składające ciało podług swojej ilości sprawiają widoczną odmianę w dochodzeniu gatunkowych ciężkości.

zcie. Doświadczając ciężkości gatunkowey ciał, starać się trzeba, aby wszystkie iednakowy stopień ciepła miały. W pośród upałów letnich ciało ma większą objętość, iak w pośród tęgich mrozów w zimie, skąd wypada, że więcéy wypycha wody w lecie, iak w zimie, a przeto iego gatunkowa ciężkość mnieysza iest latem, iak zimą: bo podług (§. 44 proporcya pod liczbą 4) ciężkości gatunkowe ciał, są w stosunku odwrotnym ich objętości.

4te. Przed zanurzeniem ciała w wodę dystrylowaną, trzeba piórkiem usunąć warstwą atmosfery, która tém mocniéy trzyma się ciała, im większą ma do niego atrakcyą: bez téy ostróżności objętość wody wypchniętęy, większaby była, iak prawdziwa objętość ciała.

5te. W ścisłych doświadczeniach trzeba mieć wzgląd na ciśnienie atmosfery.

6te. Nakoniec trzeba mieć ważki naydokładnieysze, i ciężarki z naywiększą oznaczone precyzją.

Zachowując ściśle podobne przefrogi, można ułożyć dokładną Tablicę ciężkości gatunkowych wszelkich ciał.

*§. 50. Tablice okazujące ciężkość gatunkowey
ciał niektórych.*

I.

*Gatunkowa ciężkość niektórych drzew do wody
dystylowaney.*

Grenadlowe drzewo	-	-	-	1. 354
Cedrowe	—	-	-	1. 315
Hebanowe	—	-	-	1. 109
Kokowe	—	-	-	1. 040
Brzylijskie	—	-	-	1. 031
Bukszan z Holandyi	-	-	-	1. 328
— z Francyi	-	-	-	0. 912
— z Turcyi	-	-	-	0. 919
Dębowe	—	-	-	1. 170
Grabowe	—	-	-	0. 852
Jesionowe	-	-	-	0. 734
Cierniowe	-	-	-	0. 755
Jabłonkowe	-	-	-	0. 793
Sliwkowe	-	-	-	0. 785
Wiśniowe	-	-	-	0. 715
Gruszkowe	-	-	-	0. 661
Klonowe	-	-	-	0. 754
Jaworowe	-	-	-	0. 750
Olszowe	-	-	-	0. 750
Koralowe	-	-	-	0. 620
Laskowe	-	-	-	0. 600
Jałowcowe	-	-	-	0. 556
Sosnowe	-	-	-	0. 550
Jodłowe	-	-	-	0. 498
Wierzbowe drzewo	-	-	-	0. 585
Lipowe	-	-	-	0. 504
Korkowe	-	-	-	0. 240

II.

*Gatunkowa ciężkość drogich kamieni do wody
dystylowaney.*

Rubin orientalny wysokiego koloru	42,833
Rubin orientalny żyzszego koloru	41,833
Granat - - - -	41,888
Topaz orientalny - - - -	40,106
Szafir orientalny błętny - -	39,941
Szafir orientalny białawy - -	39,911
Hiacynt - - - -	36,873
Beryl - - - -	35,489
Dyament biały - - - -	35,212
Dyament koloru różowego - -	35,310
Chryzolit - - - -	27,821
Smaragd - - - -	27,755

III.

*Gatunkowa ciężkość Metalów do wody dy-
stylowaney.*

Platyna czyszczona - - - -	195,000
Złoto - - - -	192,581
Merkuryusz - - - -	135,681
Ołów Angielski - - - -	113,523
Ołów Niemiecki - - - -	113,250
Srebro - - - -	104,743
Bismut - - - -	98,227
Kobalt - - - -	78,119
Nickiel - - - -	78,070
Miedź - - - -	77,880
Cyna - - - -	72,914

Cyna Angielska	-	-	-	74,712
Stal naytwardsza	-	-	-	78,090
Zelazo Szwedzkie	-	-	-	77,650
Zelazo stopione	-	-	-	72,070
Zink	-	-	-	71,908
Manganez	-	-	-	68,500
Antymonium	-	-	-	67,021
Tungsten	-	-	-	66,785
Telluryum	-	-	-	61,150
Molibden	-	-	-	60,000
Arszenik	-	-	-	57,633

IV.

*Gatunkowa ciężkość niektórych cieczy do wody
dystylowaney.*

Woda dystylowana	-	-	-	1. 000
— morska	-	-	-	1. 030
Ocet winny	-	-	-	1. 011
Oley lalany	-	-	-	7. 932
Kwas siarkowy ordynaryyny	-	-	-	1. 700
— — tęższy	-	-	-	1. 827
Spirytus winny	-	-	-	0. 876
Arak	-	-	-	0. 940
Krew ludzka	-	-	-	1. 040
Mleko krowie	-	-	-	1. 030
Mleko kozie	-	-	-	1,034
Mleko kobiece	-	-	-	1,020
Piwo	-	-	-	1,028
Wino Francuzkie ordynaryyne	-	-	-	1. 029
Wino Burgundzkie	-	-	-	0. 953
Wino Réńskie	-	-	-	0. 999

Wino malaga	-	-	-	1.015
Wino pontag	-	-	-	0.993
Wódka	-	-	-	0.913
Wódka cięższa	-	-	-	0.863

V.

*Ciężkość gatunkowa płynów do wody dy-
stylowaney.*

Woda dystylowana	-	+	10000,0000
Powietrze atmosferyczne	-		12,3609
Płyn kwasorodny (<i>oxigène</i>)	-		13,3929
— saletrorodny (<i>nitrogène</i>)	-		11,9048
— saletrzany (<i>nitreux</i>)	-		13,0179
— kwaśny węglowy (<i>carbonique</i>)	-		18,6161
— kwaśny solny (<i>muriatique</i>)	-		21,3482
— kwaśny siarczysty (<i>sulfureux</i>)	-		25,3929
— amoniakalny (<i>ammoniacal</i>)	-		6,5357
Płyn wodorodny (<i>hydrogène</i>)	-		0,9911



VI.

*Ciężkość gatunkowa płynów do powietrza
atmosferycznego.*

Powietrze atmosferyczne	-	-	100,00
Płyn kwasorodny (<i>oxigène</i>)	-		108,35
— saletrorodny (<i>nitrogène</i>)	-		96,31
— saletrzany (<i>nitreux</i>)	-		105,35
— kwaśny węglowy (<i>carbonique</i>)	-		150,60
— kwaśny solny (<i>muriatique</i>)	-		172,71
— kwaśny siarczysty (<i>sulfureux</i>)	-		205,43
— amoniakalny (<i>ammoniacal</i>)	-		52,87
Płyn wodorodny (<i>hydrogène</i>)	-		8,02

H₂

R O Z D Z I A Ł IV.

H I D R A U L I K A.

§. 51. Wypływanie cieczy przez otwory naczyń zależy od ciężkości.

Powiedzieliśmy, że w naczyniu napełnioném iakąkolwiek cieczą, czątki iey niższe przyciskane są od wyższych; aże to ciśnienie iest na wszystkie strony (§. 40); więc czątki niższe cieczy przyciśnięte od wyższych, ustępować będą na wszystkie strony z taką siłą, od iak éy są przyciśnięte, czyli cisnąć będą, iak na boki, tak na dno naczynia: iezeli zaś we dnie naczynia porobiemy otwory, temi ciecz będzie płynęła siłą równą iey ciśnieniu. Prawda ta wynikająca z zasad ustanowionych w poprzedzającym Rozdziale, może być potwierdzona następującem doświadczeniem. Niech będą dwa iakiekolwiek naczynia napełnione wodą, np: kadzie lub beczki stojące pionowo: iezeli wysokość wody w tych dwu naczyniach iest iednakowa, a w ich dnach porobimy równe otwory; przeświadczymy się, iż w równych czasach iednakowa ilość wody przez każdy otwór wypłynie. Iezeli równe otwory porobiemy na bokach naczyń; tedy i przez te równa ilość wody wypłynie w jednymże czasie, byle tylko te otwory miały iednakową, odległość od

wierzchu wody w każdym naczyniu. Ponieważ tedy siła, którą ciecz otworém płynie, jest proporcjonalna do ciśnienia cieczy na dno naczynia, ciśnienie zaś cieczy pochodzi od iéy ciężkości; więc i wypływanie cieczy przez otwór naczynia, podobnież od ciężkości zależy. Obaczmy teraz, jak się poznaie prędkość cieczy wypływaiący z naczynia.

§. 52. Jak się poznaie prędkość cieczy wypływaiący z naczynia?

Niech będzie naczynie AWBK (Fig: 55) napełnione wodą: iego otwór O. Gdyby wody cząstka *w* była spuszczone z wysokości *wO*, przebiegłaby ją biegiem iednostaynie przyśpieszonym (§. 11), podobnie, iak i ciało stałe spadaiące z wysokości *wO*. Lecz ciała stałego prędkość na punkcie O nabyta, jest iak czas, w którym przebiega wysokość *wO*, albo iak pierwiastek z téy wysokości *wO* (§. 11. 5cie), więc i prędkość cząstki wody *w* przebiegaiący wysokość *wO*, czyli wypływaiący otworém O, taka jest na punkcie O, iaki jest czas, przez który przebiega wysokość *wO*, czyli iaki jest pierwiastek téy wysokości *wO*. Aże cząstki wody nie rozerwanie za sobą następuią, bo wyławiamy naczynie zawsze pełne wody; więc wszystkich cząstek wody prędkość taka jest, iaki pierwiastek wysokości *wO*. Azatém prędkość wody wypływaiący otworém naczynia, tak się ma; iak pierwiastek z wysokości naczynia, braney od otworu aż do

wierzchu wody. Z tego co się dopiero powiedziało wnieść potrzeba, że gdy dwóch naczyń wysokości są równe, będą także równe prędkości wody wypływającej z każdego naczynia: jeżeli prócz tego w tych dwóch naczyniach i otwory są równe, więc iaka ilość wody wypłynie w pewnym czasie z pierwszego naczynia, takąż ilość wody wypłynie w tymże samym czasie z drugiego naczynia: jeżeli zaś wysokości tych naczyń będą równe, a otwory nierówne, tedy ilości wypłynionéy wody z każdego naczynia, będą się miały do siebie, iak otwory naczyń; otwory pospolicie bywają okrągłe, to jest koła, które mają się, iak kwadraty ze średnic (*Geom. Elem. Rozd. XIII.*); azatém ilości wypłynionéy wody mają się, iak kwadraty ze średnic otworów.

Tych prawd doświadczał *L'abbé Bossut*: utrzymywał on we dwóch naczyniach wodę; z których każde było wysokie na stóp 11, calów 8, linii 10: otwory ich były okrągłe: jednego średnica cal 1, drugiego calów 2. Z pierwszego naczynia w jednéj minucie wypłynęło wody calów sześciennych 9281, (cal sześcienny wody, jest $\frac{1}{48}$ kwarty). Z drugiego zaś w tymże samym czasie wypłynęło calów sześciennych 37203. Lecz $9281 : 37203 = 1 : 4$, bardzo blisko: bo wieloczyny ze skrajnych i średnich różnią się tylko między sobą liczbą 79, wyrazy zaś stosunku drugiego, są kwadratami ze średnic otworów naczyń; azatém gdy we dwóch naczyniach jedną-

kowe są wysokości, będą się miały ilości wody wypłynioney z każdego naczynia, iak kwadraty ze średnic otworów.

§. 53. *Ściskanie żyły płynącey (vena fluidi).*

Przyczyna, dla której ilości wypłynioney wody nie są zupełnie, iak kwadraty z otworów, jest ściskanie się żyły płynącey: nazywa się zaś żyłą płynącą kolumna wody, wypływająca z naczynia. Ta żyła oddalając się od naczynia cieższe, iak *Newton* uważał i inni; toż samo każdy postrzeże przypatrując się wodzie, albo inney iakiędy cieczy wypływającej z naczynia. To ściskanie się żyły płynącey stąd pochodzi: W naczyniu napełnioném wodą, wszystkie iędy cząstki dążą do otworu, gdzie jest najmniejszy opór; stąd tedy, iedne cząstki działają prostopadle na otwór, drugie równoodlegle, albo ukośnie: azatém pierwsze cząstki wody, które czynią żyłę płynącą, są ściśnięte od drugich. To ściśnienie żyły płynącey, podług doświadczeń *Newtona*, zaczyna się od otworu w odległości prawie połowy iego średnicy, np. iczeli otworu średnica iest 4 cale, żyła płynąca ścisnąć się zacznie w odległości od otworu prawie na 2 cale: średnica zaś ściśnioney żyły, tak się ma do średnicy otworu, iak 3 : 4, albo iak $3\frac{1}{8}$: 4; azatém powierzchnia przecięcia żyły płynącey do powierzchni otworu, iak 10 : 16. Tenże sam *Newton* okazał, iż aby dokładnie wymierzyć ilość wypłynioney cieczy przez otwór dany, trzeba brać średnicę

żyły ściśnionej za średnicę otworu, a wysokość naczynia od wierzchu wody do tego miejsca, gdzie się żyła płynąca najbardziej ściśka.

Aby ściśkanie się żyły płynącej nie przeszkadzało wypływanu zamierzony ilości wody, dają u otworów naczyń rurki, których średnica też sama jest co otworu; przezto żyła płynąca ściśka się tylko wchodząc w rurkę przydatkową, ale się nie ściśka wypływając z niej; zatem przydatkowe rurki u otworów dopomagają do wypływania zamierzony ilości wody. Kształt rurek przydatkowych, powinien być taki, jaki jest żyły wypływającej z naczynia: to jest, powinna być rurka naksztalt ostrokągu ściętego, którego średnica mniejszej podstawy ma być taka, jaka jest średnica otworu; powierzchnia zaś tej mniejszej podstawy, powinna się mieć do powierzchni większej podstawy, jak 10 : 16, i żeby odległość tych dwóch podstaw od siebie, była prawie połową średnicy większej podstawy.

§. 54. Stosunek ilości wypłyniętej wody do wysokości naczynia, otworu, i czasu płynienia.

Mając wiadomą ilość wypłyniętej wody w pewnym czasie z jakiego naczynia, i jego otwór i wysokość, można znaleźć ilość wypłyniętej wody w pewnym czasie z drugiego naczynia, w którym wiadomy jest otwór i wysokość. Aby ułatwić rozwiązanie podobnych zagadnień, wyłożymy je naprzód literalnie, a podług tego sposobu łatwo wyłożymy liczebnie,

Nazwiemy wysokość iednego naczynia W , średnicę iego otworu S , ilość wypłynionéy wody przezeń \mathcal{F} , czas C .

Nazwiemy wysokość drugiego naczynia w , średnicę iego otworu s , ilość wypłynionéy wody i , czas płynienia c .

Jeżeli w tych dwóch naczyniach wysokości, średnice otworów, i czasy płynienia, są nierówne; będzie:

$$\mathcal{F} : i = \sqrt{W} \times S^2 \times C : \sqrt{w} \times s^2 \times c, \quad (1)$$

Gdy czasy są równe; będzie:

$$\mathcal{F} : i = \sqrt{W} \times S^2 : \sqrt{w} \times s^2 \quad (2)$$

Gdy $S = s$; będzie $\mathcal{F} : i = \sqrt{W} : \sqrt{w}$. (3)

Gdy w proporcji (2) $\mathcal{F} = i$; będzie:

$$\sqrt{W} \times S^2 = \sqrt{w} \times s^2$$

$$\text{azatem } \sqrt{W} : \sqrt{w} = s^2 : S^2 \quad (4)$$

Podług tych proporcji, można łatwo rozwiązać następujące zagadnienia.

10d. Znaleźć ilość wody wypłynionéy. Niech będzie wysokość iednego naczynia 9 stóp, średnica otworu 6 linii, ilość wody wypłynionéy w jednéy minucie 2018 calów sześciennych. Drugiego naczynia wysokość stóp 4, średnica otworu linii 12, iaka będzie ilość wody wypłynionéy w jednéy minucie? Na rozwiązanie tego zagadnienia użyjemy Proporcji (2):

$$\text{to iest, } \mathcal{F} : i = \sqrt{W} \times S^2 : \sqrt{w} \times s^2$$

$$\text{czyli } \mathcal{F} : 2018 = \sqrt{4} \times 12^2 : \sqrt{9} \times 6^2$$

$$\text{czyli } \mathcal{F} : 2018 = 2 \times 144 : 3 \times 36$$

$$\text{czyli } \mathcal{F} : 2018 = 288 : 108$$

Podzieliwszy oba wyrazy drugiego stosunku przez 36, będzie:

$$f : 2018 = 8 : 3$$

$$\text{Azatém } f = \frac{2018 \times 8}{3} = 5381\frac{2}{3}, \text{ aza-}$$

tém ilość wyptynionéy wody w jednéy minucie jest calów sześciennych $5381\frac{2}{3}$.

2re. Znaleźć średnicę otworu. Niech będzie ilość wyptynionéy wody w jednéy minucie z jednego naczynia 2018 calów sześciennych, wysokość naczynia 9 stop, średnica otworu 6 linii. Ilość wody wyptynionéy z drugiego naczynia w jednéy minucie, calów sześciennych 5436, wysokość naczynia stop 4, iaka będzie średnica otworu? Użyjemy znowu proporcji (2):

$$f : i = \sqrt{W \times S^2} : \sqrt{w \times s^2}$$

Wyraziwszy ją liczbami, będzie:

$$2018 : 5436 = \sqrt{9 \times 6^2} : \sqrt{4 \times s^2}$$

$$\text{czyli } 2018 : 5436 = 3 \times 36 : 2 \times s^2$$

$$\text{czyli } 2018 : 5436 = 108 : 2 \times s^2$$

Podzieliwszy oba wyrazy drugiego stosunku przez 2, będzie : $2018 : 5436 = 54 : s^2$

$$\text{azatém } s = \frac{54 \times 5436}{2018} = 145, \text{ ułomek}$$

się opuszcza :

azatém $s = 12$ to jest średnica otworu, jest linii 12, opuściwszy ułomek.

3cie. Podobnymże sposobem znaleźć można wysokość naczynia. Weźmy tenże sam przykład. Wyłożmy proporeją (2) liczbami :

to jest $\mathcal{J} : i = \sqrt{W} \times S^2 : \sqrt{w} \times s^2$
czyli $2018 : 5436 = \sqrt{9} \times 6^2 : \sqrt{w} \times 12^2$
czyli $2018 : 5436 = 3 \times 36 : \sqrt{w} \times 144$
czyli $2018 : 5436 = 108 : \sqrt{w} \times 144$

Podzieliwszy oba wyrazy drugiego stosunku przez 36, będzie:

$$2018 : 5436 = 3 : \sqrt{w} \times 4$$

Podzieliwszy następni proporcji przez 4, będzie $2018 : 1359 = 3 : \sqrt{w}$

$$\text{Azatém } \sqrt{w} = \frac{3 \times 1359}{2018} = 2 \text{ opuści-}$$

wszy ułomek.

Azatém $w = 4$, czyli wysokość naczynia jest stóp 4.

4te. Znaleźć czas płynienia. Wysokość naczynia 4 stóp, średnica otworu 2 linii, ilość wyptynionéj wody w 1 minucie, całów sześciennych 5436. Wysokość drugiego naczynia stóp 9. średnica otworu 6 linii, wyptynęło wody całów sześciennych 60540, trzeba znaleźć czas, w którym ta ilość wody wyptynęła. Wyłożmy liczbami proporcją (1):

to jest:

$$\mathcal{J} : i = \sqrt{W} \times S^2 \times C : \sqrt{w} \times s^2 \times c$$

czyli:

$$5436 : 60540 = \sqrt{4} \times 12^2 \times 1 : \sqrt{9} \times 6^2 \times c$$

czyli:

$$5436 : 60540 = 2 \times 144 : 3 \times 36 \times c^1$$

$$\text{czyli } 5436 : 60540 = 288 : 108 \times c$$

Podzieliwszy drugi stosunek przez 36, będzie:

$$5436 : 60540 = 8 : 3 \times c$$

Podzieliwszy następniki proporcji przez 3, będzie:

$$5436 : 20180 = 8 : c$$

$$\text{Azatém } c = \frac{8 \times 20180}{5436} = 30 \text{ prawie :}$$

to jest woda płynęła z drugiego naczynia prawie przez 30 minut.

5te. *Wodę proporcjonalnie podzielić.* Z naczynia zawsze pełnego wysokiego stóp 11, caliów 6, przez otwór, którego średnica linii 10, płynie w jednéj minucie 3600 caliów sześciennych: każą ów otwór tak na trzy rozdzielić, aby wody przez nie wypłynione, miały się do siebie, iak 6, 3, 1. Ponieważ otwór, którego średnica jest 10 linii, daie 3600; więc te 3600 podzieliwszy przez 10, wieloraz 360 pokazuje ile iey każda część daje. Te 360 mnożąc przez 6, dadzą 2160, mnożąc przez 3, dadzą 1080, mnożąc przez 1, dadzą 360. Te wieloczyny 2160, 1080, 360, tak się mają do siebie, iak 6, 3, 1. Teraz znajduję średnice otworów, które takie ilości wody wydają. Wiadomo jest podług doświadczenia *Belidora*, że z wysokości stopy 1, przez otwór średnicy cal 1, płynie w jednéj minucie caliów sześciennych 2722, trzeba się dowiedzieć przez iakie otwory wypływią 2160, albo 1080, albo 360; te otwory znajdziemy znalazłszy czwarty proporcjonalny x . będzie tedy

$$2722 : 2160 = 1 \times 144 : x$$

$$2722 : 1080 = 1 \times 144 : x$$

$$2722 : 360 = 1 \times 144 : x$$

To dzielenie otworów na części żądane, iest użyteczne do podzielenia wody ze zdrojów publi-

cznych na różne części miasta; trzeba zaś iéy tam więcéy dodawać, gdzie jest więcéy mieszkańców. Ten więc, który ma wodę proporcjonalnie rozdzielać powinien, *102.* wymierzyć ile iey naczynie zawsze pełne w czasie wiadomym, np. w minucie, wydaie: *2re.* powinien wiedzieć wysokość téyże wody: *3cie.* powinien mieć wiadomą liczbę mieszkańców w częściach miasta, do których woda ma płynąć, aby iéy proporcjonalnie wszystkim udzielił.

§. 55. Tablica okazująca stosunek ilości wypłynięty wody do wysokości naczynia i średnicy otworu.

<i>Wysokość stała naczynia 11 stóp, 8 caliów; 10 linii.</i>	Licz: caliów ażuć: w 1 minucie wy- płynionych.
<i>Doświadczenie 1. przez otwór we dnie naczynia okrągły, średnicy 6 linij wypłynęło - - -</i>	2311.
<i>2. przez otwór we dnie okrągły, śred- nicy 12 linii wypłynęło -</i>	9281.
<i>3. przez otwór we dnie okrągły, śred- nicy 2 cale wypłynęło -</i>	37203.
<i>4. przez otwór we dnie prostokątny, którego długość cal 1, szerokość 3 linie, wypłynęło -</i>	2933.
<i>5. przez</i>	

5. przez otwór we dnie kwadratowy, którego bok 1 cal, wypłynęło	11817.
6. przez otwór we dnie kwadratowy, którego bok 2 cale, wypłynęło	47361.
<i>Wysokość stała naczynia 9 stóp</i>	
7. przez otwór na boku naczynia o- krągły 6 linii średnicy -	2018.
8. przez otwór na boku okrągły 1 cal średnicy - - -	8135.
<i>Wysokość stała naczynia 4 stopy</i>	
9. przez otwór na boku okrągły linii 6 średnicy - - -	1353.
10. przez otwór okrągły na boku cal 1 średnicy - -	5346.
<i>Wysokość stała 7 linii</i>	
11. przez otwór okrągły we dnie cal 1 średnicy - - -	628.

§. 56. Wody w górę wytryskujące.

Po wielu miastach i ogrodach fontanny wi-
dzieć się dają: tych iaki początek łatwo wnieść
można, z tego cośmy powiedzieli o rurkach spoj-
kujących (§. 43); o takich bowiem naczyniach
mówiąc, pokazyaliśmy, że woda w nich zawsze
się wznosi do jednakowey wysokości. Fontanny
bitące, są to same, co spojkujące rurki, z tą tyl-

ko różnicą, że rurka z której woda wypada jest krótka, aby woda sama przez się wytryskując, piękniejszy widok czyniła. Stąd się okazuje, że do utrzymania fontan białych, konieczne potrzeba, aby naczynie, z którego woda do krótszego spływa, było znacznie wyniesione: a tém znaczniéj, im wyżéj woda być powinna. Te zaś naczynia na miejscach wysokich zrobione, mają wodę albo ze źródeł w pobliskich górach znajdujących się, przeto fontanny z nich bez przestanku być mogą: albo też woda do takich naczyni przez maszyny, o których niżej powiemy, jest pędzona: z takich naczyń wytryskujące fontanny, w ten czas tylko bez przestania być mogą, gdy maszyna tyle wody dodaie, ile iéj ubywa, czyli gdy naczynie zawsze jest pełne.

Mówiąc o naczyniach spółkujących pokazaliśmy, że w nich woda utrzymuje się do jednakowéj wysokości: z fontan zaś woda wytryskująca, nigdy nie dochodzi téj wysokości, z której spada. Tego trojaka jest przyczyna. *1^o* Woda wytryskując trze się o boki rurki, a tém samém traci część swoiéj prędkości; lecz to zmniejszenie najmnieysze. *2^o* Kolumna powietrza, którą woda wytryskując odbiła, więcéj psuje iéj prędkości, ponieważ powietrze jest ciężkie (Tom I. §. 85), i w przeciwną stronę wody wytryskującéj ciśnie. *3^o* Woda w górę wytryskując, dla swéj ciężkości bieg opóźnia (§. 12), a zatém gdy prostopadle wyskakujące najwyższe iéj krople bieg utraciwszy, na dół opadają, więc uderzając o inne, prędkość ich

psują, i nie pozwalają im wybiedz do téj wysokości, z jakiej spadają. Dla tych do przyczyn woda pod pion wytryskująca, najniżey bić, gdyby zaś rurka coźkolwiek od pionu była odchyłona, woda wyżey wykoczy, iak piérwéy, ale nie tak piękny widok sprawi, iak gdyby była pionowo.

Obaczmy teraz, w jakim stosunku zmniejsza się wysokość wody wytryskującýy względem wysokości naczynia, z którego spada. Pewna i st; z doświadczeń *Mariotte* i *Bossu*, że gdy wysokość naczynia jest stóp 5 i cal 1, woda wytryska tylko na stop 5, dla przeszkód dopiero wyłożonych: gdybyśmy teraz chcieli, aby fontanna wyrzucała wodę na 10 stóp wysoko, iak powinno byđz wysokie naczynie? Zdaie się, że iako dwa razy wyżey woda bić ma, tak z dwa razy więkšzey wysokości spadać powinna: wszelako podług doświadczeń pomienionych Fizyków okazuje się, iż różnice wysokości wód biących, nie mają się tak, iak różnice wysokości samychże naczyń, ale iak kwadraty z tych różnic. Obiaśniam to przykładem. Gdy fontanna biie wysoko na stóp 5, wysokość iéy naczynia jest stóp 5 i cal 1, gdy zaś fontanna biie na stóp 10; wysokość iéy naczynia nie jest stóp 10 i calów 2, ale stóp 10 i calów 4. W piérwszym więc razie różnica między wysokością wody wytryskującýy, i wysokością naczynia jest cal 1; w drugim zaś razie, gdy dwa razy wyżey woda biie, różnica między wysokością wody biącýy i wysokością naczynia, jest calów 4; lecz różnica 1,

jest

jest kwadratem z 1, różnica zaś 4, jest kwadratem z 2; a zatem wysokości wód wytryskujących, tak się mają, jak kwadraty z różnic samychże naczyń: więc aby fontanna biła na 15 stóp, to jest 3 razy wyżey, jak pierwsza, powinno być iey naczynie 15 stóp i caliów 9. Za powodem tych doświadczeń ułożył *Mariotte* tabliczkę wysokości naczyń i wody wytryskującý: pierwsza kolumna pokazuje wysokość naczynia, druga wysokość skoku.

Wysokość naczynia.		Wysokość skoku.	
stopy.	cale.	stopy.	
5	1	5	
10	4	10	
15	9	15	
21	4	20	
30	0	25	
39	1	35	
45	4	40	
51	9	45	
58	4	50	
65	1	55	
72	0	60	
79	1	65	
86	4	70	
93	9	75	
101	4	80	
109	1	85	
117	0	90	
125	1	95	
125	4	100	

Tę tabliczkę, każdy może pociągnąć przez samą proporcją, lecz i te wysokości są wyfar-
czające.

§. 57. Proporcya średnicy kanału i otworu.

Proporcye wysokości wody wyskakującej względem wysokości naczynia położone w poprzedzającym Paragrafie, w tenczas tylko prawdziwą się, kiedy obszerność otworu fontanny jest proporcjonalna do obszerności kanału. Doświadczono bowiem, iż woda z jednegoż wypływając naczynia, przez większy otwór wyżej wytryskała, a przez mniejszy niżej: doświadczono i tego, że gdy otwór zbyt znacznie był powiększony, woda znowu niżej biła, iak przez mały otwór: stąd wniesione, iż aby woda z daney wysokości najwyżey biła, obszerność otworu i kanału proporcjonalne być powinny. Aby znaleźć tę proporcjonalność, uważamy, iak się mają prędkości wody płynącej kanałem i otworem. Niech kanału (Fig: 56) średnica EH, ma calów 3, średnica zaś otworu fontanny O cal 1; będzie obszerność kanału, do obszerności otworu O, iak 9 : 1. Jeżeli iaka ilość wody w kanale popłynie od E do e w jedney sekundzie; takż sama ilość i w tymże samym czasie wytrysnie otworem O, podług tego cośmy powiedzieli o rurkach spółkujących. Lecz otwór fontanny O, 9 razy jest węższy od obszerności kanału; więc prędkość wody wytryskującej otworem O, musi być 9 razy większa, niżeli prędkość wody

plynącý kanałem, inaczeý nie wypłynełaby przezeń równa iéy obfitość. A zatem prędkość wody plynącý kanałem, tak się ma do prędkości wody wytryskującý otworem O , iak $1 : 9$, to iest, iak kwadrat ze średnicy otworu, do kwadratu ze średnicy kanału. Podług tego, nazwiemy prędkość wody plynącý kanałem P ; będzie prędkość wody wytryskującý otworem O , równa pierwiastkowi wysokości FO (§. 52). Nazwawszy tedy tę wysokość W , będzie prędkość wody wytryskującý otworem równa \sqrt{W} ; nazwiemy średnicę otworu fontanny S , średnicę zaś kanału D ; będzie :

$$P : \sqrt{W} = S^2 : D^2$$

$$\text{a zatem } P = \frac{\sqrt{W} \times S^2}{D^2} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (1)$$

Nazwiemy w drugim jakim naczyniu prędkość wody plynącý kanałem p , prędkość wody wytryskującý otworem fontanny \sqrt{w} , nazwiemy średnicę kanału ∂ , średnicę otworu fontanny s ; będzie znowu $p : \sqrt{w} = s^2 : \partial^2$

$$\text{a zatem } p = \frac{\sqrt{w} \times s^2}{\partial^2} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (2)$$

Daymy, że w równaniach (1) i (2) $p = P$; będzie $\frac{\sqrt{w} \times s^2}{\partial^2} = \frac{\sqrt{W} \times S^2}{D^2}$, aza-

tém licznik do licznika, iak mianownik do mianownika, to iest :

$$\sqrt{w} \times s^2 : \sqrt{W} \times S^2 = \partial^2 : D^2$$

Daymy, że $w = 16$ stóp, $s = 6$ linii,
 $W = 5$ stóp, $S = 3$ linie, $d = 28\frac{1}{2}$ linii,
 znajdziemy średnicę kanału, to jest D , położy-
 wszy w ostatniéy proporcji za litery, ich wa-
 żność; będzie zatem;

$$\sqrt{16} \times 6^2 : \sqrt{5} \times 3^2 = (28\frac{1}{2})^2 : D^2$$

$$\text{czyli } 4 \times 36 : 2,236 \times 9 = \frac{3249}{4} : D^2$$

Rozmnożywszy poprzedniki przez 4, będzie :

$$16 \times 36 : 2,236 \times 9 = 3249 : D^2$$

$$\text{czyli } 576 : 20,124 = 3249 : D^2$$

Podzieliwszy pierwszy stosunek przez 36, będzie:

$$16 : 0,559 = 3249 : D^2$$

$$\text{A zatem } D^2 = \frac{3249 \times 0,559}{16} = \frac{1816,191}{16}$$

$$\text{A zatem } D = \frac{\sqrt{1816,191}}{\sqrt{16}} = \frac{42,61}{4} = 10,65$$

blizko.

Wiedząc zatem z doświadczenia, jaka jest śre-
 dnica kanału, z którego z wiadomey wysokości,
 przez wiadomy otwór fontanny, najwyżey woda
 bije, łatwo można znaleźć średnicę innego kana-
 łu, aby przez dany otwór i z daney wysokości
 kanału woda najwyżey biła. Na tym fundamen-
 cie ułożona jest tablica średnic, otworów i kana-
 łów, podług różney ich wysokości, wzięta z *Ma-
 riotti*.

Wyso-

<i>Wysokość ka-</i> <i>nału.</i>	<i>Srednica otworu</i> <i>fontan.</i>	<i>Srednica ka-</i> <i>nału.</i>
Stopy.	linije.	linije.
5 -	3, 4, 5, 6, -	21, lub 22,
10 -	- 4, 5, 6, -	25, lub 26,
15 -	- 5, lub 6, -	27, lub 28,
20 -	- - 6, -	30, lub 31,
25 -	- - 6, -	calów 2 linije 9,
30 -	- - 6, -	calów 3,
40 -	- 7, lub 8	calów 4 linij 3,
50 -	- 8, lub 10	calów 5 linij 6,
60 -	- 10, lub 12	calów 5, albo 6,
80 -	- 12, lub 14	calów 6, albo 7,
100 -	- 12, 14, 15	calów 7, albo 8.

Z téy tabliczki każdy poznaie, że średnice otworów i kanałów nieznacznie rosną.

*§. 58. Tablica okazująca ilość wody wypły-
nionéy przez wiadomy otwór fontanny.*

Kładę jeszcze iedną tablicę okazującą ile wo-
dy wypływa w wiadomym czasie, przez wiado-
my otwór fontanny. Tablica ta wzięta jeſt z *Bos-*
sut, w niéy średnica otworu fontanny zawsze jeſt
6 linij, czas płynienia zawsze 1 minuta; wysokość
tylko wody białécy, i średnica kanału, są od-
mienne.

Wyso-

<i>Wysokość wody biiący.</i>	<i>Srednica ka- natu.</i>	<i>Obfitość wody.</i>
Stopy.	linije.	kwarty Francuzkie.
5	21	32
10	26	45
15	28	56
20	31	65
25	33	73
30	34	81
35	36	88
40	37	95
45	38	101
50	39	108
55	40	114
60	41	120
65	42	125
70	43	131
75	44	136
80	45	142
85	46	147
90	47	152
95	48	158
100	49	163

Tablice położone (§. 56, 57, 58) nie zamykają, ani wszystkich wysokości, z których woda spada, ani wszystkich średnic, ani wszystkich obfitości w porządku liczb naturalnych, ale tylko od 5 do 5, lub też odmienniey: zatem gdyby kto miał wysokość naczynia, która się w pomienionych Tablicach nie znajduje, powinien sobie znaleźć wysokość wody biiący i śre-

dnicę otworu fontanny: albo też mając daną wysokość wody białą, który nie masz w Tablicach, powinien znaleźć wysokość naczynia, ilość wody wypłynionej otworem fontanny, i średnicę kanału. Aby to wynaydowanie ułatwić, kładę niektóre zadania.

10d. Jaka ma być wysokość naczynia, aby woda przez otwór, którego średnica cal t , wytryskała na 44 stóp? Podług Tablicy położonej na końcu paragrafu 56, gdyby woda była na 45 stóp, wysokość naczynia byłaby stóp 51 caliów 9. Aże, wysokości wód białych tak się mają, jak kwadraty różnic wysokości naczyń (§. 56), będzie zatem $45 : 44 = \text{stóp } 6 \text{ i caliów } 9 : x$; obróciwszy w drugim stosunku stopy na cale, będzie $45 : 44 = 81 : x$. Podzieliwszy poprzedniki przez 9, będzie $5 : 44 = 9 : x$. Azatem

$$x = \frac{9 \times 44}{5} = \text{calom } 79\frac{1}{2} = \text{stóp } 6 \text{ ca-}$$

łów $5\frac{1}{3}$, azatem dana wysokość wody białą, to jest stóp 44, różni się od wysokości swojego naczynia stopami 6 i caliów $5\frac{1}{3}$, więc tę różnicę dodawszy do wysokości wody białą, to jest do 44, będzie wysokość naczynia stóp 50 i caliów $5\frac{1}{2}$.

10e. Woda przez otwór, którego średnica jest cal t , białe na 44 stóp, pytam się, ile iey w jedney minucie wypływa? Aby na to pytanie odpowiedzieć, trzeba naprzód podług poprzedzającego zadania znaleźć wysokość naczynia, z którego ta woda wytryska, iak tu będzie stóp

50 i calów 5 opuściwszy ułomek. Powtóre w tablicy położony przed temi zadaniami, trzeba szukać, ile przez otwór, którego średnica jest 6 linii z wysokości trochę większy np. z 45 stóp, wypływa wody w 1 minucie; znajdziemy kwart 101. Potrzebie, wiemy podług (§. 54), iż gdy są nierówne wysokości naczyń, ilości wypłynięj wody z każdego naczynia, mają się, iak pierwiastki z wysokości naczyń. Ażatém będzie: $\sqrt{(51 \text{ stóp, cal: } 9)} : \sqrt{(50 \text{ stóp, cal: } 5)} = 101 : 99\frac{1}{2}$ bardzo blisko; więc przez otwór, którego średnica jest linii 6, wypływa wody $99\frac{1}{2}$ kwart. Lecz tu trzeba było wynaleźć, ile iéy wypływa przez otwór, którego średnica jest cal 1, czyli 12 linii. To się łatwo także znajdzie: wiemy bowiem, że gdy wysokości są równe, a otwory nierówne, ilości wód wypłynionych, tak się mają, iak kwadraty ze średnic otworów (§. 54), będzieżatém $6^2 : 12^2 = 99\frac{1}{2} : 398$. Te 398 pokazują ilość wody wypłynięj w 1 minucie przez otwór, którego średnica jest cal 1.

3cie. *Aby woda przez otwór, którego średnica jest cal 1, biła na 44 stóp, iaka powinna być średnica kanału? Podług tablicy przed temi zadaniami położony, gdy woda biła na 45 stóp przez otwór, którego średnica jest linii 6, kanału średnica 38 linii mieć powinna; więc przez wyżey podany sposób (§. 57), znajdzie się średnica kanału calów 6 linii 3, lub 4.*

Położone prawdy o ilościach wód wypływających przez otwory fontan, w tenczas tylko miysace mają, gdy wody płyną przez niezbyt

długie kanały. Woda albowiem płynąc trze się o boki rury, a tém samém umniejsza się iey prędkość: im dłuższa zaś rura, tém większe jest tarcie, a zatem mniejsza prędkość; stąd też mniejsza ilość wody przez tenże sam otwór i z teyże saméy wysokości. Doświadczono tego rurami długimi stóp 180. Téy rury otwór raz miał średnicę linii 16, drugi raz calów 2. Wysokość wody przez otwór płynący raz była stopa 1, drugi raz stóp 2. Rurę otwierano w różnych odległościach od naczynia, i wymierzywszy ilości wody wypłynionéy w jednymże czasie; okazało się, że te ilości były bardzo odmienne. Bo gdy wysokość naczynia była stopa 1, średnica otworu linii 16, odległość tego otworu od naczynia stóp 30; wypłynęło wody w jednéy minucie calów sześciennych 2778, w odległości tegoż otworu od naczynia na stóp 60, wypłynęło w tymże samym czasie 1957, calów sześciennych, w odległości stóp 90, wypłynęło wody 1587 calów sześciennych, w odległości stóp 120, wypłynęło wody calów sześciennych 1375, w odległości stóp 150, wypłynęło wody calów sześciennych 1178; nakoniec w odległości otworu od naczynia na stóp 180, wypłynęło calów sześciennych 1082. Utrzymywano potem wysokość wody w naczyniu na 2 stopy, średnica zaś otworu, odległości iego od naczynia, i czas plynienia były takie, iak pierwey; ilości zaś wody wypłynionéy przez iednakowy otwór, ale w różnych odległościach od naczynia robiony, były następujące: w odległości piérwszy calów

sześciennych 4066, w drugiej 2888, w trzeciej 2352, w czwartej 2011, w piątej 1762, w szóstej na koniec 1583. Gdy zaś średnica otworu była calów 2, wysokość wody w naczyniu stopa 1; w czasie i odległościach jak wyżej, ilości wypłynionej wody były w calach sześciennych następujące 7680, 5564, 4534, 3944, 3486, 3119. Przeciż według prawideł położonych wyżej (§. 54), z wysokości naczynia na 1 stopę przez otwór, którego średnica jest linii 16, wypłynęłoby wody w jednej minucie calów sześciennych 6330: tu zaś w pierwszój odległości wypłynęło tylko calów sześciennych 2778, które odciągnawszy od 6330 reszta 3552 pokazuje różnicę ilości wody wypłynionej, która jest bardzo znaczna, a tém znaczniejsza będzie w większych odległościach. Gdybyśmy zaś szukali ilości wypłynionej wody w naczyniu, gdy średnica otworu jego jest calów 2, wysokość zaś naczynia raz stopa 1, drugi raz stóp 2; podług teoryi, pierwsza ilość wypłynionej wody, będzie calów sześciennych 14243, druga 20112: te zaś ilości są daleko większe od owych, które wypłynęły przez takiż otwór i takież wysokości naczynia, lecz w odległości otworu od naczynia na stóp 30.

W rurach znaczne jest tarcie wód: bo jeżeli rury są drewniane, i jakie pospolicie bywają, drzewa cząstki są różnie ułożone; zaczęm, gdy drzewo wiercą, rura wewnątrz będzie chropowata. W rurach nawet ołowianych, żelaznych i t. d. też chropowatość będzie; bo w laniu ich cząstki

różnie się chwytaią, iuż to dla odmieniącego się ciepła, iuż dla chropowatości stępla, który oblewają. Oprócz chropowatości rur, iest ieszcze druga przyczyna, dla której taka ilość wody nie wypływa, iak powinna: bo pokazaliśmy, mówiąc o równi pochyłéy (§. 29), że im mniejsza iest iéy wysokość, tém znaczniejsza część ciężaru ciała na niéy utrzymuje się, azatém resztą ciężaru nieutrzymanego spada ciało: więc im bardziéy iest rura pochylona, tém mniejsza iéy wysokość, azatém i prędkość mniejsza. Gdy dotęgo ieszcze rury nie są proste, ale różnie pochylone, natenczas woda obiiając się o zakręty, prędkość traci. Nakoniec powietrze między bokami rury zamknięte, przez swoją elastyczność prędkość wody umniejsza. Gdy więc tyle iest przyczyn umniejszających prędkość, azatém i ilość wypływającéy wody; przeto daremny był owych zamysł, którzy usiłowali znaleźć proporcją, w której prędkości wód płynących przez rury zmniejszają się: tu wprawdzie głęboka teoria piękne daie uwagi, ale nicużyteczne.

§. 59. Naczynia wypróżniające się.

Dotąd mówiliśmy o ilościach wody wypływającéy z naczyń zawsze pełnych, teraz obaczmy, iakie będą ilości wypłynionéy wody z naczyń, które się wypróżnia. Oczywista iest rzecz, iż prędkość wody wypływającéy z naczyń wypróżniającego się, coraz się zmniejsza: bo gdy woda płynąc zaczyna, kolumna iest najwyższa,

ta płynąc staie się krótsza: że prędkość wody wypływającej, jest jak pierwiastek wysokości naczynia (§. 52), zatem ta prędkość ustawicznie się zmniejsza, a przeto i wody wypłynięj w pewnym czasie ilość będzie mniejsza.

Prędkość wody płynący z naczynia zawsze pełnego, jest jednostayna, i taka iakiey ciało na końcu biegu przyśpieszonego nabywa (§. 52): prędkością zaś na końcu nabytą przebiega ciało dwa razy większą drogę, aniżeli prędkością przyśpieszoną (§. 11); więc i wody płynący z naczynia zawsze pełnego, prędkość, a zatem i iey ilość wypływa dwa razy większa, aniżeli ta, która wypływa z naczynia wypróżniającego się o jednakowey z pierwszém wysokości i otworze. Lecz iako ciało spadające prędkością przyśpieszoną, tyleżby ubiegło, ileby ubiegło prędkością na końcu nabytą, gdyby pierwsza wysokość była dwa razy większa od drugiey, albo co na iedno wychodzi, gdyby druga wysokość była połową pierwszey; tak też i wody przez równe otwory płynący ilości będą też same, ieżeli wysokość naczynia zawsze pełnego, będzie połową wysokości naczynia wypróżniającego się: Stąd wypada, że naczynie wypróżniające się, można uważać za pełne, biorąc iego wysokości połowę. A zatem cośmy powiedzieli o naczyniach pełnych, wszystko to można przystosować do naczyń, które się wypróżniają.

Y tak np. iest sadzawka na wysokiem mieyscu, w której, albo tak małe źródła, że ją iedwo we 12 godzin napelniają, albo też wcale

nie ma źródła, lecz tylko czasem napełnia się z deszczów lub śniegów roztopionych. Dajmy, że w niej jest wody 20 sążni sześciennych, i jej głębokość FC (Fig: 56) stóp 4, odległość dna sadzawki od otworu O, przez który ma płynąć, jest stóp 36, przeto cała wysokość FO, będzie stóp 40. Aby to naczynie można uważać za pełne, trzeba wziąć jego wysokości połowę, będzie zatem 20 stóp: szukam potęmi, ile wody wypływa w jednéj minucie z takiej wysokości przez otwór cała 1go Tę ilość łatwo znajde, bo mam z doświadczenia, iż z wysokości stóp 15, w 1 minucie przez otwór cal 1, wypływa calów sześciennych 10472. Gdy zaś otwory równe, a wysokości nierówne, wtedy ilości wypłynonéj wody mają się, jak pierwiastki z wysokości (§. 54); będzie zatem $\sqrt{15} : \sqrt{20} = 10472 : 12095,5$. Ten czwarty proporcjonalny pokazuje ilość wody wypłynonéj w 1 minucie z wysokości stóp 20. Nakoniec przez proporcycją znajduję czas, w którym 20 sążni sześciennych, albo 7.464.960 calów sześciennych płynie; mówiąc (10472 calów sześciennych): (1minuty) = 7.464.960 : 617,1 minut, czyli godzin 10 i minut 18. Z téj więc sadzawki przez otwór średnicy cal 1, woda wypływać będzie przez godzin 10, minut 18. Jeżeliby zaś żądano, aby woda dłużey wypływała, trzeba dać mniejszą średnicę otworu.

§. 60. Bieg wody w rzekach.

Okazawszy bieg wody w naczyniach foremnych, zastanówmy się nad iéj biegiem w jakich-

kolwiek naczyniach, np. w rzekach, których koryta są rozmaite.

Aby rzeka płynęła, nie koniecznie z wyższego miejsca spadać powinna, dosyć jest, aby jej wierzch był wyższy od wierzchu morza: w ten czas bowiem wierzchnie cząstki wody w rzece nie będąc utrzymywane na równowadze z wierzchniemi cząstkami wody w morzu, wpłynęłyby do morza: pospolicie jednak we wszystkich rzekach woda z wyższego miejsca płynie. Stąd wynika: *1o* że woda w rzekach płynąc, bieg przyspiesza, tak jak inne ciała z wyższego miejsca spadając na niższe. *2o* że głębokość rzek w mniejszych odległościach od źródła jest mniejsza, w większych zaś większa; bo rzeka płynąc biegu przyspiesza, azatem gdy taż sama ilość co raz prędzay płynie, więc coraz ma większą siłę, azatem mniejszą głębokość koryta zrobi w mniejszey odległości od źródła, a zaś w większay odległości, głębsze zrobi koryto. Te jednak prawdy wtenczas tylko mają miejsce, gdy jednakowa jest pochyłość rzek, i koryta ich są w kierunku linii prostey. Aże nie masz rzek, którychby spadziłość była iedaostayna, i koryta w linią prostą, więc prędkość i głębokość wody rzeczney, raz jest większa, drugi raz mniejsza. Stąd wnieść potrzeba, że trudno jest wyrachować prędkość wody w całej rzece bieżący: wiadomość zaś téy prędkości potrzebna jest do poznania siły, którą woda machiny obraca; lecz na ten koniec dosyć jest znać prędkość rzeki w tém miejscu, w którym machina iaka, np. młyn

ma być stawiony. Z różnych sposobów na to obmyślonych, jeden i to prosty podaję. *108.* Na rzekę rzucić kawałek drewna, albo wosku ołowiem tak obciążony, aby cały prawie w wodzie utrzymywał się. *109.* Uważać jaką długość w pewnym czasie przebiega ten kawałek drewna, lub wosku: podzieliwszy tę długość drogi przez czas, będzie prędkość wody bieżącej (§. 3). Na przykład gdy kawałek drewna w 5 sekund przebiega stóp 50, prędkość wody bieżącej jest taka, iż 10 stóp na jedną sekundę przebiega. *Mariotte* do wyznaczenia prędkości wody bieżącej innego sposobu używał. Brał on dwie gałki z wosku, związał je włosiem końskim, dając im znaczną odległość; z tych jedną przez przydanie ołowiu tak obciążał, że nie tylko sama tonęła, ale też i drugą lżejszą, całą prawie w wodzie utrzymywała. Tęmi gałkami nie tylko poznawał prędkość wody w rzece bieżącej, ale nawet postrzegał, że podług odmiany głębokości wody odmieniała się i jej prędkość; bo gdy gałki płynęły nad zielskiem, albo po miłkiem miejscu, natenczas wierzchnia wyprzedzała spodnią; gdy zaś przez głębią płynęły, spodnia gałka przebiegała wierzchnią. Azatém w miłkich miejscach rzeki, wyższe cząstki wody większą mają prędkość, aniżeli niższe; w głębokich zaś miejscach rzeki, niższe cząstki wody większą mają prędkość, a niżeli wyższe.

Aby ułatwić teorię machin od wody obracanych, wykładam sposób, którym naybiegleysi w téj materji poznawali się, jaką wodę ruch

w maszynie sprawić może. *Mariotte*, *Bouguer*, *l'Abbé Bossut*, siłę wody z następującego doświadczenia poznawali. Na ramieniu *AB* (Fig: 57) szalek ordynaryjnych utwierdzili talerz *A*, na ten z różnych wysokości spadała woda, która uderzając w talerz *A*, ten przeważał: zaczęli na przeciwny talerz *T*, póty dodawali ciężarów, póki szalki nie stanęły na równowadze. Te więc ciężary pokazywały im siłę wody z wiadomej wysokości spadającej. Ażeby siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość (§. 5), tu zaś mieli wiadomą prędkość, bo ta równa jest pierwiastkowi z wysokości, z której woda spada (§. II. 3cie) przez tę więc prędkość mnożyli wielość cząstek wody bijących na talerz *A*, wielość zaś tych cząstek równa się wierzchowi talerza *A*, który zakrywają, a zatem gdy rozmnożyli przez prędkość wody wierzcho talerza *A*, znajdowali wieloczyn równy ciężarom położonym na talerzu *T*; zatem wniesli, że siła wody spadającej równo na jaką powierzchnią równa się wieloczynowi z prędkości wody przez powierzchnią, którą woda spadająca zakrywa. *L'abbé Bossut* mówi, że w praktyce ta reguła jest wystarczająca. Pan *Turgot* minister Francuzki zlecił był *L'abbé Bossut*, aby przez nowe doświadczenia dochodził, jeżeli tarcie, albo jaka inna zawada tej reguły nie psunie: wszelako z doświadczeń, które *L'abbé Bossut* wraz z *P. P. d'Alembert* i *Condorcet* czynił, wniosł, iż jest nieomylna.

Cztery jest znaczniejszych przyczyn, dla których rzeki kręto płyną: 1^o odmiennosc gruntu:

tł: bo jeżeli jest piaszczysty, mułowaty, cząstkii jego woda odnosi: 2te. Kamienie na dnie będące: o te bowiem woda obijając się, na boki odchodzi, które jeżeli są piaszczyste, mułowate, woda ich części odnosi i koryto odmienia. 3cie. Rzeki pomniejszych wpadając w większe, na przeciwny brzeg się pchają. 4te. Nakoniec lody: te gdy wodę ścisną, prędkiej płynię, ziemię odnosi i koryto odmienia, albo też lody wodę zatamowawszy, przymuszają onę, aby na lądy rozlewała, które psując, tēm samém nowe sobie koryto robi.

§. 61. Jak tamy bić potrzeba?

Rzeka odmieniając swoje koryto czyni spław statków trudny i grunta zabiera: aby więc koryta nie odmieniała, powinny się bić tamy. Różne są sposoby ich robienia, naydogodniejszy i nayprostszy jest robić je z pęków, czyli faszyn chróftu. Sposób ten bicia tam wykładam podług *Bellidora (Architecture Hydraulique Tome IV)*.

Przedsiębiorący bicia tamy, ma się przysposobić w chróft długi na 6 łokci, prosty i dobrze wysuszony: z tego chróftu robić trzeba pęki, czyli faszyny mające obwodu 30 calów; pęki te trzema wiciami się wiążą, wiec pierwsza od końca grubszego faszyny, czyli od iędy głowy, ma bydź oddalona na stópę 1, druga na stóp 3, trzecia na 6, tak aby przynajmnię 4 stopy zostały faszyny niezwiązanej wicią: prócz faszyn, trzeba mieć paliki, czyli kolki na 5 stóp długie, *

6, lub 7 cali obwodu mające u grubszego końca. Nakoniec trzeba mieć podostatkiem grubego piasku do zasypywania faszyn, jako też chróflu z jakiego drzewa gibkiego do robienia płotków na faszynach. Takie mając przygotowania, to jeszcze przed iéy zaczęciem uczynić potrzeba. Kiedy np. mamy brzeg rzeki AB (Fig: 58) zabezpieczyć od pędu wody, trzeba czekać póki nie będzie najmniejsza woda w tém miejscu, gdzie tamę bić zamysłamy; i wymierzwszy tę głębokość wody, pomiarkujemy przynajmniéy, jaka powinna być tamy szerokość. Z doświadczenia wniesiono, iż szerokość iéy powinna być najmniéy półtora razy większa od głębokości wody: np. jeżeli głębokość wody jest 20 stóp, szerokość tamy ma być 30. Nie należy odstępować od tego prawidła, jeżeli chcemy trwałą tamę ubić: nawet czasem dwa razy większą iéy szerokość dać trzeba: iakoto dla ubezpieczenia brzegu rzeki, na który woda z wielkim pędem uderza, albo gdy brzeg bardzo jest spadzisty: wręście powiększeniem szerokości tamy nigdy się nie wykroczy przeciw założonemu prawidłu.

Wyznacząwszy długość i szerokość tamy, jako też iéy położenie względem biegu rzeki, trzeba zrobić iéy fundament czyli założenie, które ukośnie w łąd wchodzić powinno, i poczynać ie trzeba od wyższego miejsca rzeki, iak okaznie figura 58, gdzie woda płynie od B do A; Tu więc założenie tamy trzeba robić przy m , i wpuszczać ie w łąd od m do B, tak, aby to założenie m B, czyniło z brzegiem rzeki kąt 45° .

przez co część łądu $w m$ B przeszkodzi, aby to założenie tamy od wody nie było podmyte: wystawiamy także, że cały brzeg téj rzeki jest mocny, wyląwszy jego części $m A$, gdzie zrobiona jest tama. Aby zrobić fundament, czyli założenie tamy, wybiera się w miejscu $m o \partial$ B, tak głęboko ziemia, aby się woda weń nie sączyła, potem w tén doł układają się warsty faszyn sposobem, który zaraz opiszemy. Jak daleko w łąd to założenie tamy wypuszczać się powinno, trzeba miarkować z bystrości rzeki: jeżeli mały pęd jest wody, długość założenia $o \partial$, może być na 6 lub 7 sążni, albo i mniej, jeżeli zaś tama musi wytrzymać gwałtowny impet wody, trzeba iéy założenie dalej w łąd posunąć np. na 10 lub 12 sążni: w tym razie grunt, na którym robi się założenie tamy, i bieg wody, iedyném. prawidłem być powinny w wyznaczeniu długości założenia tamy.

Figura 59 wystawia wybraną ziemię na fundament, czyli założenie tamy, które robi się tym sposobem: układają się faszyny głowami do łądu ściśto iedną koło drugiey, aby cały grunt zakrywały; na tę warstę faszyn kładą się dwie inne warsty: tu znowu uważać trzeba, aby drugiey warsty pęki, przypadają na stykanie pęków pierwszey warsty, trzecie na stykanie drugich. Po ułożeniu faszyn następuje bicie kołków: pierwszy rząd kołków FF, powinien być oddalony od głowy faszyn AB na iedną stopę: drugi rząd kołków czyli palików GG, trzeba bić w odległości od pierwszego na dwie stopy, trzeci rząd HH na dwie od drugiego, czwarty rząd II na dwie stopy od

trzeciego: reszty faszyn od II, aż do DD w odległości na trzy lub cztery stopy nie trzeba przebijać palikami, poprzedzające zaś rzędy palików tak powinny być ustawione, aby ich odległości od AB do II brane nie czyniły linii prostej, co figura okazuje: płotki na palikach grodzie potrzebne na sześć cali wysokie, pomiędzy nie nawieść grubego piasku, ten dobrze ubijać, aby miejsca próżne między faszynami pozostałe ponapełniał. To zrobiwszy, druga warstwa faszyn kładzie się w odległości na stopę lub półtorej stopy od rzędu palików II (Fig: 60) i podobnym sposobem zakłada się faszynami całe założenie tamy. Tę warstwę faszyn ułożywszy, kładzie się inna znowu warstwa faszyn opierając ich głowy o pierwszy płotek II, iak okazuje Fig: 60, trzecia warstwa faszyn kładzie się na drugiey, ale posuwając ich głowy ku lądowi, to jest opierając je o płotek HH, iak okazuje figura 61, na figurze zaś 62 wyrażone są razem te trzy warstwy faszyn ubite i oplecione płotkami. Oto jest sposób układania faszyn w założeniu tamy: podobnymże sposobem inne kładą się warstwy, aż póki się nie dojdzie do wody: to ułożenie warst powinno mieć grubości na dwie stopy, gdyby zamiast ośm lub dziesięć stóp głębokości założenia tamy, wybrana była tylko ziemia na pięć lub sześć stóp, wtenczas dwie tylko warstwy faszyn kładą się w założeniu.

Doprowadziwszy założenie tamy do wody, (Fig: 63), to jest od L do B, robota ięć staje się trudniejsza, bo ostatnia warstwa faszyn

LB, prawie do połowy unosi się nad wodą, przeto trudno chodzić po niej dla układania innych faszyn, a mimo tego trzeba w tém miejscu na jedną stopę grubszą warstę faszyn ułożyć, aby trwalsza była tama: lecz w tym razie wielką ostrożność zachować należy, aby tama jeszcze unosząca się nad wodą nie załamala się wcześniej w punkcie L od ciężaru warst faszyn, jednych na drugie położonych. Zapobieży się temu przypadkowi następującym sposobem: trzeba aby kładący faszyny stanął na warscie LB, unoszący się nad wodą, w takim miejscu, aby mógł się utrzymać bezpiecznie, i kładzie faszyny AB tak, aby ich głowy B na jedną stopę od końca faszyn LB były usunięte ku L, przez co środek ciężkości warst faszyn AB utrzymany będzie od warst faszyn LB, których połowa długości leży na łądzie: podobnymże sposobem na tę warstę kładzie drugą głowami C na stopę usuwając od B ku L: trzeciej warst faszyn, głowy D usuwając, na jedną stopę od C: czwartej warst faszyn, głowy E przytykając do plotka H: piątej warst faszyn głowy F przytykając do plotka I, szóstej nakoniec warst faszyn głowy G, opierając o plotek K; przeto środek ciężkości wszystkich warst faszyn będzie prawie na brzeg rzeki przypadł: zatem kładący faszyny, może śmiało i bezpiecznie bić paliki i oplatać je plotkami, niezasypując ich jeszcze grubym piaskiem, aby się tama przed czasem w wodę nie pogrążyła. Na te warst faszyn inne faszyny kładź trzeba zaczynając od założenia tamy, ale położenie ich

odmieniać należy, to jest głowy faszyn obracać przeciwko wodzie, iak okazuje figura 65, gdzie kilka warst takim sposobem jest ułożonych. Figura zaś 64' wyftawia przecięcie warst tamy, wyrażonych figurą 65j, gdzie LP okazuje położenie piérwszhey warsty faszyn, LO drugiéy, LN trzeciéy. Tak układając warsty faszyn iedne na drugich, powoli tama opadać będzie w wodę. Nakoniec tama zakończy się wpuszczając ją w ład raz, albo dwa razy, lub więcéy: podług więkzszego lub mniejszego pędu wody, który tama musi wytrzymywać, Fig: 58 wystawuje tamę, która czterema korzeniami A, M, D, z wpuszczona jest w ład. Gdy tama ukończona zostanie, iéy czoło, a dla więkzszego bezpieczeństwa i boki palami mają być ubezpieczone, aby od kry nie były zerwane.

R O Z D Z I A Ł V.

MACHINY UŻYTECZNIYSZE SPOŁECZNOŚCI.

J. 62. Części Pompy.

Trzy są istotne części pompy. 1oż. Rura. 2re. Kłapa. 3cie. Stępel, albo, iak nasi rzemieślnicy zowią bębenek. Rury pospolicie bywają z drzewa iednego, albo też z kilku drzew złożo-

ne: ich długość zawisa od wysokości, do której wodę wynieść potrzeba. Kłapa, iestto skóra wołowa gruba, okrągła, albo też kilka skór na sobie położonych i zszytych: średnica kłapy powinna być trochę większa od średnicy dziury, którą ma przykrywać. Figura 66 wystawia kłapę K tak, iak ią z góry widzieć. Taż sama kłapa na figurze 67 iest przecięta, gdzie CD iest przecięcie samey kłapy, DF iest język długi, za który kłapa do rury lub bębena bywa przybita. Na kłapie CD kładzie się blacha ołowiana gruba, która ią do dziury bębena przyciska, i nie dopuszcza, aby się na wodzie umosiła: kłapy bydy mogą różnego kształtu, i przybity ich język, albo do bębena, albo do rury. Na figurze 68, wystawiony iest stępel, albo bębenek O H L P, ten pospolicie bywa drewniany skórą grubą obity, iego średnica powinna być taż sama, co rury, aby wcale ią napełniał: bębenek bywa albo pełny, albo przez środek na wylot przewiercony; jeżeli iest pełny, iak wystawia figura 69; łączy się z drążkiem QM drewnianym, albo żelaznym. Jeżeli bębenek na wylot iest przewiercony, (Fig: 68) łączy się z drążkiem QM, przez trójkąt OQP, aby kłapa mogła się łatwo podnosić. Trójkąt OQP z téżże sztuki, co bębena O P H L bywa robiony. Tych części istotnych trojaki bydy może ułożenie, azatém pomp trojaka będzie odmiennosc. Wykładam każdą w szczególności.

§. 63. *Pompa Ssąca (antlia aspirans).*

Figura 70 wystawia Pompę ssącą pionowo przeciętą, aby wewnętrzne iéy części były widoczne. CBAW jest rura długa łokci dziesięć, albo mniéy pod pion w studni ustawiona, na niéy jest kłapa K, tak przybita, aby się tylko do góry podnosiła. Na rurze CBAW stoi inna rura QDCB długa według wysokości, na którą wodę pompować trzeba. W téy rurze QDCB jest bębenek z kłapką F także do góry otwierającą się, ten bębenek jest złączony z drążkiem FM, dłuższym od rury QDCB, w téy rurze jeszcze jest rurka DO ku ziemi trochę nachylona. Taką pompa zowie się ssącą (*antlia aspirans*). W niéy woda płynie w górę dla następującéy przyczyny. Gdy bębenek *mn* leży na kłapie K, powietrze tak w rurze CBAW, iako też w rurze QDCB, równie jest gęste; przeto kłapy K i F, swoje dziury zamykają; podniosłszy bębenek *mn* do *fs*; powietrze nad nim będące także jest podniesione, a zatem między bębenkiem *mn* i kłapą K, nie masz powietrza. Ze zaś powietrze jest sprężne (Tom I. §. 92), więc będące w rurze CBAW rozszerzy się, kłapę K podniesie, i miejsce między bębenkiem *mn* i kłapą K napełni. To powietrze rozrzedzone, mniejszy czyni odpór, niżeli zewnętrzne przyciskające; przeto woda w rurze CBAW podniesie się *np*. do *a*. Opuszczając bębenek *mn* na dół; powietrze w części *mn* CB będąc przyciśnione, kłapę K zamknie, a drugą kłapę F na bębenku *mn* będącą otworzywszy, do

zewnątrznego powietrza wywdzie. Podniósłszy powtórę bębenek do fs , powietrze znowu w części CBA rozszerzy się, klapę K otworzy, więc woda poydzie w rurę do e ; za trzociem podniesieniem bębena dojdzie do w , za czwartém do C, za piątém napełni część rury CB mn . Ze zaś woda jest bardzo mało ściśliwa (Tom I. §. 201), przeto gdy bębenek mn jest opuszczony, woda przyciśniona klapę K zamyka, a zaś klapę F podniosłszy, nad bębenek wypłynie: ten gdy podnoszą, woda swym ciężarem klapę F zamknie i nad nią zostanie, a dla cisnącego zewnątrz powietrza, inna woda część rury CB mn napełni, gdy bębenek będzie podniesiony. Podnosząc więc i opuszczając bębenek, woda dojdzie do QD, i przez rurkę DO popłynie.

Z tego, com dotąd podziędział, każdy poznaie, że w takiej pompie woda idzie do góry szczególnie dla cisnącego powietrza. Nie ma zaś nikt rozumieć, że w niej nad 32 stóp wyżey nie może bydź wyniesiona: bo chociaż kolumna wody wysoka na 32 stóp, utrzymie się na równowadze z kolumną powietrza, iak okazaliśmy w Tomie I. §. 86, ale kolumna wody w rurze QDCB, podnoszona bywa od siły pompuiącej, która im jest większa, tém wyższą i grubszą kolumnę podniesie. W rurze tylko CBAW woda dla samego ciśnienia powietrza w górę idzie, ta więc nad 32 stóp dłuższa bydź nie może; iak krótszą daleko położył, bo tylko dziesięć łokci, czyli stóp dwadzieścia, a to dlatego, że powietrza działanie czasem tak bywa zmniej-

szone, że jego ciśnienie ledwie wyrównywa ciśnieniu kolumny wody wysokiej na stóp 27, przeto w takim razie nie możnaby pompować. Dotego, pompa nigdy nie iost tak zrobiona, aby przez bębenek, powietrze zewnętrzne nie komunikowało z wewnętrznem. Aże z rury CBAW powietrze wychodzi przez swą elastyczność, podobnie, iak w maszynie pneumatycznej (Tom I. §. 92), ta zaś siła elastyczności coraz będzie mniejsza; przeto znaczna część powietrza zostanie w rurze CBAW, i nie puści wody do góry. Dlatego niektórzy radzą przed pompowaniem, wodę łać z wierzchu w rurę QDCB. Jeżeli bębenek *mn* rurę całą napełnia, i kłapy K i F dziury swe dobrze zamykają, woda raz do góry wypompowana, blisko QD zatrzyma się; przeto za drugim albo trzecim poruszeniem stępla, przez rurę DO popłynie.

Co się tycze obszerności rury CBDQ; téj średnica, według różney wysokości, do której woda ma być pompowana, różna być powinna, to jest mniejsza, gdy wyżej; większa gdy niżej wodę podnosić chcemy. Bo siła pompująca, podnosi i stępel i kolumnę wody, która się na nim wspiera. Aże powszechnie siła pompująca jest człowiek, którą pospolicie kładą równą 25 funtów, zaczęm gdyby człowiek własną siłą miał pompować; powinna być średnica rury DQBC, tak zmniejszona, aby w nięj nad 25 funtów woda ze stępem więcej nie ważyła. Na przykład wysokość rury QDCB stóp-30, albo łokci naszych 17; więcby rury tak mała średnica

bydź powinna, aby w niej tylko zmieściło się trzy garce wody, które ważą funtów $23\frac{1}{2}$, dajmy, że waga stępla z bębenkiem jest funt jeden, co wszystko uczyni funtów $24\frac{1}{2}$; więc siła ludzka może pompować. Ale że taka rura bardzo byłaby szczupła, zaczęm można ię średnicę powiększyć do trzech cali; lecz i się potrzeba dzielniejszą uczynić przydając drąg pierwszego rodzaju MN i zachowując pilnie proporcją odległości siły od podpory, do odległości ciężaru od tęży (§. 26). Jeżeliby więc średnica rury była cali trzy, a wysokość ię stóp 30; zmieściłoby się w niej wody cali sześciennych 2519, lecz że bębenka drążek MF jest gruby, niech więc iego średnica będzie cal jeden, przeto iego bryłowatość będzie cali sześciennych 270, odciągnąwszy ie od pierwszych; będzie wody cali sześciennych 2249, które ważą funtów 19 blisko: drążka waga niech będzie funtów 9, zaczęm cały ciężar będzie funtów 100. Te, aby siła wyrównywająca 25 funtóm, na równowadze utrzymała, powinna mieć odległość od podpory cztery razy większą: lecz że siła pomieniony ciężar powinna ruszać, trzeba ię odległość, albo ieszcze powiększyć, albo na końcu N drąga MN, ciężar kilka funtów ważący zawiesić, który także siłę powiększy.

§. 64. *Pompa wypychająca (antlia premens).*

Pompa wypychająca, Figura 71, składa się z rury ABCD, w której bębenek SZ jest pełny; mo-

że bydź rura długa na stóp trzy, u góry AB jest otwarta, u dołu zaś CD zamknięta. Blisko D jest otwór O w niej klapka K, do góry się podnosząca. Z rurą ABCD jest inna PQ złączona, obszerność jej większa od otworu O, aby klapka K wolno się w niej podnosiła. Te części pod pion w studni ustawione składają pompę wypychającą: w takiéy bowiem woda idzie do góry dla tego, iż tam od stępla jest wypchnięta. Bo gdy stępel nad AB jest podniesiony, woda napełnia rurę ABCD, opuszczony stępel wodę przycisnie, która otworzy klapę K i w rurę PQ popłynie. Podnosząc powtóre stępel, woda własnym ciężarem opadając w rurze PQ, klapę K zamknie i nad nią zostanie, podnosząc więc stępel nad AB, woda rurę ABCD powtórné napełni, ta przycisniona od stępla w rurę PQ popłynie: toż kilka albo kilkanaście razy powtórzywszy, dojdzie do P i przez rurekę PT wypływać będzie. W téy pompie, powietrze do wyniesienia wody nie niedopomaga.

Figura 72 wystawia inne ułożenie téżé pompy. Bębenek czyli stępel SZ wpuszczony jest w rurę ABCD, ze spođu przez CD, na ówczas bębenek powinien mieć klapkę do góry otwierającą się. Od bębenka SZ idzie drażek przytwierdzony do RW, Część QXRW jest ruchoma, przeto bębenek SZ może bydź podnoszony, lub opuszczany. Te części pompy ustawiwszy w studni; woda dążąc do równowagi, klapy K i E podniesie, i w rurze ABLP tak będzie wysoko, iak w studni. Jeżeli bębenek SZ opuszczę do CD, woda

przyciśnięta podniosłszy klapę E, napęlni część rury $mnc\partial$: gdy zaś stępel podnoszę, woda, iako bardzo mało ściśliwa, klapę tylko E przyciśnie, a klapę K otworzywszy, w rurę ABL popłynie.

W téy także pompie obszerność rury ABL, tak iak wyżey, miarkować potrzeba, bo tu ciśnienie na bębenek SZ jest takie, iak gdyby obszerność rury ABL równa była obszerności ABCD (§.), zaczęm chcąc wyrachować ile woda wazy w rurze ALB, trzeba za średnicę iéy podstawy brać średnicę rury ABCD, a za wysokość AP.

§. 65. Pompa złożona (antlia mixta).

Trzeci gatunek pomp jest złożony z piérwszych dwóch. W rurze ABCDF (Fig: 73) jest klapa R w górę otwierająca się, i od wody EF na dziesięć łokci oddalona. Bębenek GH chodzi w części ABHG, jest pełny i niżéy nad GH nie opada. Z tą rurą jest złączona druga KLM, w niéy klapa K podnosi się do góry. Te części w studni ustawione czynią pompę złożoną, ponieważ woda idzie do góry, tak dla ciśnienia od powietrza, iako też od bębena. Bo gdy bębenek jest na GH, powietrze w części GHKR, jest tak gęste, iak zewnętrzne, przeto klapy K i R swoje otwory zamykają: gdy podnoszą bębenek GH do ab , powietrze w części ABCD rozszerzy się, klapę R podniesie, w część $ABab$ wniydzie, więc woda podniesie się do c . Opuszczając bębenek GH, tym powietrze przyciśnięte klapę R zamknie, klapę zaś K otworzy i do zewnętrznego

wyidzie, iako się wyżey (§. 63) powiedziało. Za drugiem, trzeciem, czwartem, i t. d. bębena podniesieniem powietrza ubędzie; woda więc do góry podniesie się i nad klapę R wypłynawszy, za bębniem poydzie do *ab*, przyciśniona zaś od spuszczonego bębena, klapę R zamknie, klapę zaś K otworzywszy, w rurę KLM popłynie.

§. 66. Sikawka do zaléwania ognia.

Sikawkę do zaléwania ognia wystawuie figura 74: FSCB, *fscb* są dwie rury metalowe z kłapami K, K, bębni w nich pełne. HN jest naczynie metalowe mające kanał skórzany NO. Z tém naczyniem łączą się rury FSCB, *fscb* przez kanały EG, *eg*, kanały te mają kłapy R, R do góry się otwierające. Te części połączone ustawiają w naczyniu wielkiem WXYZ. Całą machinę na saniach albo wozie niskim stawiają, aby na różne miejsca podług potrzeby mogła być przeprowadzona. Stęple *m, m*, drągiem rodzaju drugiego na przemian bywają podnoszone i opuszczane. Gdy się więc ogień pokaże; naczynie WXYZ napelnią wodą, która pompami złożonemi na przemian pędzona, przez O wypada i ogień zalewa: tém wyżey zaś wytryska, im bardziej jest przyciśniona. Rurkę NO dlatego dają skórzaną, aby woda wytryskująca mogła być w każdą stronę obrocona.

§. 67. Woda siebie pompuje.

Pompy, osobliwie drugiego i trzeciego gatunku, ustawwszy w rzece, woda samę siebie będzie do góry pompowała. Niech bowiem pompa ABCDZL (Fig: 75) będzie w rzece. Koło FG ma korbę Kn, która złączona jest z drągiem gm przez pręt pt, z tymże drągiem jest złączony śpęł S. Gdy się koło FG, od biegu rzeki poruszone, do połowy obroci; korba weźmie położenie mieysca Kn, zaczęm drągą gm punkt m, będzie niżej, punkt zaś g wyżej, więc bębenek w pompie opadnie. Gdy zaś koło FG drugą połową wykręci się, punkt m drążka mp powdzie do góry, punkt zaś g na dół, zatem bębenek w pompie podniesie się do góry. Woda więc obrotom korby sama siebie będzie pompowała, na jakąkolwiek wysokość zeohcemy.

Pompa wypychająca (Fig: 76), może być także ustawiona w rzece, i wodę do znaczney wysokości podniesie. Położmy rury PQO długość stóp trzydzieści. Niech przez QO woda płynie w kadzi WM, od kadzi niech idzie rura pqL, tak obszerna, aby przez nią tyle wody wypływało, ile ięy przez rurę P Q O wpływa. Woda przez otwór L wypadając na 25 stóp w górę wytryskać będzie, i piękny widok sprawi.

Wiatr także do pompowania wody może być użyty, jeżeli śpęł złączony będzie z korbą, którą obraca koło od wiatru poruszone.

§. 68. Młyny wodne.

Nie zamysłam opisywać budowania młynów wodnych, zostawuję to architektóm: położę tylko części ich istotne, i stosunek między sobą, abym, dając wyobrażenie najpotrzebniejszych tych maszyn, zachęcił do poznania ich budowy. Młyna wodnego części istotne są, *tod*. Dwa kamienie, z których jeden nad drugim biega. *are*. Dwa koła na jednymże walcu osadzone. *zcie*. Cewy z wrzecionem.

Zboże mielone bywa od dwóch kamieni: z tych spodni spoczywa, zwierzchni biega: ich wierzchy do mielenia, nie powinny być płaskie (Fig: 77). Kamień zwierzchni NN jest wklęsły, spodni zaś MM wypukły, i wklęsłość od wypukłości powinna być większa: tak np. jeżeli średnica kamienia jest stóp sześć, wklęsłość wierzchniego kamienia powinna być cał jeden, a wypukłość spodniego dziewięć linii; kamienie więc na sobie położone; w środku na 21 linii, będą od siebie oddalone, ku brzegom zaś coraz to mniey, aż się zbiegną. Zboże pomiędzy kamienie wpada blisko do dwóch części promienia, albo do A. Tam się trzec czyli mléc zaczyna; bo tam odległość kamieni, ledwie trzeciý albo czwartý części grubości ziarna wyrównywa. Blisko A ziarno starte, tém na mnieysze cząstki odmienia się, czyli na delikatnieyszą mąkę, im bardziey ku brzegom B zbliża się. Ze zaś, iako wkrótce okażę, kamień zwierzchni może być od spodniego oddalony, albo do niego przybliżony;

przeto

przeto gdy miałko mleć potrzeba opuszczają go młynarze; przeciwnie, podnoszą zwierzchni kamień, gdy zboże na raz puszczaią albo śrótuią.

Kamienie obadwa, na wylot w samym środku są przekowane: zwierzchni dlatego, aby pomiędzy nie zboże sypało się z kosza; spodni zaś dlatego, aby wrzeczono przezeń przechodząc, zwierzchni obracało. Kamień zwierzchni ma paprzycę P (Fig: 78), iędy dziura D iest czworograniasta, w nią wkłada się wrzeczono W (Fig: 77) także czworograniaste, aby ją obracało. Przez paprzycę kamień zwierzchni wspiera się na samém wrzeczonie W, przeto od spodniego kamienia może być oddalany, albo do niego przybliżany. Ponieważ kamień zwierzchni wspiera się na wrzeczonie; przeto całym swoim ciężarem nie miele, lecz tylko jego częścią: iaka zaś iest owa część ciężaru kamienia do mielenia potrzebna, trudno wyrachować. Pewna iednak, że ciężar kamienia wiele przykłada się do mielenia: doświadczoło bowiem, iż ze dwóch kamieni; w równych czasach, równie prędko biegających, równie od spodniego oddalonych, ale odmiennego ciężaru; więcéy meł cięższy, a mniéy lżejszy. Tęgo przyczyna może być taka: pomiędzy kamienie coraz to więcéy zboża wpada, które kamień lżejszy bardziéy unosi, a mniéy ciężki; przeto cięższego skutek większy byđź powstaje. Ze zaś obadwa kamienie przynajmniej raz w miesiąc nakrzesują; zatem zwierzchniego coraz więcéy ubywa, stąd jego skutek coraz mniéjszy.

Co się tycze prędkości kamienia zwierzchniego, ta powinna być miarkowana tak, aby na jedną minutę 60 razy obrócił się: gdyby zaś znacznie prędzjy biegał, mąkęby przypalał.

Koła we młynie tak są ułożone. Na walcu CC (Fig: 79), są dwa koła: AB zewnątrz, EG wewnątrz młyna. Gdy koło AB poruszone jest od wody, EG także się obraca. Koło AB woda porusza, albo na nie spadając, albo pod nie płynąc. Jeżeli woda spadając na koło, obraca je (Fig: 80), takie zowie się skrzyńczone, dlatego, iż na czole ma skrzyńeczki H, I, K, w te woda wpadając ciężarem swoim i prędkością koło obraca. Gdy wody spadek bardzo mały, skrzyńeczki przeciwie idą, jak okazuje figura 81. Jeżeli zaś woda pod koło płynie, takie zowie się skrzydlate (Fig: 79), to ma na czole deski, albo łopatki RR, te woda pchając, koło obraca. Młyn, którego koło zewnętrzne jest skrzyńczone zowią korecznik, korczak: mający zaś koło skrzydlate zowie się watecznik.

O wszystkich kołach, to samo powiedzieć można, cośmy powiedzieli o kole na walcu (§. 27). Siła poruszająca, jest woda, odległość iey od podpory jest promień koła zewnętrznego; odległość ciężaru albo oporu, jest promień koła wewnętrznego. Ponieważ w kołach skrzyńczonych, woda zatrzymuje się w kilku skrzyńeczkach, i swoim ciężarem do obrotu dopomaga, w takich więc za odległość siły, biorą pospolicie część średnicy FW (Fig: 82), którą odcinają dwie prostopadłe, spuszczone od dwóch skrzyńeczek a, k,

z których w jedną woda wpada, z drugiey wypada. Im większa jest tedy średnica koła, tém większa jest odległość siły od podpory, to jest FW , więc i siła wody jest większa. Prawda, że gdy średnica koła jest wielka, spadek wody jest mały; a zatém i iéy prędkość jest także mała, podług tego cośmy powiedzieli o biegu przyspieszonym (§. 11): ale gdy koło większe, woda zatrzyma się w większey liczbie skrzyneczek, przeto chociaż się prędkość wody umniejsza, ale zato powiększa się iéy masa, która przez tę małą prędkość pomnożona wielką, siłą okaże (§. 5).

§. 69. Doświadczenie okazujące największą siłę koła skrzyńczastego i skrzydlastego.

Doświadczył *L'abbé Bossut*, że siła wody obracaiący koło skrzyńczaste, w tenczas jest największa; kiedy w jednéy minucie prędkość koła, gdy kamień obraca, tak się ma do prędkości onegoż, gdy samo biega, jak jeden do sześciu. Doświadczenie zaś téy proporcji było następujące. Kazał zrobić koło mające skrzyneczek 48, iego średnica stóp trzy, głębokość skrzyneczek calów trzy, długość calów pięć, średnica walca calów $2\frac{1}{2}$. W skrzyneczki, w jednéy minucie wpływało wody calów sześciennych 1194. Na walec wił się sznur, z którego wieszal różne ciężary, pilnie rachując, ile się razy koło w jednéy minucie obróciło. Gdy na sznurze żadnego nie było ciężaru, koło obróciło się w jednéy minucie 48 ra-

zy. Obciążał sznur różnemi ciężarami, i znalazł różną liczbę obrotów, to jest:

Funtów.		Obrotów.	
11 albo 12	- -	11	
13	- -	10	
14	15 - -	9	
16	17 - -	8	
18	- -	7	
19	- -	-	ledwie się

koło ruszało: a gdy 20 funtów zawiesił, koło stanęło. Obrót koła, znaczy prędkość siły: przeto mnożąc każdy ciężar przez liczbę obrotów, podług (§. 5) największy wieloczyn, pokaze największy skutek siły: ten zaś największy wieloczyn wypada z mnożenia 17 przez 8, który jest 136. Lecz $8 : 48 = 1 : 6$, a zatem koła skrzyńcałego siła największa jest w ten czas, kiedy jego prędkość, gdy kamień obraca, tak się ma do biegającego bez poruszenia kamienia, jak jeden do sześciu.

Doświadczył tenże *l'abbé Bossut*, iż koła skrzyńcałego największa jest prędkość, gdy ma łopatek 48, doświadczył zaś na kole mającym średnicy razem z łopatkami stóp trzy, cal jeden, łopatek długości cali pięć, szerokości cali cztery. Prędkość wody, pomienione koło poruszającej, była taka, iż 300 stóp mogła przebieść w 33 sekundach (§. 60): woda pod koło płynęła z wysokości cal 1, płynęła przez otwór, szerokości cali pięć. Koło mające różne liczby

skrzydeł, ile się razy w jednę minutę obracało z różnemi ciężarami, pokazują następujące kolumny.

Liczba skrzydeł.	Ciężar funtów.	Liczba obrotów w 1 minutę.
48	12	33
49	16	28
24	12	29
24	16	25
12	12	25
12	16	19.

Tu się pokazuje, że z wielkim ciężarem koło skrzydłaite naysprędzey biega mając łopatek 48, i jego skutek w ten czas jest nayswiększy: więc ich tyleż dawać mu potrzeba. Jeżeliby okrąg koła był mały; aby go nie osłabiać przez wstawianie łopatek, tych liczbę można wprawdzie zmniejszyć, ale i prędkość jego będzie oraz zmniejszona.

§. 70. Koła wewnętrzne, cewy, prędkość cew.

Młynów pływających koła zewnętrzne popolicie mają średnicę małą, łopatki długie i szerokie, jak okazuje figura 83, liczba łopatek zwyczajnie bywa 8. Można ich jednak więcej dawać, podług większey lub mniejszey prędkości rzeki. OczywiŃta bowiem, że prędzey woda płynąca, silniey koło porusza, więc to prędzey biega: doświadczone zaś, że koło, młyna pływającego, i

nayprędzey biegało i naywiększy skutek czyniło; gdy iego prędkość tak się miała do prędkości wody w rzece bieżący, jak dwa do pięciu. Mając tedy wiadomą średnicę koła, naprzód trzeba wyznaleźć prędkość wody podług (§. 60), powtórę liczbę łopatek tak miarkować, aby prędkość koła była do prędkości wody, jak 2 do 5.

Koło we młynie wewnętrzne EG (Fig: 84), inaczej zowią palczaste: dlatego, że kołki k, k, k , które młynarze palcami zowią, są w nie powbijane. Liczba palców różna się daje podług średnicy koła: bo jeżeli średnica koła jest stóp 8, wtedy koło palców mieć może 48. We Francyi długość palca za koło sterującego ma calów 4, szerokość calów trzy, grubość calów dwa. Palce bywają z drzewa suchego, twardego, iakie jest gruszkowe, grabowe. Koło ma palce, albo na boku, czyli według młynarzów na policzku, albo też na obwodzie, czyli na czole.

Cewy składa kółko małe (Fig: 85), mające palców dziewięć pod pion ustawionych, tych długość bydz może calów 18. Cewy są osadzone na drągu żelaznym, wrzecionem zwanym: iego część ZS utrzymująca cewy, jest czworograniasta; część zaś przez kamień spodni przechodząca, okrągła: długość wrzeciona zawisła od wysokości kamienia zwierzebniego, który się na niem wspiera. Aby wrzeciona można kamień unosić; stawiają je na belce AB, przechodzący przez dwa słupy CD, cd do znaczney wysokości wydłubane: poddając zatem pod belkę AB

kliny, albo je wymuiąc, kamień bywa podnoszony, albo opuszczany.

Jeżeliby koło wewnętrzne miało palców 48, cewy zaś palców dziewięć; ponieważ koło mniejsze tyle razy prędzcy biega, ile razy liczba jego palców zamyka się w liczbie palców koła większego (§. 36); zaczęć gdy koło palczaste raz wykręci się, cewy obróćą się razy $5\frac{1}{3}$: aby więc kamień w jednéj minucie obrocił się 60 razy, koło wielkie w tym samym czasie obroci się powinno razy $11\frac{1}{4}$, bo $5\frac{1}{3} : 1 = 60 : 11\frac{1}{4}$. Ale że niezawsze jest w mocy naszey dać tę prędkość kołu zewnętrznemu; zaczęć w tym razie koło palczaste, nie cewy, lecz inny wał porusza: do tego zaś używamy koła Ep (Fig: 86), mającego palce na czole, dajmy, że ich ma 84. Na innym walcu będące koło C, nakształt cewy, niech ma palców 24, drugie koło D, na tymże walcu co C, niech ma palców 54, cewy mn mają palców, iak przedtém 9. Jeżeli tedy koło EG w jednéj minucie obroci się pięć razy; więc w tymże samym czasie koła C i D wykręćą się razy dziesięć. Bo $24 : 48 = 5 : 10$. Cewy także w tym samym czasie obróćą się 60 razy. Bo $10 : 60 = 9 : 54$. To pomnożenie kół we młynach pływających, iako też w wiatrakach, bardzo jest użyteczne, ponieważ prędkość wody i wiatru ustawicznie się odmieniają.

Zamysłający o budowaniu młyna wodnego powinien mieć wzgląd na okoliczności następujące. *10d.* Jeżeli młyn na rzecie nie spławney ma być stawiany, potrzeba wodę ścisnąć i podnieść,

aby miała dobry spadek: oglądać się jednak należy, aby dla zbytniego ścisnienia pól nie zalewała, zaczęm wysokość gruntów i wzbieranie, potrzeba mieć wiadome. *are.* Trzeba wiedzieć obfitość wody, gdy jest najmniejsza, i tak ją miarkować, aby zawsze mły n chodził. *zcie.* Koła zewnętrzne i koryta, któremi do nich woda płynie, tak mają być zrobione, aby między kołem i korytém woda nadaremnie nie płynęła.

f. 71. Wiatraki.

W wiatrakach kamienie, cewy, koła palczaste także są, jakie we młynach wodnych. Ale koło zewnętrzne odmienne, bo tylko ma cztery skrzydła, albo cztery śmigły. Skrzydła bywają długie łokci dwanaście albo więcej: té na walcu BC (Fig: 87) są osadzone: z walcem czynią kąt 54 stopni. Doświadczono bowiem, że gdy skrzydła pod takim kątem do walca są nachylone, wiatr je najsilniey porusza. Na tymże walcu BC, jest koło palczaste obracające cewy, albo téż inny walec, tak jak się powiedziało o młynach wodnych.

Wiatraki są albo nasze Polskie, albo Holenderskie. W Polskich wiatrakach koło palczaste porusza cewy, i cała budowa na sosze ku wiatru się wykręca. W Holenderskich zaś (Fig: 88) koło palczaste M obraca pionowo stojący walec LN, za pomocą cewy L. Jego koło palczaste *q* chwytła cewy *p* i kamień biega. Łatwo zaś koło *q*, może razem poruszać dwie, trzy, cztery,

cewy; więc taki wiatrak może mieć dwa, trzy, lub cztery kamienie. W wiatrakach Holenderkich walec BC przez dach przechodzi, budowa jego jest okrągława. Na wierzchu jest koło drewniane, którego średnica takąż, jak wiatraka, na tem kole leży drugie teyże saméy średnicy, na niemi dach dają, przez który walec BC przechodzi. Walec do wiatru wykreciwszy, skrzydła naprzeciw nięgo stawiają. Różność między wiatrakami Polskim a Holenderkim jest. *1o*d. Nasz cały wykręca się ku wiatru, Holenderkiego zaś dach tylko. *2re*. w Hol-nderkich, zawsze kamień przedzém biega, dlatego, że ma więcéy kół. *3cie*. W naszych wiatrakach na fundament, albo według młynarzów, na stolec, potrzeba grubego drzewa dobierać; Holenderkie zaś, jako gruntuwnie stojące, z cieńszego drzewa bydź mogą: że zaś w nich dach tylko obraca się, przeto mogą bydź murowane, *4te*. W naszych, kamień jest wysoki; co jest niewygodnie do noszenia tam zboża; w Holenderkich zaś kamienie są nizko, a tylko walec LN wysoki, zaczęm w takich wiatrakach więcéy miejsca na skład zboża, aniżeli w naszych.

S. 72. Młyny bydlęce.

Młyny bydlęce te zowiemy, które albo konie, albo woły poruszają: dwojakim sposobem one kamień obracać mogą, to jest ciągiem, albo deptaniem. Według tego dwojakię ich położenia, walec z kołami dwojako bywa kładziony.

100. Jeżeli bydłeta maia ciągnąć ; walec *m* (Fig: 89) stoi do pionu , dyszel iego C długi na stóp 12. Koło palczaste A, może mieć palców 112, średnica iego stóp 16. Cewy B palców 7. Zaczem gdy koło A koń raz obróci, kamień 16 razy wykręci się, bo $7 : 112 = 1 : 16$. Ponieważ dyszel C ma długości stóp 12, więc koń za jednym obrotém przebieży stóp 72. Aże podług różnych doświadczeń, koń z proporcjonalnym ciężarem ubiega na godzinę stóp 12,000; więc koń w godzinie obrotów uczyni 166; bo $72 : 1 = 12,000 : 166\frac{2}{3}$. Kamień w tym samym czasie obróci się 2.656 razy, to podzieliwszy przez 60 minut, wieloraz $44\frac{4}{15}$ okazuje obrót kamienia w jednéj minucie. Ten młyn jest nayprościeyszy, jeżeliby zaś na jednego konia było za ciężko, można podobnyż dyszel daż na drugą stronę, dla zaprzężenia więcéy koni.

Młyn mielący przez deptania bydła, różni się od dopiéro wspomnionego, iż zamiast dyszla jest koło A (Fig: 90), średnicy stóp 16, albo więcéy. Jego walec KF do ziemi jest nachylony pod kątem 10 lub 12 stopni. Koło A może mieć palców 100, które chwytając cewy C, poruszają walec CD wraz z kołem palczastém D; jeżeli cewy C maia palców 10, koło D ma ich 36, a zaś koło L 16; więc, gdy koło A raz się obróci, kamień obróci się 60' razy. A zatem gdyby się koło A w jednéj minucie raz wykręciło, kamień uczyniłby 60 obrotów. Toż koło A (Fig: 91), może być pionowo ustawiane: na tém daie się podłoga z dziurą C, koń albo wół zadniemi no-

gamil wspiera się na kole, które dla iego ciężaru usuwa się, koń nogi pomyka i koło zawsze obraca. Jeżeli koło A ma promień tak wielki, iż w niem człowiek wygodnie pod walcem stanie, jeżeli oprócz tego obwód koła jest tak szeroki, że w nim dwóch, albo trzech ludzi koło siebie wygodnie stanie; ci w kole chodzą obracać je i mléć będą.

§. 73. Żarna.

Żarna są młyny. w których kamienie siła ludzka porusza. Naypiérwsze są te, które się u niektórych naszych wieśniaków znajdują: bo w nich kamień tak tylko prędko biega, iak prędko ręka się rusza. Kamień w takich żarnach człowiek tym sposobem obraca. W kamieniu AB (Figura 92), jest dołek D blisko brzoza wydrążony: w ten w kładają kiy CD, który już do siebie ciągnąc, już odpychając od siebie, kamień obracają. Proste są te żarna, ale bardzo mało mielą: bo kamień, aby ręką mógł być obracany, powinien być mały, a zatém lekki, ciężar zaś kamienia, wielce wpływa w prędkie mielenie, inkośmy wyżéy powiedzieli o kamieniach młyńskich.

Mogą zaś żarna tak być zrobione, że w godzinie wiele zboża zmielą. Oto jest ich wykład (Figura 93): D są kamienie, A, cewy, których średnica calów 12, palców sześć. Koła pałczatego B średnica calów 24, palców 12. Korby G długość od c do G calów 12. Na wrzecionie jest drag

GG, długi łokci trzy, inne także są *mn*, *mn*. Pomienione drągi mają znaczne ciężary na końcach, zaczęm raz rozkołysane ciągle obracają się, tak właśnie, jak kamyk na sznurku w koło zakręciwszy ciągle się obraca. Zamiast jedney korby, może być ich dwie *G* i *g*, do których przywiązawszy sznury, mogą dwóch ludzi pociągając one, mieć bardzo wygodnie. Nicby chwalebniejszego nie było, iako, gdyby dziedzice wiosek od rzek odległych, takie żarna dla poddaństwa budowali: bo każdy łatwoby sobie tyle zmeł, ile na obeyście potrzebuie.

§. 74. Tartak.

Tartak dzieli się na dwie części: pierwsza z nich należy do podnoszenia piły i rznięcia, druga do nadawania drzewa pile. Część należąca do podnoszenia piły złożona jest ze trzech części, które są: 1. *od*. Koło *Z* (Fig: 94). 2. *re*. Korba *R*. 3. *cie*. Lada *PQR* (Fig: 95) z ramą *pqr* i piłą. Część nadająca drzewa składa się ze czterech innych: z nich 1. *od* jest wózek *CBDE* (Fig: 94). Ze wózek drzewa nadaje, zatém iego szerokość tak ma być umiarkowana, aby przez ramę pilną *pqr* (Fig: 95) wolno przechodził. Wózek w jednym boku podłużnym ma palce *mno* (Fig: 94). 2. *re*. Grzebień żelazny *IK*. 3. *cie*. Cewy *C* na jednym walcu z grzebieniem. 4. *te*. Nadawka ÆGHF składa się ze dwóch drągów ÆG , i HF i z wałka *GH*, który na sforzniu *c* wolno chodzi. Drąga ÆG jeden koniec Æ w ramie piły;

drugi G w wałku GH jest utwierdzony. Długa FH koniec G wspiera się na grzebieniu, a zaś H jest wpuszczony w wałek GH. Aby się wózek CBE D nie usuwał, podperka M zatrzyma go.

Te części proporcjonalnie rozporządziwszy, tartak będzie zrobiony. Bo gdy woda, albo wiatr koło Z do połowy obróci; korba R ramę z piłą podniesie, więc drąga ÆG , koniec Æ pójdzie do góry, zaczem wałek GH, weźmie położenie gh : więc drąga FH koniec F pomknie grzebienia na jeden ząb: przeto cewy C także się wykręca, i wózek z drzewem na nim leżącym ku piłę przymkna. Gdy zaś koło Z drugą połową wykręci się; korba ramę z piłą na dół przycisnie, więc piła drzewo rżnąć będzie. Rama z piłą opadając, drąg ÆG na dół opuści, zaczem i drąg FH w tył się posunie po grzebieniu, czyli od g do h i t. d.

C Z E Ś Ć V.

S W I A T Ł O.

SWIATŁO jest to płyn nader subtelny, którego źródłem i ogniskiem jest słońce i gwiazdy, który dzielnością swoją ożywia całą naturę, którego bytność uwesela istoty żyjące, sprawując

im miły widok przyrodzenia, a którego nieprzytomność czyniłaby nas obojętnymi na poznanie piękności i porządku w układzie świata.

Natury światła, równie iak ciepłoczynu nie znamy. Widzieliśmy w Tomie I. §. 80, że te dwa płyny mają niektóre własności wspólne, a niektóre różniące je od siebie, i że mimo tego zdają się być jedną materią okazującą ich różność od rozmaitego iéy działania. Prześtaniemy tu tylko na poznaniu własności światła i skutków iego działania: na ten koniec uważać będziemy światło w trojakim względzie. 1o*d*: Gdy od ciał świecących do nas przychodzi. 2*re*. Gdy się od zwierciadeł odbija. 3*cie*. Gdy przez ciała przyzroczyste przechodzi: W pierwszym względzie uważać światło jest przedmiotem Optyki; w drugim, Katoptyki, w trzecim Dyoptryki.

R O Z D Z I A Ł I.

O P T Y K A.

S. 75. Jak światło dąży.

ZASADY, na których się wspieraią wiadomości o świetle, z następującego doświadczenia wyprowadzone być mogą. Zamknąwszy iaki pokój ze wszystkich stron tak, aby tylko światło wchodziło do niego przez małeńki otwór zrobiony

w okiennicy; natenczas, jeżeli dzień jest pogodny, obaczmy na ścianie w tym ciemnym pokoju, wszystko to, cokolwiek jest zewnątrz naprzeciw otworu zrobionego w okiennicy. Przedmioty nieruchome, jako np. drzewa i domy, wydawać się będą nieruchomemi, te które są w ruchu zewnątrz, jakoto ludzie i t. d. i na ścianie ruszać się będą: ale wszystkie przedmioty odmalują się na ścianie pokoju ciemnego w przewróconej postawie. Jeżeli jeszcze światło słoneczne bije na otwór okiennicy, postrzeżemy, iż dąży po linii prostéj, nie rozpraszając się na żadną stronę. Nakoniec obrazy przedmiotów zewnętrznych odmalowane na ścianie, tém mniejsze będą, im odleglejsze są przedmioty zewnątrz od otworu okiennicy. Zastanowiwszy się nad wypadkami z tego doświadczenia; następujące wnioski wyprowadzić możemy.

1o. Światło zawsze dąży po linii prostéj: promieniem światła, zowie się wszelkie światło zachowujące iednostajny kierunek swego ruchu.

2o. Jakikolwiek punkt przedmiotu oświeconego, może być widziany z tych wszystkich miejsc, od których bez przeszkody można poprowadzić linią prostą do tego punktu: ponieważ w przytoczonym doświadczeniu, obraz ruszającego się przedmiotu zewnątrz, zawsze można widzieć w ciemnym pokoju; byle tylko ten przedmiot był wprost otworu zrobionego w okiennicy.

3cie. Każdy punkt oświeconego przedmiotu rzuca promienie na wszystkie strony, bo go ze

wszystkich stron, jeżeli żadney nie masz przeszkody, widzieć można. Świeca *np.* paląca się postawiona na wyniesionem takim miejscu, na wszystkich stronach rzuca swe promienie, i jest właśnie środkiem kuli świecącej. Jeżeli zaś naprzeciw świeżącego przedmiotu postawimy jaką płaszczyznę natenczas punkt świecący będzie wierzchołkiem piramidy świetnej, która składać się będzie z promieni od tego punktu wychodzących, a której podstawą będzie płaszczyzna nie dopuszczająca dalszemu rozchodzeniu się promieni.

4*te.* Obraz powierzchni przedmiotu wydającego się na ścianie ciemnego pokoju, jest także podstawą świetnej piramidy, której wierzchołek jest w otworze okiennicy. Naprzykład stoi drzewo naprzeciw otworu okiennicy; od wszystkich jego punktów idą promienie do tego otworu; uważamy tylko promienie idące od wierzchołka drzewa i spodu: te robią naprzód piramidę świetną zewnątrz, której podstawą jest powierzchnia przedmiotu, a wierzchołek jest w otworze okiennicy: w ciemnym zaś pokoju druga zrobi się piramida świetna, której wierzchołek będzie także w otworze okiennicy, a podstawą na ścianie; te dwie piramidy wierzchołkami się stykają. Dlatego więc obraz tego drzewa wydawać się będzie na ścianie w przewróconej postawie, iż promienie od jego wierzchołka i spodu idące, krzyżują się w otworze okiennicy.

5*te.* Światło złożone jest z cząstek bardzo subtelných: ponieważ promienie wychodzące ze wszystkich punktów oświeconego przedmiotu,
 prze-

przechodzą łatwo przez otwór okiennicy nie przeszkadzając jedne drugim, ani się z sobą mieszaiąc.

Obaczmy teraz, jaka odmiana zachodzi w kierunku promieni przechodzących przez rozmaite środki. Naprzeciw otworu zrobionego w okiennicy ciemnego pokoju, trzymamy szkło płaskie z obu dwu stron: jeżeli promień wpada prostopadle na to szkło; przeszedłszy przez nie, pójdzie dalej tymże samym kierunkiem: jeżeli zaś trzymać będziemy tak szkło, aby na nie padał promień ukośnie; postrzeżemy, iż po przejściu przez szkło odmienia swój kierunek, to jest nie pada w to miejsce na ścianie, na jakie padał, gdy prostopadle uderzał na szkło: to pochodzi stąd, iż promień ze środka rzadszego, to jest z powietrza wpadając w środek gęstszy, to jest w szkło, łamie się, nachylając się ku prostopadłej poprowadzonej do powierzchni środka przez punkt wpadania. Łamanie się promieni tém znaczniejsze będzie, im gęstszy jest środek, przez który przechodzą: gdyby zaś promień ze środka gęstszego wpadał w rzadszy, np. z wody w powietrze, oddalałby się od prostopadłej. Jeżeli zaś naprzeciw otworu w okiennicy trzymać będziemy szkło z obu dwu stron wypukłe, promienie po złamaniu zniędą się w jeden punkt, i tém bliżej się zniędą, im szkło wypuklejsze będzie. Prawidła, podług których dzieje się łamanie promieni, wyłożemy w Dyoptryce; tu tylko namieniliśmy o tém, dla łatwiejszego tłumaczenia innych skutków od światła pochodzących.

f. 76. Światło prędko się rozchodzi.

Światło od słońca przychodzi do nas w czasie, to jest w przeciągu ośmiu minut i trzynastu sekund. Słońce podług obserwacji astronomicznych odległe jest od nas na 27,485,984 mil naszych, kładąc 25 mil Francuzkich na 20 naszych. Gdy jednak mimo tak wielkiéj odległości, światło przychodzi do nas w bardzo krótkim czasie, przeto jego prędkość jest bardzo wielka, bo przebiega na jedną sekundę mil naszych 55,752. Poznano zaś prędkość światła z zaciemnienia księżyców koło Jowisza będących. Te księżycy, iak okazemy w Astronomii, obiegają tak Jowisza, iak księżyc nasz obiega ziemię. Jowisz nie jest przezroczyty, przeto cień rzuca, w który, gdy jego księżycy wchodzi, tracą światło, co nazywamy zaciemnieniem. Obrót księżyców koło Jowisza jest iednostajny, długość zaś czasu, przez który zaciemnienia trwają, odmienia się podług różnego położenia Jowisza względem ziemi i słońca. Niech bowiem S (Fig: 96) znaczy słońce, EBKCD niech znaczy drogę, którą przebiega ziemia koło słońca. PFQ niech będzie część drogi, którą Jowisz przebiega. Xiężyc najbliźszy Jowisza niech będzie G, który obiega koło Jowisza drogę FHG. Jeżeli ziemia jest na B, i księżyc G chowa się za Jowisza; po upłynieniu godzin dwóch, minut 15, sekund 50, pokaże się na H. Ze zaś księżyc G obiega Jowisza w 42 godzin, 28 minut 36 sekund, więc po upłynieniu tego czasu od pierwszego na G chowania się, powtórnie się za nie-

go schowa. Przeciąg czasu, przez który księżyc za Jowiszem bawi, jest także prawie godzin dwie, minut 15, sekund 50. Gdyby ziemia zawsze się na B znajdowała, przeciąg czasu, przez który księżyc za Jowiszem bawi, byłby zawsze jednako-
wy. Lecz gdy ziemia przyydzie do C; księżyc G bawi się za Jowiszem godzin 2, minut 36. Tę odmiany nie inna jest przyczyna, tylko że światło w czasie do nas przychodząc, do przebieżenia większej odległości dłuższego czasu potrze-
bne: większa zaś jest odległość, gdy ziemia znaj-
duje się na C, a mniejsza, gdy na B. Więc gdy jesteśmy na B, prędkiej światło od księżycy Jowi-
szowego przychodząc, prędkiej nam go pokazu-
je; gdy zaś znajdujemy się na C, światło od księ-
życy później do oka naszego przychodzi, a za-
tém później go widzimy. Ze zaś przedłużenie
zaciemnienia księżycy Jowiszowego, od spóźnienia
światła pochodzi, rzecz jest pewna, bo obrót księ-
życy koło Jowisza zawsze jest godzin 42, minut
28, sekund 36, w któremkolwiek Jowisz wzglę-
dem ziemi znajduje się położeniu, o czém astro-
nomiczne doświadczenia przekonywają. Stąd już
oczywiście pokazuje się, iż w czasie do nas świa-
tło przychodzi. Na tym to fundamencie świa-
tła od słońca do nas przychodzącego znaleziono
prędkość minut 8 i sekund 13.

S. 77. Jak światło świeci?

Namienięm wyżej, iż światło z ciał świe-
cących rozchodzi się na wszystkie strony: stąd

wnieść można, że od słońca i innych ciał świecących idące promienie, coraz bardziey od siebie się oddalają. To rozchodzenie się promieni słonecznych następującem doświadczeniem objaśnimy. Do izby ciemney niech wnydzie promień słoneczny: przepuścimy go przez szkło wypukłe, taki promień na wszystkie strony będzie rozrzucony i gwiazdę $A B C$ (Fig: 97) uformuje. Ponieważ tedy światło rozrzuca swe promienie na wszystkie strony, które rozchodząc się coraz większe miejsca napełniają: a zatem kiedy też sama ilość światła większe miejsca napełnia, więc musi być jego natężenie słabsze. Można to okazać prostem doświadczeniem: stojąc blisko świecy, widzimy jasno, np. litery na książce; oddaliwszy się od świecy, litery ciemnieją, toż rozumieć trzeba o osłabieniu światła innych ciał świecących. Nie tylko zaś pewna, że światło oddalając się od ciał świecących słabieje, ale też, że się zmniejsza, jak kwadraty z odległości. Niech bowiem promień słoneczny przeszedłszy przez szkło wypukłe SZ (Fig: 98), padnie na kartę białą DE , od szkła na stopę jedną oddaloną; zrobi okrąg mały, ale jasny. Odsunawszy kartę na stóp dwie, to jest do AB , koło świetne będzie daleko większe, ale tyle razy mniey jasne, ile razy koło AB jest większe od koła DE . Wiadomo zaś z Geometrii Części I. Rozdziału XIII, że koło AB , tak się ma do koła ED , jak kwadraty z ich promieni. Powierzchnie tych kół są przecięciami ostrokągu świetnego CAB , a zatem mają się, jak kwadraty z ich odległości od wierzchołka C (Geom:

Elem: Część II. Rozdz: VIII. Twier: II.) A zatem natężenie światła słabieje w stosunku kwadratów z odległości.

§. 78. *Które promienie można brać za równoodległe?*

Lubo promienie od ciał świecących idące rozchodzą się, te jednak, które przychodzą od słońca, gwiazd i planet, można brać za równoodległe. Niech bowiem do izby ciemnej przez otwór D (Fig: 99) w okiennicy zrobiony wniwdzie promień słoneczny ABCE, zmierzyszy jego grubość w różnych częściach, znajdziemy ją też samą. Zaczem promień AB w całym przeciągu jest jednakowo oddalony od CE, toż rozumieć o innych promieniach *ab*, *ce*, tak względem siebie, jak względem promieni AB, CE. Tę prawdę w inny sposób tak okazać można. Niech linia KO (Fig: 100), wyraża wielkość oka, na które idące od słońca S promienie padają. Dajmy, że $KO : OS = 1 : 2,000,000$, w takim razie linie SO, KS można brać za równoodległe. Jakoż SO wzięwszy za promień, KO będzie styczną kąta S (*Geom: Elem: Rozdz: XII*). Podzieliwszy odległość SO na części równych 10,000,000, na które dzieli się promień w Trygonometrii: będzie zatem $OS : KO = \text{promień} : \text{styczną kąta S}$, czyli $2,000,000 : 1 = 10,000,000 : 50$. Naprzeciw styczną równą 50 częściom promienia, jest kąt, 1 sekundę czyniący. A zatem kąt OSK, czyni jedną sekundę: więc summa kątów

SKO, SOK czyni stopni 179, minut 59 i sekund 59. Aże jeden z tych kątów jest prósty, więc drugi czyni stopni 89, minut 59, i sekund 59. Można zatem kąty K; O, brać za proste, a tém samym linie SK, SO za równoodległe. Dajmy teraz, że oko jest w punkcie S, a ciało iakie oświecone KO. Tymże samym sposobem okazać można, że promienie od ciał oświeconych dalekich, przychodzące do naszego oka, można brać za równoodległe: tę odległość kładą blisko mili naszey. Można zatem promienie od ciał oświeconych na milę od nas odległych brać za równoodległe.

§. 79. Przyciąganie światła.

Światło od ciał jest przyciągane: okazuje to następujące doświadczenie. Niech będą dwie zasuwki stalowe ABEG, DHCF (Fig: 101) naprzeciw siebie tak osadzone, aby je ku sobie można przybliżać, lub oddalać. Te zasuwki na końcach AB, DH mając byź dobrze wyszlufowane, aby, gdy się zbiegają, światło pomiędzy nimi nie przechodziło. Pomienione zasuwki, osadziwszy w okiennicy, w której jest szpara czworograniasta, jeżeli je cokolwiek od siebie oddalimy, aby pomiędzy nimi przeszedł promień słoneczny; naprzeciw niego stojąc widzimy światło bardzo jasne; na zasuwkach zaś postrzegamy światło blade podobne owemu, które koło komet widzieć się daie. Jeżeli zasuwki bardzo ku sobie są zbliżone, w samym środku spostrzeczemy prze-

dział światła, którego połowa do zasuwki ABEG, druga zaś do zasuwki DHCF nakładania się. Przypatrując się światłu ku zasuwkom nachylnemu, widzimy, że jest podzielone na części różnych kolorów (Fig: 102). To zaś doświadczenie pokazuje, że światło od ciał jest przyciągane.

§. 80. Części oka.

Skutki pochodzące od zmysłu naszego widzenia, i sposób którym widzimy, jest najważniejszą materją Optyki. Dla łatwiejszego zatem tłumaczenia tych skutków, trzeba dobrze poznać części oka, za pomocą którego widzimy. Figura 103 wystawia oko wzdłuż na dwoje przezrnięte, aby jego błonki jaśniey rozoznane być mogły. Błonna FE ef F zamyka w sobie wszystkie części, z których się oko składa. Część téj błonki wypuklejsza F f jest przezroczysta, nazywa się *błonna rogowa* (*cornea*), druga zaś iéj część FE ef , jest biała twarda, nieprzezroczysta i zowie się *kościanna* (*sclerotica*). Druga błonna KHG ghk leży pod pierwszą, ma na przodzie otwór okrągły A, nazwany *zrenicą* (*pupilla*), którą otacza kółko pokazujące rozmaite kolory, i dlatego nazwane jest *tęczą* (*iris*). Zrenica osobno jest wystawiona na figurze 104: może się ona rozszerzyć za pomocą żyłek podłużnych A b, albo też skupić się przez ściśnięcie żyłek kolistych c, c, c. Trzecia błonna LLL znajduje się pod drugą, złożona jest z żyłek małych naksztalt siateczki, dlatego zowie się *błonna*

siatkową (retina). Za drugiey błonki częścią zwaną tęczą, jest materya zsiadła CnC nakształt galarety zwana *humorem kryształowym* (humor cristallinus). Ta materya z obudwu stron jest wypukła, może bydź do źrenicy przybliżana lub od niéy oddalana, przez żyłki do tęczy i retyny idące. Ponieważ humor kryształowy CnC czyni przedział wewnątrz oka, przeto Anatomici trzy przegrodki w oku rachują. Pierwszą kładą między błonką rogową Ff , i humorem kryształowym CnC , w téy przegrodce jest materya bardzo subtelna zwana wodnistą (humor aqueus). Drugą przegrodką oka czyni sam humor kryształowy CnC . Trzecia przegrodka oka zaczyna się od humoru kryształowego, a kończy się przy żyłce oka LN , w téy przegrodce jest materya pełniejsza od wodnistéy, lecz rzadsza od kryształowéy, nazywa się humorem szklanym (humor vitreus). Zabiera ona większą część oka, aniżeli dwie poprzedzające, iak figura ok. zuie.

Oko można wyftawić sobie iak izbę ciemną, do której otworem w okiennicy zgrabionym wchodzi promienie. Niech naprzeciw oka (Fig: 105), będzie przedmiot świetny lub oświecony A , od tego przedmiotu rozchodzą się promienie w różne strony r, r, r . Te które padają na błonkę rogową CC odpowiadającą źrenicy p , formują piramidę, czyli ostrokąg świetny CAC , którego wierzchołek A jest na samym przedmiocie, a podstawa CC opiera się na błonce rogowéy. Ponieważ widzimy przedmioty, dlatego, iż promienie od nich idące, czynią wrażenie na błonce

siatkowéy; gdyby zatem promienie AC, AC da-
 léy rozciągały podstawę świetnego ostrokręgu aż
 do błonki siatkowéy a , światła natężenie było-
 by słabe, a zatem nie iasno widzielibyśmy przed-
 mioty: dlatego to promienie w samém oku ro-
 bia drugi ostrokrąg świetny, stykający się pod-
 stawą z pierwszym: iakoż promienie AC, AC i
 środkujące pomiędzy nimi, przechodząc przez
 trzy humory rozmaitey gęstości, nachylają się
 iedne ku drugim, i zgromadziwszy się na błon-
 ce siatkowéy w punkcie a , czynią mocniejsze
 wrażenie, przezco przedmiot iasno widzimy. O-
 baczmy teraz iakimto dzieie się sposobem. Pro-
 mienie od przedmiotu wpadające w oko trzy ra-
 zy się łamią: naprzód idąc z powietrza w humor
 wodnisty: powtóre, z humoru wodnisteo prze-
 chodząc w kryształowy: potrzecie z kryształowe-
 go dostając się do szklanego. Dla łatwiejszego
 pojęcia, dajmy, że przedmiot A (Fig: 106)
 przesyła trzy tylko promienie do oka, to iest
 AB, AF, AL. Pokazaliśmy w paragrafie 75. *102*.
 Ze promień światła przechodzący prostopadle
 z jednego środka do drugiego, żadnemu złamaniu
 nie podlega, iakieykolwiek iest gęstości środek,
 do którego wchodzi. *2re*. Ze promień ukośnie
 padając ze środka rzadszego w gęstszy, łamie się,
 zbliżając się ku prostopadłej. *3cie*. Ze środka zaś
 gęstszego wchodząc ukośnie w rzadszy, oddala
 się od prostopadłej. Podług tych zasad, promień
 AB idąc prostopadle z powietrza we wszystkie
 humory oka, poydzie daley kierunkiem teyże sa-
 méy linii aż do punktu a , na błonce siatkowéy,

Ale promienie AF , AL , padając ukośnie z powietrza w humor wodnisty, który jest gęstszy od powietrza, powinny się złamać: jeden przeto nachylił się ku linii SF , drugi ku linii SL , które są prostopadłe, tak do powierzchni błonki rogowej FBL , iako też do humoru wodnisteo, który się w niéy zamyka, ponieważ te linie idą od punktu S środka wypukłości powierzchni błonki rogowej: dlategogo piérwszego złamania się, ieden promień doydzie do punktu K , drugi do I , przezco się zbliżą ku sobie. Dla podobneyże przyczyny te dwa promienie AFK , ALI , przechodząc ukośnie z humoru wodnisteo w kryształowy, który jest gęstszy, aniżeli wodny, powinny znowu się złamać i zbliżyć się ku sobie; ieden zatém nachylił się do linii PK , drugi zaś do linii PI , które to linie są prostopadłe do wypukłości KI humoru kryształowego $KINM$, bo te dwie linie wychodzą od punktu P , środka téy wypukłości: przez to drugie złamanie się doydzie ieden promień do punktu M , a drugi do N , czyli bardziey ku sobie się nachylą. Nakoniec dwa promienie $AFKM$, $ALIN$ przechodząc ukośnie z humoru kryształowego w śklanny, który jest rzadszy, powinny się złamać oddalając się od prostopadłéy: ieden zatém oddalił się od linii OM , a drugi od linii ON , które to linie są prostopadłe, tak do wypukłości MN humoru kryształowego, iako też do wklęsłości MN humoru wodnisteo, ponieważ idą od punktu O środka téy wypukłości i wklęsłości, lecz przez to trzecie złamanie się, promienie oddaliwszy się od

prostopadłych, zniyda się daley, to jest na błon-
ce siatkowey w punkcie *a*. Zrobią się tedy dwa
przeciwnne ostrokregi świetne stykające się podsta-
wami: jeden zewnątrz oka *AFL*, drugi we-
wnątrz oka *FaL*: ós ostrokregu *AB*, zowie się
osią widzenia.

§. 81. Cień.

Promienie mogą padać na takie ciała, które
ich przez siebie nie przepuszczają; zaczęm miey-
sce w tyle ciała nieprz zroczystego, nie będzie
oświetlone, ten brak światła nazywamy cieniem.
Cień rzucony od ciała nieprzezroczystego, tēm
jest grubszy, im większe jest światło ciała świe-
cącego: bo wielkie światło czyniąc mocne wra-
żenie w oczach, niedostatek jego, czyli cień, bar-
dzięy się uczuć daie. Niech będzie *AB* (Figura
107) słońce. *ED* przedmiot stojący na płasczy-
źnie *DI*. Poprowadźmy promienie *BF*, *CG*, *AH*.
Oczywista jest rzecz, że człowiek idący od *I* do
H widzi całe słońce. Przyszedłszy do punktu *H*,
przestaie widzieć część słońca *A*, i tēm mniej
go obaczy, im bardzięy się zbliży do punktu *G*.
Na punkcie *G* połowę tylko słońca widzieć bę-
dzie. Na punkcie *F* całkiem mu z oczu zniknie, i
wchodzi w miejsce *FD*, które jest prawdziwym
cieniem (umbra) miejsce zaś *FEH* nazywa się
przycień (penumbra). Skąd wypada: *rod.* że
człowiek tēm mniejszego światła doznaie, im
bardzięy się zbliża do prawdziwego cienia: stąd
przycień *HF* w tēm miejscu mniej ma światła,
które jest bliższe prawdziwego cienia zaczynają-

go się w punkcie F. *arc.* W Trójkącie FEH bok FH mierzący wielkość przycienia, powiększa się razem z kątem FEH, naprzeciw niego leżącym, który jest także miarą średnicy ciała świecącego AB: równie powiększy się przycień, im przedmiot ED będzie wyższy: nakoniec, im ukośniej padają promienie EH, EF. Przeto im dłuższy cień rzuca ciało nieprzeźroczyste, tém trudniéj wielkości jego oznaczyć, dlatego, że większy robi się przycień. Ze zaś miarą wielkości przycienia jest średnica AB ciała świecącego, więc aby żadnego przycienia nie było, ciało świecące powinno być punktem.

Dwoiaki jest cień: profty i przewrócony. Cień profty jest ten, który rzuca ciało na płaszczyznę poziomą, do której jest prostopadłe. Niech będzie EB (Fig: 108) płaszczyzna pozioma, GF ciało, do niej prostopadłe; DB promień słoneczny przechodzący przez jego wierzchołek G, miejsce FB będzie cieniem proftym tego ciała. Trzeba pokazać, że cień profty tak się ma do ciała, które go rzuca, jak dostawa kąta wysokości światła do jego wstawy. Promieniem AB nakreśliwszy część koła, linia DE będzie wstawą kąta DBE, który się powiększa lub zmniejsza podług większój lub mniejszój wysokości słońca D; a zatem kąt DBE jest kątem wysokości światła. Dwa trójkąty GBF, DBE są podobne, a zatem $FB : GF = EB : DE = DH : DE$. Linia DE jest wstawą kąta wysokości światła, linia zaś EB lub DH jest jego dostawą. A zatem wielkość cienia prostego, tak się ma do

wielkości przedmiotu, który go rzuca, jak dostawa kąta wysokości światła do jego wstawy. Stąd wypada, że gdy wstawy kąta wysokości światła równa jest jego dostawie, co się w ten czas zdarza, gdy słońce wyniesione jest na 45 stopni nad horyzont, wtedy długość cienia prostego równa się wysokości przedmiotu, który go rzuca. Jeżeli zaś wstawy kąta wysokości światła mniejsza jest od jego dostawy, wtenczas cienia prostego długość będzie większa, aniżeli wysokość przedmiotu, który go rzuca, i ta długość cienia prostego tém będzie większa, im mniejsza będzie wstawy kąta wysokości światła. Dlatego przy wschodzie lub zachodzie słońca najdłuższy cień przedmioty rzucają, a o południu najkrótszy.

Cień przewrócony jest ten, który przedmiot poziomy rzuca na płaszczyznę pionową. Niech będzie AB (Fig: 109) płaszczyzna pionowa, EC przedmiot do niej prostopadły, SE promień słoneczny przechodzący przez wierzchołek tego przedmiotu; CT jest cień przewrócony, który sprawił przedmiot CE . Taki cień rzuca sztyft utkwiony prostopadle do ściany domu. Dla podobieństwa dwóch trójkątów SEC , CET ; $CT : CE = SC : CE$ lub SE , to jest cień przewrócony tak się ma do ciała, które go rzuca, jak wstawy kąta wysokości światła do jego dostawy.

Jeżeli ciało świecące jest nakształt kuli równie iako i ciało ciemne, od niego oświecone, natenczas, podług różney wielkości ciała świecącego, większa lub mniejsza część ciała ciemnego oświecona zostanie. Niech będzie kula świe-

cząca B (Fig: 110), która oświeca kulę ciemną C większą od niej. Oczywiście jest rzecz, że część oświecona kuli ciemnej C, wyznaczy się przez ostatnie promienie idące od kuli świecącej B, to jest przez styczne LP, KO. Podobnież ostatnie promienie kuli B, które mogą oświecać kulę C, są też same styczne LP, KO. Skąd wypada, że te styczne LP, KO wyznaczają i ostatnie punkta oświecające L, K, i ostatnie punkta oświecone P, O. Do linii prostej BC idącej przez środki tych kul, poprowadźmy prostopadle średnice HI, MN, podzielą one na dwie równe części obwo-
dy kul B, C. Poprowadźmy od środków kul, to jest od B, i C prostopadle do stycznych BL, BK, CP, CO, wyznaczą one punkta, w których styczne kul się dotykają. Stąd, łuk LRK, większy od półkola, wystawiać będzie część oświecającą: łuk zaś PSO mniejszy od półkola, wystawiać będzie część oświeconą. Jeżeli przeciwnie C jest kulą świecąca, a zaś B jest kulą ciemną; tedy łuk PSO wystawiać będzie część oświecającą, a łuk LRK część oświeconą. Nakoniec gdyby obie kule były sobie równe; wtedy styczne LP, KO byłyby od siebie równoodledle, przechodziłyby przez końce średnic HI, MN, a zatem część oświecająca byłaby półkolem; równie iak i część kuli oświecona.

Stąd wypada: *rod.* że dla podobieństwa trójkątów prostokątnych LBH, PMC, i, KBI, OCN, łuki LH, PM, KI, ON równą liczbę stopni zawierają. A zatem łuk kuli oświecającej

LRK i oświeconey PSO, czynią razem trzysta sześćdziesiąt stopni.

2re. Dla podobnéyże przyczyny łuk kuli nieoświeconey PMNO, tyle ma w sobie stopni, ile łuk LRK, części kuli świetney oświecający: i znowu łuk części oświeconey PSO, tyle ma w sobie stopni, ile łuk części nieoświecający LK.

3cie. Dla podobieństwa trójkątów BAL, BLH (Geom: Elem: Rozdz: VIII. Przybrane podanie) i trójkątów ABK, BKI, jest kąt BAL równy kątowi LBH, i kąt BAK, równy kątowi KBI; a zatem kąt LAK, równy summie kątów LBH, KBI: czyli kąt LAK równy jest summie łuków LH, KI, które są miarami tamtych kątów. Jeżeli tedy kula C jest świecąca, a zaś B oświecona; więc kąt LAK mierzy nadmiar części oświeconey LRK, od nieoświeconey LK, albo mierzy różnicę między częścią oświecającą PSO, i oświeconą LRK.

4te. Jeżeli te dwie kule są równe, tedy kula świecąca, oświeca połowę kuli ciemney w jakiegokolwiek są od siebie odległości. Lecz kula świecąca jeżeli jest większa od kuli, którą oświeca; tém większą iéy część oświeci, im bliżéy iéy będzie, i przeciwnie. Bo im bliżéy siebie są takie dwie kule, tém większy jest kąt LAK, a zatem część kuli ciemney oświecona LRK, większa będzie, aniżeli część nieoświecona LK. Jeżeli zaś te kule oddalają się od siebie, wtedy kąt LAK pomniejsza się.

5te. Jeżeli ciało ciemne równe jest świecącemu, figura cienia będzie walec nieskończony.

Niech bowiem ciała S, B (Fig: 111), będą równe; promienie ostatnie PM, pm będą równoodległe od linii SB , idący przez środki tych dwu ciał, więc ciało B rzuci cień figury walca nieskończonego.

6te. Jeżeli ciało świecące C (Fig: 110) będzie większe od ciała ciemnego B , figura cienia będzie ostrokąt skończony, którego podstawą będzie ciało ciemne, wierzchołkiem zaś, punkt, w który się promienie koło ciała ciemnego przechodzące zbiegają. Bo w téj okoliczności promienie AQ, AV mniej od siebie są oddalone na punktach L, K , bardziej zaś na punktach M, N , więc w punktach L, K nachylały się ku sobie, aże prosto idą, więc zbiedz się muszą w punkcie A .

7me. Nakoniec gdy ciało świecące mniejsze jest od ciemnego, cień od niego rzucony będzie coraz obszerniejszy. W téj bowiem okoliczności promienie SP, sp (Fig: 112), bardziej będą oddalone w punktach P, p ciała ciemnego, aniżeli w punktach S, s ciała świecącego, bardziej będą się od siebie oddalały, przezco zrobi się cień coraz obszerniejszy, podobny do ostrokręgu ściętego nieskończonego. Dla téyto przy czyny stojąc naprzeciw świecy, bardzo wielki cień za siebie rzucamy. Stąd także pochodzi, że chmury, słońce, większe od ziemi 1,400,000 razy, nam zakrywają, i cień na znaczną część ziemi rzucają: bo słońce dla wielkiej od ziemi odległości małe się bydz здаје, chmury zaś nad nami wiszące wielkie, przeto promienie po brzegach

gach chmur przechodząc, coraz to bardziej od siebie oddalają się, i cień bardzo obszerny czynią.

8me. Łatwo także można wyznaczyć oś AB (Fig: 110) ostrokągu, który cień formuje, mając wiadome promienie kul BK, OC, i odległość od siebie środków kul BC. Poprowadźmy KD równoległą od BC. Czworokąt BCDK, jest równoległobokiem. A zatem $KD = BC$, i $KB = DC$. Trójkąty OKD, OAC, są podobne; a zatem

$$OD : OC = DK : CA :$$

czyli $OC - DC$ lub $KB : OC = CB : CA$; a zatem odiawszy CB od CA będzie szukana oś ostrokągu BHA. Niech będzie B (Fig: 110) ziemia, C słońce, niech $BK = 1$, $CO = 80,5$. A zaś $BC = 17189$, będzie $BA = 216$, to jest oś ostrokągu AB czyni 216 promieni kuli ziemi. Położywszy promień ziemi równy 1500 mil; będzie $BA = 216 \times 1500 = 324000$ mil.

§. 82. Pozorna wielkość przedmiotów.

Promienie wychodzące od końców jakiego przedmiotu i przecinające się w źrenicy oka, czynią kąt, który się zowie optyczny, czyli kąt widzenia. Niech będzie przedmiot AB (Fig: 113) na przeciwko oka: promienie od końców jego idące AE, BE przecinając się w źrenicy oka w punkcie E, czynią kąt optyczny czyli kąt widzenia AEB. W znacznych odległościach sądzimy o wielkości przedmiotu z wielkości kąta optycznego. Bo im bliżej jest przedmiot AB oka, tym większy jest kąt optyczny AEB, a zatem większy także kąt

bEa, więc i przedmiot na błonce siatkowéj w oku większy się odmaluje. Jeżeli zaś przedmiot w większój będzie od oka odległości, promienie od końców jego idące przecinając się w źrenicy, zrobią mniejszy kąt optyczny, a zatem mniejszy obraz przedmiotu odmaluje się na błonce siatkowéj.

Jnaczej zaś sądzimy o wielkości przedmiotów w małych bardzo odległościach; ciało jakie o cztery kroki od nas oddalone, tak wielkie nam się bydz̄ zdaie, jak w odległości ośmiu kroków: wszelako w tych dwu położeniach ciała względem oka, kąty optyczne mają się do siebie, jak 2 : 1. Ze więc dokładnie sądzimy o wielkości przedmiotu w małych odległościach, pochodzi to od wprawy, czyli od nałogu rozeznawania prawdziwéj wielkości. Dlategoto człowiek stojący o czterdzięci kroków od nas, nie będzie się zdawał mniejszym: przeciwnie stojący człowiek na wieży takieyże wysokości, zdawać się nam będzie patrzącym na niego z dołu daleko mniejszym: to stąd pochodzić może, iż nieprzyzwyczajeni jesteśmy sądzić o wielkości przedmiotów w takim położeniu. Ponieważ ciała w większój odległości wydaia się nam bydz̄ mniejsze, a w odległości mniejszój, większe; przeto trafić się może, iż ciało wielkie znacznie oddalone osądziemy, że jest mniejsze; że części jego równe nie będą się nam zdawały równymi: te które są odleglejsze, mniejszemi się wydadzą; a zaś bliższe, większemi: może się nawet zdarzyć, iż ze dwóch części jakiego przedmiotu oddalone-

go, mniejsza wydawać się będzie większą, a zaś większa, mniejszą, jeżeli pierwsza bliżej jest oka naszego, a druga dalej. Co się tu mówi o przedmiotach, toż rozumieć trzeba o ich odległościach względem siebie. Jeżeli np. kilka par drzew AB, CD, EF, (Fig: 114) stoi w liniach równoodległych, jak pospolicie szpalery po ogrodach bywają sadzone; z tych najbliższe oka O, to jest EF najbardziej od siebie oddalone być będziemy, mniej zaś oddalone zdają się być drzewa CD, a najmniej AB: bo kąt optyczny EOF jest największy, a zaś AOB najmniejszy. Dlatego, wchodząc do ogrodu wielkiego, zdaje się nam, iż ostatnie drzewa w szpalerach schodzą się: dlatego kanałów długich koniec przeciw nam będący zdaje się być węższy: dlatego w salach albo w ogrodach długich, gdy na jednym końcu stoimy, zdaje się nam, iż na drugim końcu podłoga jest podniesiona, a sufit na dół opuszczony.

§. 83. Pozorna figura przedmiotów.

Pozorna figura jakiego przedmiotu zależy od położenia jego punktów, które mogą przesłać promienie do oka naszego. Stąd wypada: *1o* że linia prosta wydawać się nam będzie punktem, jeżeli będzie prostopadłą do źrenicy oka, bo tylko ostatni punkt téj linii przesyła promienie do oka. *2o* Płaszczyzna może się wydawać linią, jeżeli krawędź iéy przeciw oczom jest wystawiona. *3o* Bryła wydawać się będzie płaszczy-

zną, jeżeli jedną ze swoich płaszczyzn przed oczy stawi.

Linia prosta lub krzywa, znaczney długości i bardzo od nas oddalona, zdawać się będzie łukiem koła, w którego środka my stoimy: bo nasz wzrok jest ograniczony, przeto wszystkie punkta téy linii zdają się nam bydź w jednakowey od oka odległości, to jest linia zdaje się nam bydź łukiem. Stąd pochodzi: *1. od.* że człowiek znajdujący się na rozlegléy płaszczyźnie zakończoney nieregularnie, zdaje się zostawać we środka koła, i mniema, że przedmioty wszystkie chociaż nie jednakowo odległe od oka, zdają się bydź na obwodzie tego koła. *2. re.* Ograniczony wzrok nasz przyczyną jest także, iż niebo zdaje się bydź kulą wklęsłą, i wszystkie ciała niebieskie zdają się mieścić na iéy obwodzie. *3. cie.* Wielkie miasta i lasy wydają się okrągłe, patrząc na nie zdaleka. *4. te.* Kula bardzo odległa, jakoto słońce i księżyc, zdaje się bydź powierzchnią płaską i okrągłą. *5. te.* Wieża kwadr towa w znaczney odległości wydaje się okrągłą.

Wielokąt foremny powinien się wydawać foremnym, jeżeli w jego środka stoimy: bo takiego wielokąta wszystkie boki i kąty są równe: aże stoimy w jego środka, więc wszystkie boki i kąty są jednakowo odległe od oka: a zatem boki wielokąta wydawać się powinny równe i w iednymże położeniu. Jeżeli zaś nie stoimy we środka wielokąta, ale na przykład za wielokątem; natenczas jego boki nie są jednakowo odległe od oka: a zatem chociaż jego boki są równe; wi-

dziane jednak pod kątami nierownemi, zdawać się będą nierówne: dlatego wielokąt foremny zdawać się będzie podługowaty, koło podobne będzie do figury eliptyczney.

§. 84. Pozorna ciemność przedmiotów.

Przedmioty stojące przed oczyma naszymi, zdają się być tém ciemniejsze i niewyraźniejsze, im bardziéy od oka są oddalone: okazują się zaś w kolorach żywszych i wyraźniejszych, kiedy są bliższe. Dla wytłumaczenia tego skutku, trzeba uważać, że wyraźne widzenie i żywość kolorów, zależą od natężenia światła, i że za powiększeniem odległości przedmiotu, światło od niego rozchodzące się słabieje, tak dlatego że się rozchodzi, iako też dla środkującego powietrza, w którym wiele jego promieni ginie. Stądto pochodzi, iż przedmioty podwyższone, np. stojące na wierzchołku iakiéy góry, wyraźniéy widzimy, bo powietrze tém jest rzadsze i wolniejszy od rozmaitych wyziewów, im jest odleglejsze od powierzchni ziemi.

Przedmioty wydające się ciemne i niewyraźne poczytuemy za odleglejsze, aniżeli są w rzeczy saméy. To pochodzi stąd, iż przyzwyczajwszy się widzieć niewyraźnie przedmioty odległe; dlatego sądzimy, iż przedmioty ciemne i niewyraźne, są bardzo dalekie. Jeżeli przedmiot wiadomey wielkości, np. drzewo, staie się ciemniejszym, sądzimy zaraz, że jest znacznie od nas oddalony: że ten przedmiot nie odmienił swéy od-

ległości od oka, czyli nie zmniejszył się kąt optyczny, stąd mniemamy, że przedmiot powiększony został.

Stąd tłumaczyć można: *1o* dlaczego niebo zda się opierać na horyzoncie; albowiem światło ciał niebieskich, będąc tém słabsze, im są one bliższe horyzontu, dlatego wydają się nam być tém odleglejsze, im mniej są wyniesione nad horyzont: a tak średnica kuli niebieskiej prostopadła zdawać się będzie krótsza, a zaś średnica pozioma wyda się dłuższą; przeto wklęsłość nieba wyda się oczom wsparta na horyzoncie. *2o*. Słońce większe się wydać po wschodzie lub przy zachodzie, aniżeli w południe, kiedy jest wyniesione nad horyzont: bo słońce zaraz po wschodzie, lub przy zachodzie słabo świeci, w południe zaś natężonym blaskiem iaśnieje, dlatego w pierwszym razie sądzimy, iż jest odleglejsze: że zaś odległości nie odmieniło, czyli będąc przy wschodzie lub zachodzie iednakowo jest nas odległe, iak i w południe: stąd mniemamy, że przy wschodzie lub zachodzie jest większe, aniżeli w południe. *3o*. Przedmioty w nocą zdają być większe i odleglejsze, aniżeli są w rzeczy samej.

Przedmioty zdają się być tém większe i odleglejsze, im większą widzimy liczbę środkujących przedmiotów, i większą rozległość ziemi między okiem i temi przedmiotami. Albowiem ta wielka liczba środkujących przedmiotów sprawia w nas wyobrażenie wielkiej odległości: a zatem mniemamy, że te przedmioty są większe. Stąd pochodzi: *1o*. że horyzont z niebem schodzić

się zdają. *2re.* że, kiedy nie postrzegamy na iakię płaszczyźnie wzgórka wydatnego; przedmioty, które są za nim, zdają się być bliższe nas, i dopiero postrzegamy, że są za wzgórkim, kiedy się do niego przybliżemy. *3cie.* że wieczorem przedmioty wyniesione nad ziemię, zdają się być bardzo wielkie i oddalone; ponieważ w nocy nie możemy sądzić o ich odległości przez stosowanie się do ziemi; i dlatego mniemamy, że te przedmioty są na nię, a zatem, że są bardzo wielkie i odległe.

§. 85. Pozorna liczba przedmiotów.

W błonce siatkowey każdego oka maluje się obraz przedmiotu. Skąd wypada, że obrazy są zawsze podwoyne, chociaż nazywają się przedmioty wydaia się nam być pojedyncze. To się zdarza wtenczas, gdy patrząc obiema oczyma na iaki przedmiot, promienie od nich idące, są równoodległe: *bb* wtedy żyłki oczów są iednakowo wyprężone, i odbierają dwa iednakowe wrażenia od przedmiotu; więc dla podobieństwa tych dwóch wrażień nie mogą ich rozeznać, iedno tylko mamy uczucie, i ieden przedmiot widzimy. Jeżeli zaś patrzymy na przedmiot dwiema oczyma, które nierównoodległo promienie odsyłają, wtedy nam przedmiot dwoistym się okaże. Bo natenczas oczy nasze od iednegoż przedmiotu dwa wrażenia nieiednakowe odbierają, więc mając dwa uczucia, sądziemy, że jest przedmiot dwoisty. Stąd pochodzi, iż przedmiot bardzo blizki oczów

wydaie się dwoisty. Zwracając oczy w przeciwnie strony, przedmioty zdawać się będą podwoyne. Piłanemu zawsze się dwoją przedmioty, równie iak uniesionemu gwałtowną iaką namiętnością,

f. 86. Pozorny ruch przedmiotów.

Nie zawsze jest przedmiot w tém miejscu, w którym go bydz rozumiemy, i patrzący, częstokroć mniema, że jest w inném miejscu, a nizeli jest to, w którym w rzeczy saméy się znajduje.

Nie możemy sądzić dokładnie o prędkości bieżącego ciała, jeżeli *toż* nie wiemy iaka jest odległość między nami i tém ciałem. *are* jeżeli położenie drogi, którą ciało przebiega, jest względem nas ukośne. Daymy, że dwóch ludzi stoi nie w jednakowych od nas odległościach, ieden *np.* w miejscu I (Fig: 115), a drugi w miejscu L. Niech piérwszy człowiek przebywa drogę IK we dwóch sekundach, a drugi w tym samym czasie niech przebiega drogę LM; Oczywiście jest rzecz, iż człowiek z miejsca L większą prędkością bieżać powinien, aby w jednymże czasie większą drogę przebył, a nizeli człowiek z miejsca I bieżący: iednakże oku patrzącemu z punktu E zdawać się będzie, że tamci dwaj ludzie iednakową bieżną prędkością: to jest, gdy człowiek I poftąpi do punktu n, człowiek L będzie na punkcie N, kiedy I dóydzie do o, człowiek L będzie na O. i t. d. zdawać się będzie oku, iż obadwa są zawsze naprzeciw siebie, a

zatem, że bieżą jednakową prędkością, jeżeli nie wiemy, jakie są odległości tych dwu ludzi bieżących, od oka naszego. Nie rozeznamy także prędkości bieżących dwóch ciał, jeżeli jednego położenie drogi przebieżonéj względem nas jest ukośne, a drugiego równoodległe. Niech dwie osoby postępują jednakową prędkością z punktu I, jedna dąży do M, a druga do K; zdawać się nam będzie, iż te dwie osoby nierówną idą prędkością.

Nie widzimy ruchu ciała, jeżeli to postępując czyni kąt optyczny bardzo mały *np.* od 15 do 20 sekund. Y tak ciał niebieskich ruchu nie rozeznaliśmy, chociaż niektóre z nich przebiegają na jedną sekundę takie drogi, które w oczach naszych czynią kąt optyczny o 15 sekundach. Stąd pochodzi, że nie postrzegamy na zegarku ruchu indexu minutowego i godzinnego. Znowu zaś przedmiot bardzo prędko bieżący, stać się niewidzialny: bo nie mamy tyle czasu, abyśmy uważali każdy punkt drogi, którą przebiega.

Jeżeli ciało przebiega linią krzywą, i oś widzenia przypada na tę płaszczyznę, natenczas nie rozeznaliśmy linii krzywéj. Niech świeca paląca się będzie na obwodzie koła TVXR (Fig: 116) w punkcie T: niech oś widzenia IRV przypada na płaszczyznę tego koła. Dajmy, że świeca obiega koło TVXR. Gdy z punktu T przebieży do V, zdawać się będzie oku w punkcie I będącemu, że świeca przebiegła z punktu T do C: gdy z punktu V przebieży do X, zdawać się będzie oku, że pobiegła z punktu C do X; gdy od

punktu X przebieży łuk XR, zdawać się będzie oku, że od punktu X do C powróciła i t. d. To stąd pochodzi, iż świeca w każdym punkcie swéj drogi będąc równie iasną; здаie się bydź zawsze w jednakowéy odległości od oka. Dla téyto przyczyny więzyce Jowisza, chociaż w rzeczy saméy obracają się koło tego planety, здаią się odprawić swóy bieg na przemiany z lewéy strony ku prawéy, i znowu z prawéy ku lewéy.

Jeżeli oko iest w ruchu, a przedmiot spoczywa, omamienia optyczne są takie same, iak kiedy oko iest w spoczynku, a przedmiot w ruchu. Albowiem omylnóść widzenia pochodząca od ruchu przedmiotu, pochodzi od ruchu obrazu, który się maluje na błonie siatkowéy w oku: ruch zaś tego obrazu iedenże iest, czyli oko spoczywa, a przedmiot bieży, czyli też przedmiot spoczywa, a oko odmienia swe położenie. Dlatego człowiek płynący na statku nie czuje swego biegu, tylko się mu здаie, że przedmioty nieruchome na brzegu rzeki usuwają się w przeciwną stronę. Dla teyże przyczyny wszystkie ciała niebieskie здаią się obiegać ziemię we dwudziestu czterech godzinach od wschodu na zachód.

R O Z D Z I A Ł II.

K A T O P T R Y K A .

§. 87. Robota zwierciadeł.

POWIERZCHNIA ciała iakiego tak wypolerowana, iż regularnie światło odbija, nazywa się zwierciadłem. Dwojakie są zwierciadła, szklanne i metalowe. Szklanne zwierciadła robią następującym sposobem. Biorą dwie tafle grube, z tych jedną na drugiey położywszy, rzucają pomiędzy nie mokry piasek, naprzód gruby, a potem coraz mniejszy. Tafle jedne po drugiey póty wożą, póki się gładkiami nie pokażą: wygładziwszy pierwsze wierzchy, drugie podobnież gładzą. Wierzchy tak wygładzone, mają jednak wiele rések, przez co są nieprzeźroczyfte; więc aby je lepięy wygładzić, używają do tego, albo cyny przepaloney, albo ziemi trypolitańskiej najmiejszey: do blachy iakiey dobrze wypolerowanej przykleją skórę na zamsz wyprawną, albo kuczbay, posypawszy je proszkiem cyny przepaloney, lub ziemią trypolitańską, tafle szklaną póty po nię wożą, póki ię wierzch doskonale skłnic się nie będzie: podobnież gładzą drugi wierzch tafli szklanej. Przez tafle z obudwu stron wypolerowaną patrząc, jeżeli przedmioty tak rozeznają, iak bez nię, biorą ją za doskonale wypolerowaną. Łą-

czą potem z nią żywe srebro w tén sposób: biorą blaszkę cieką cynową téj wielkości, co tafla: blaszkę kładą na papierze, leją na nią merkuryusz, który, mając wielką atrakcyą do cyny, zoftanie na niéy; położywszy na blaszce cynowéy z merkuryuszem, taflę szklaną wypolerowaną, i przycisnąwszy ją proporcjonalnemi ciężarami, część merkuryuszu z pod niéy wypłygnie, a reszta do powierzchni szkła przylgnie.

Na zwierciadła metalowe robią kompozycyą z miedzi, cyny i arszeniku: proporcycą części w kompozycyą wchodzących taką zachowują: jeżeli miedzi będzie łótów 40, cyny dodają łótów 18, arszeniku 16. Arszenik dlatego mieszaia, iż od niego miedz bieleie, bardziey się rozpuszcza, i z cyną doskonaley się łączy. Kompozycyą tę leją w formy, które, jeżeli są płaskie, zwierciadła metalowe takież będą. Do szlufowania metalowych zwierciadeł używają piasku ostrego z kamienia zwanego *lapis smiridis*, tén piasek jest siwy, szklniący się. Polerują zwierciadła metalowe, tak, iak taflę szklané.

Zwierciadła tak szklanne, iak metalowe są różne, podług odmiany naczyń, w których szkło, lub kompozycya metalowa bywa szlufowana. Płaskie zwierciadła będą, jeżeli są lane i szlufowane tak, iakem dopiero powiedział. Z hut szkło pospolicie płaskie, to jest w tallach wychodzi, aby więc mieć zwierciadło szklanné wklęsłe, albo wypukłe, trzeba kazać umyślnie robić szkło w kłęsłe lub wypukłe, podobne do owych szkiełek, których do zegarków używają. Takie szkło wy-

polerowane, dwojako na męrkuryuszu kładź można, raz wierzchem wypukłym, drugi raz wierzchem wklęsłym: w pierwszym razie będzie zwierciadło wklęsłe, w drugim wypukłe.

Aby mieć zwierciadło metalowe wklęsłe, lub wypukłe, potrzeba lać metal w formy, z których jedney wierzch jest wypukły, drugiéy płaski: albo jedney wierzch wklęsły, drugiéy płaski: albo nakoniec jedney wierzch wypukły, drugiéy wklęsły. Złożywszy te wierzchy, jeżeli metal jest wlany pomiędzy pierwsze, zwierciadło będzie wklęsłe: gdy go wleją w formę drugą, zwierciadło będzie wypukłe: nakoniec wlawszy metal w formę trzecią, będzie zwierciadło z jedéy strony wklęsłe, z drugiéy wypukłe. Zwierciadła odlane w formach, są chropowate, zaczém potrzeba je ślufować i polerować na talerzach miedzianych, albo mosiężnych, takąż figurę mających, jaką zwierciadło mieć powinno: więc aby zwierciadło było wklęsłe, trzeba je ślufować na talerzu wypukłym: aby było wypukłe, ma być ślufowane na talerzu wklęsłym. Talerzy do ślufowania używanych wierzch wypukły i wklęsły mają być doskonale okrągłe, czyli wypukłości ich, lub wklęsłości powinny być kul wycinkami. Jako kule różne mają średnice, tak też ich wycinki czyli talerze będą różnie wklęsłe, albo wypukłe: kul zaś mniejszych większa jest wypukłość, albo wklęsłość w propercyi wypukłości, lub wklęsłości kul większych, przeto i zwierciadła na wypuklejszych lub wklęslejszych talerzach ślufowanych, wklęsłość i wypukłość bę-

dą większe od owych, które są ślufowane na mniey wypukłych lub wklęsłych. Gdy więc zwierciadło ślufują na talerzach, które są wycinkami kul, zwierciadła także będą tych kul wycinkami, i dlatego nazywają się sferyczne, czyli koliste. Nazwisko to mają od kul; których są wycinkami: to jest jeżeli talerz, na którego wypukłości, lub wklęsłości zwierciadło ślufowane, jest wycinkiem kuli mającej średnicy stóp dwie, mówimy, iż zwierciadła wklęsłość lub wypukłość ma tyleż stóp.

Oprócz zwierciadeł wklęsłych i wypukłych, są jeszcze paraboliczne, eliptyczne, cylindrowe, koniczne, piramidalne. Parabolicznych i eliptycznych doskonałych mieć nie możemy; bo same talerze podczas ślufowania także się ślufują, przeto figura *paraboli* i *ellipsy* uftawicznie się odmienia. Dla téy przyczyny dwa ostatnie zwierciadła w formach, czyli modelach pospolicie pokazują. Cylindrowe zwierciadła leżą w rurach, takie zwierciadła wduż są proste, w szerz zaś wypukłe, iak zwyczajnie wałki bywają. Koniczne są podobne do głowy cukru, ich boki zbiegają się w jeden punkt zwany wierzchołkiem: piramidalne mają pospolicie boków cztery, które się także w jednym punkcie schodzą.

Z doświadczenia mamy, że szkło naydoskonalej wypolerowane nie przepuszcza wszystkich promieni, ale część onychże odbija: o czem każdy przekona się, tafelkę szklaną nayprzezroczystszą ku słońcu wykręcając, a obaczy światło od wierzchu odchodzące: przeto zwierciadła szklan-

ne na dwa miejsca promienie odbijają, to jest wierzch górny na jedno, spodni na drugi: zaczęć w doświadczeniach światła używamy zwierciadeł metalowych, bo jednym tylko wierzchem promienie odbijając, jeden obraz czynią, i własności światła iaśniey pokazują.

§. 88. Kąt wpadania równy kątowi odbicia.

Wyłożywszy różne zwierciadeł gatunki, obaczmy, jakim odmianom promienie od nich odbite podpadają. Promień przychodzący do zwierciadła nazywam wpadający, odchodzący od zwierciadła zowie odbity. Y tak promień PD (Fig. 117) jest wpadający, OD odbity. Sama figura pokazuje, że promienie wpadający i odbity, to jest PD i OD, czynią ze zwierciadłem AB kąty ADP, BDO, z których pierwszy zrobiony od promienia wpadającego, zowie się kątem wpadania, drugi BDO zowie się kątem odbicia.

Powiedzieliśmy wyżej, że promienie idąc od ciał świecących, rozchodzą się: każde zaś ciało świecące ma wielkość, więc z różnych jego punktów promienie wychodząc, rozchodzą się: przeto niektóre promienie idąc z pewnego punktu, przybliżają się do promieni idących z punktu innego. Naprzykład niech będzie świeca S (Fig. 118) promienie z punktów *a*, *b*, wychodzące, idą rozchodząc się: zaczęć promień *ac* przybliży się do *bđ*, i nawzajem promień *bđ* przybliży się do *ac*. Mamy więc promienie rozchodzące się *ac* lub *bđ*: mamy promienie schodzące się *ac*,

bc , a powiedzieliśmy w Optyce, że promienie od ciał świejących dalekich, można brać za równo-odległe; przeto ten troński gatunek promieni, jakim odmianom podpada odbijając się od zwierciadeł płaskich, wypukłych, wklęsłych, cylindrowych, konicznych, piramidalnych, w krótkości wyłożemy.

Do izby ciemnej wpuszczony promień słoneczny SZ (Fig: 119) niech padnie prostopadle na zwierciadło płaskie w punkcie Z; odbije się także od zwierciadła prostopadle, i dziurą S nazad wyjdzie. Jeżeli zaś promień SZ (Fig: 120) padnie na zwierciadło z ukosa w punkcie Z, odbije się od niego kierunkiem ZM tak, że kąt wpadania SZO równy będzie kątowi odbicia CZM. Równości-pomienionych kątów doświadczamy następującym sposobem. Stoliczek okrągły obracający się na sforniu we środku jego będącym, stawiamy prostopadle do podłogi, to jest tak, jak figura 121 pokazuje. Obwód stolika dzielimy na cztery części równe, to jest A, B, C, D. Każdą część AB, AD, DC, BC dzielimy na 90 stopni: pierwsze stopnie kładziemy przy D, B, ostatnie przy A, C. We środku stolika stawiamy tak zwierciadło, aby jego wierzch, z wierzchem stolika czynił kąt prosty. Naprzeciw promienia do izby ciemnej wpadającego, wykręcamy stolik, aby zwierciadło do promienia było ukośne. Uważamy też pilnie, jaki kąt promień SZ wpadający czyni ze zwierciadłem: uważamy też, jaki kąt promień odbity czyni z tymże zwierciadłem: obadwa kąty równe znaj-

duie-

dujemy, to jest widziemy, że gdy kąt SZD wpadania miał dziesięć stopni; kąt także odbicia OZB tyleż miał stopni. Wykręcamy dalej zwierciadło ze stolikiem, aby kąt wpadania, albo się zmniejszył, albo powiększył; to czyniąc postrzegamy, że kąt odbicia równie się powiększa, albo maleje. Zaczém wnosiemy, że promień słoneczny od zwierciadła tak się odbija, iż czyni kąt odbicia równy kątowi wpadania. Ta prawda, iako na niezawodnym doświadczeniu gruntująca się, jest zasadą wszystkich prawd, które w Katoptryce wyłożemy.

§. 89. Zwierciadła płaskie nie odmieniają kierunku promieni.

Zamiast jednego promienia, o którym mówiłem, gdyby ich więcej wchodziło przez kilka dziur w okiennicy do izby ciemnej, te jeżeli idą równoodległe do zwierciadła, odbiją się od niego takimiż samym kierunkiem. Niech dwa promienie równoodległe AB, FG (Fig: 122) padają na zwierciadło CN w punktach B, G, odbiją się kierunkami BK, GM, które są równoodległe. Bo promienie wpadające AB, FG, są równoodległe, więc kąty jednostronne ABC, FGC są równe. Aże kąt wpadania ABC, równy kątowi odbicia KBN, podobnie FGC równy kątowi odbicia MGN: i znowu kąty wpadania ABC, FGC, są sobie równe; więc też równe będą kąty odbicia KBN, MGN: aże te kąty mają położenie kątów jednostronnych, więc promienie odbite BK, GM, są od siebie równoodległe.

Na płaskie zwierciadło niech padną promienie schodzące się; te odbite, w takiej odległości zniydą się, w jakiejby się zeszyły, gdyby nie były od zwierciadła odbite. Doświadcz nie téj prawdy następujące. Skło palące, które tak daleko zgromadza promienie, jak jest średnica stolika ABCD (Fig: 121), ustawie na jego obwodzie. Niech ten obwód stolika wystawia figura 123. Skło palące trzymając naprzeciw światła, to zgromadzi jego promienie w punkcie P. Uważamy tylko dwa promienie aP , bP . Postawmy teraz przeciw tym promieniom schodzącym się zwierciadło nm ; od tego odbite promienie zniydą się w punkcie p . Lecz wiadomo z Geometrii, iż $aP = an + np$, i znowu $bP = bm + mp$; a zatem gdy na płaskie zwierciadło padają promienie schodzące się, te odbite, zniydą się w takiej odległości, w jakiejby się zeszyły, gdyby nie odbiły się od zwierciadła. Oczywista zaś jest rzecz, że promienie an , bm powinny się zéyść w punkcie p . Kąt albowiem Amb równy jest kątowi CmP wierzchołkiem przeciwległemu, i kątowi odbicia Cmp ; podobnież kąt anA równy kątowi CnP i kątowi Cnp ; a zatem $nP = np$, i znowu $mP = mp$.

Nakoniec jeżeli na pomienione zwierciadło padną promienie rozchodzące się, te po odbiciu w równych odległościach, równie daleko się rozeydą. Y tak zamiast szkła wypukłego ustawisz wklęsłe na obwodzie stolika (Fig: 123) w punkcie p . trzeba wymierzyć, jak daleko na obwodzie stolika są od siebie oddalone, prze-

szedłszy przez szkło, to jest trzeba zmierzyć linie pw , ps ; wstawiwszy potem zwierciadło płaskie mn , gdy się od niego odbiją w punktach a , b , tyle będą od siebie oddalone, ile przed odbiciem.

Z tych doświadczeń wnosić należy, że zwierciadła płaskie kierunku promieni nie odmieniają; dla téj przyczyny widzimy się w takich zwierciadłach w naturalnej wielkości.

§. 90. W jakiej odległości wydaie się przedmiot za zwierciadłem płaskim.

Wyobrażenie przedmiotu tak daleko za zwierciadłem płaskim wydaie się, iak daleko jest przed nim. Niech będzie punkt S (Fig: 124) świecący, AB powierzchnia zwierciadła płaskiego. Z punktu S spuścimy prostopadłą SA do zwierciadła, i przedłużmy ją do punktu L , gdzie zesłyby się promienie odbite od zwierciadła: trzeba dowieść, że $AS = AL$. Ponieważ kąt wpadania SmA równy jest kątowi odbicia OmB , a zaś kąt OmB równy kątowi wierzchołkiem przeciwległemu AmL ; więc kąt $SmA = AmL$. Dwa trójkąty AmS , Aml , mają bok Am spólny, kąty przy A proste, kąt AmS w jednym trójkącie równy kątowi AmL w drugim, więc mogą przystać do siebie, a zatem $AS = AL$, to jest, iaka odległość jest punktu przed zwierciadłem, takąż wydaie się dla oka O za zwierciadłem. Stąd wypada: *tođ.* że w zwierciadłach płaskich obraz wydaie się za zwierciadłem w takiej odległości, w jakiej jest

przed zwierciadłem. *zre.* Obraz powinien być równy i podobny przedmiotowi. Bo jeżeli zwierciadło płaskie jest CD (Fig: 125), tedy przedmiot hi przed zwierciadłem, i obraz jego ab za zwierciadłem zawsze się znajdują między dwoma równoodległymi ha , ib , a zatem obraz przedmiotu ab , zawsze jest równy i podobny przedmiotowi hi . *zcie.* W zwierciadle horyzontalne położenie mającém, przedmioty prostopadłe powinny się oku zdawać przewrócone. Albowiem w zwierciadle płaskim obraz przedmiotu za zwierciadłem w takiej jest odległości, w jakiej przed zwierciadłem jest przedmiot; i obraz równy i podobny przedmiotowi; a zatem części przedmiotu najbliższe zwierciadła, powinny się wyobrazić najbliższy za zwierciadłem; a zatem przedmiot prostopadły, powinien się wydawać przewrócony w zwierciadle horyzontalnie położoném. Dlatego drzewa nad wodą stojące, która także jest zwierciadłem, zdają się być przewrócone.

Jeżeli zwierciadło płaskie CD (Fig: 126) nachylone jest do linii horyzontalnej BD pod kątem 45 stopni; natenczas przedmiot prostopadły AB wydawać się będzie oku będącemu w punkcie Q , horyzontalnym: to jest w położeniu ab . Jeżeli zaś oko będzie w punkcie O , zwierciadła CD nachylenie takie, jak piérwéy, przedmiotu; zaś ab położenie horyzontalne; natenczas przedmiot zdawać się będzie oku w położeniu prostopadłym, jak jest AB .

Jeżeli przedmiot ab (Fig: 125) stoi równoodległe od zwierciadła CD , i w téj saméy od

niego odległości, co i oko O ; natenczas część zwierciadła, która odbija promienie, jest połową długości przedmiotu ab . Od punktu a wpada promień na zwierciadło kierunkiem am , od punktu b wpada kierunkiem bn , obadwa te promienie odbijają się, czyniąc kąty równe kątom wpadania, jeden kierunkiem mo , drugi no , oko w punkcie O będące, widzi punkt a za zwierciadłem w punkcie h , a punkt b w punkcie i . Część zatem zwierciadła odbijająca promienie jest mn , która powinna być połową długości przedmiotu ab . Dwa trójkąty hOi , mOn , są podobne, a zatem $mO : hO = mn : hi$; aże mo jest połową hO , więc mn jest połową hi czyli ab . A zatem aby widzieć można cały przedmiot w zwierciadle, trzeba żeby długość i szerokość zwierciadła były połową długości i szerokości przedmiotu. Stąd mając długość i szerokość przedmiotu, można wyznaczyć jak zwierciadło powinno być długie i szerokie, aby w niem cały przedmiot był widziany. Ponieważ tedy długość i szerokość części zwierciadła odbijającej promienie, tak się ma do długości i szerokości przedmiotu, jak $1 : 2$, więc powierzchnia zwierciadła odbijająca promienie, tak się ma do powierzchni przedmiotu, jak $1 : 4$. A zatem jeżeli w pewnej odległości od zwierciadła, widzimy w niem cały przedmiot; widzieć go będziemy zawsze cały, czy się przybliżymy do zwierciadła, czyli się od niego oddalimy, byle tylko przedmiot przybliżał się i oddalał w tym samym czasie, i był zawsze w takiej odległości od zwierciadła, w jakiej jest o-

ko. Ale jeżeli sami oddalamy się od zwierciadła, a przedmiot w tém samym miejscu zoſtaie, iak pierwey; natenczas powierzchnia zwierciadła odbiiająca promienie, powinna bydź więcey, aniżeli czwartą częścią powierzchni przedmiotu: więc jeżeli powierzchnia zwierciadła ieſt czwartą częścią powierzchni przedmiotu, w tym razie całego przedmiotu nie obaczymy. Przeciwnie jeżeli przybliſzamy się do zwierciadła, a przedmiot w tém samym miejscu zoſtaie, iak pierwey; natenczas część zwierciadła odbiiająca promienie, będzie mniey, iak czwartą częścią powierzchni przedmiotu, a zatém cały w niém przedmiot obaczymy.

Krótko mówiąc, aby można łatwo tłumaczyć wiele skutków, pochodzących z widzenia przedmiotów w zwierciadle płaskim, trzeba się iedynie trzymać następującego prawidła: *Obraz przedmiotu widzianego w zwierciadle płaskim, ieſt zawsze na proſtopadłej poprowadzoney od przedmiotu do zwierciadła i przedłuſzoney za zwierciadło, i ten obraz w takiej odległości pokazuje się za zwierciadłem na tęj proſtopadłej, w jakiej ieſt przed zwierciadłem.* Za pomocą tego prawidła, i pierwszych początków Jeometrii, można rozwiązywać bardzo wiele zagadnień.

Jeżeli zwierciadło płaskie obraca się koło iakiej linii; ruch kątowy promienia odbitego, dwa razy ieſt więkſzy od ruchu kąowego zwierciadła. Niech naprzód zwierciadło ma poſożenie linii AB (Fig. 127), promień wpadający niech będzie OE, promień odbity EF. Ponieważ kąt

wpadania równy jest kątowi odbicia; więc jeżeli AEO czyni stopni dwadzieścia, będzie FEB czynił także dwadzieścia stopni. Daymy, że zwierciadło wzięwszy położenie linii CD, zbliżyło się do promienia wpadającego OE na dziesięć stopni; natenczas oddali się od promienia odbitego EF na dziesięć stopni; więc w tym razie zwierciadło CD od promienia wpadającego OE oddalone jest na dziesięć stopni, a od promienia odbitego EF na trzydzieści stopni: więc aby kąt odbicia był równy kątowi wpadania, powinien promień odbity zbliżyć się do zwierciadła na 20 stopni: to jest, gdy zwierciadło wzięwszy, położenie CD czyni z pierwszym swoim położeniem AB kąt AEC stopni dziesięć. promień odbity EG powinien czynić z pierwszym swoim położeniem EF kąt FEG dwadzieścia stopni: czyli ruch katowy promienia odbitego, to jest kąt FEG, dwa razy jest większy od ruchu katowego zwierciadła, to jest od kąta AEC. A zatem jeżeli zwierciadło obrotem swoim przebiega czwartą część koła, promień od niego odbity przebieży półkoła. Stąd wypada: *toż* że ruszając zwierciadłem płaskim zwolna, światło od niego odbijające się bardzo szybko z jednego miejsca na drugie przebiega. *zre.* Obraz słońca odbity od wody prawie spokojney, widzimy w wielkim ruchu, zwłaszcza kiedy w znaczney odległości od punktu wpadania promieni zostajemy.

Zwierciadło szklane okazuje dwa obrazy jednegoż przedmiotu, jeden bliższy i ciemniejszy, drugi dalszy i żywszy. To pochodzi stąd, iż nie



wszystkie promienie przechodzą przez szkło i odbijają się od merkuryszu: część ich mniejsza odbija się od powierzchni szkła, część zaś większa odbija się od merkuryszu, dlatego dwoiły przedmiotu obraz pokazują.

§. 91. Skutki zwierciadeł kolisto wypukłych.

Promienie równoodległe, schodzące się i rozchodzące odbiwszy się od zwierciadeł wypukłych, rozchodzą się. Jakoż na miejsce zwierciadła płaskiego trzymając wypukłe naprzeciw otworu ekiennicy, przez który trojaki gatunek promieni przechodzi, postrzeżemy, iż po odbiciu, w równych, jak przedtém odległościach, większe miejsce zastępują; więc się porozchodzily.

Można uważać powierzchnią kulistą zwierciadła, jak gdyby była złożona z nieskończenie małych powierzchni płaskich, i że płaszczyzna dotykająca się kuli, wystawia przedłużenie jednej z tych powierzchni nieskończenie małych. Ścisłość wprawdzie matematyczna nie przyjmie takiego przypuszczenia, jednakże dla łatwiejszego tłumaczenia skutków zwierciadeł wypukłych lub wklęsłych, w takim sposobie one wystawiamy.

Niech będzie zwierciadło kolisto wypukłe $nkxp$ (Fig. 128) promienie nań padają równoodległe ax , ek . Dajmy, że promień ax przedłużony przechodzi przez środek kuli c , który wycinkiem jest zwierciadło $nkxp$. Podzielmy promień kuli xc na dwie części równe xf , fc . Poprowadźmy przez punkta c , k linią prostą ckl ,

ta jest prostopadłą do styczney poprowadzonéy przez punkt k . Poprowadźmy przez punkta f , k , linią prostą fkm ; trzeba pokazać, że linia km oznacza kierunek promienia odbitego.

Łuk kx biorąc za nieskończenie mały, będzie linia kf równa fx . a zatem kf równa także fc , więc w trójkącie kfc , kąt $fk c = fck$. Aże kąt $lke = kcf$, bo są jednostronne; a zaś kąt $mkl = fkc$, bo są wierzchołkami przeciwległe; więc kąt $lke = lkm$, aże kąt lke jest dopełnieniem kąta wpadania do 90 stopni, więc kąt lkm jest dopełnieniem kąta odbicia do 90 stopni, a zatem promień odbity poydzie kierunkiem linii km . Znajduje się więc kierunek promienia odbitego, prowadząc od środka promienia kuli linią prostą przez punkt, w który uderza promień wpadający. Promień ax ponieważ prostopadle uderza na powierzchnią kuli, więc się odbije tymże samym kierunkiem xa . Punkt f , do którego zeszyłyby się promienie przedłużone mk , ax , zowie się mniemaném ogniskiem.

Gdy tedy promienie równoodległe padając na powierzchnią zwierciadła kolisto wypukłego, rozchodzą się; więc promienie rozchodzące się padając na toż zwierciadło, jeszcze się bardziej rozeydą po odbiciu. Niech promienie rozchodzące się eb , ed , (Fig: 129) padają na zwierciadło $b\delta s$, promień eb niech będzie prostopadły do zwierciadła, więc się odbije tym samym kierunkiem eb , promień zaś ed będąc ukośny, trzeba wyznaczyć, jakim odbije się kierunkiem. Podzielmy promień kuli cb na dwa odcinki cf , fb ,

aby te tak się miały do siebie, iak się ma ce do eb , to iest zrobmy $ce : eb = cf : fb$. Przez c , i ∂ , poprowadźmy linią prostą $c\partial r$, liniia $r\partial$ iest prostopadłą do powierzchni zwierciadła, bo przechodzi przez środek kuli c . Przez f , i ∂ poprowadźmy linią prostą $f\partial n$, i poprowadźmy linią er , równoodległą od $f\partial n$. Wystawmy sobie, że łuk $b\partial$, iest nieskończenie mały; będzie tedy $bf = f\partial$, $eb = e\partial$. Aże mamy z założenia, że $ce : eb = cf : fb$; więc za bf położywszy $f\partial$, a za eb położywszy $e\partial$, będzie $ce : e\partial = cf : f\partial$. Dwa trójkąty $cf\partial$, cer , są podobne; a zatem $cf : f\partial = ce : er$. Porównawszy tę proporcją, z poprzedzającą; będzie $ce : e\partial = ce : er$. A zatem $e\partial = er$, więc kąt $er\partial = e\partial r$, więc kąt $e\partial r = f\partial c$, aże kąt $f\partial c = r\partial n$; więc kąt $e\partial r = r\partial n$. Lecz kąt $e\partial r$ iest dopełnieniem kąta wpadania do 90 stopni; więc kąt $r\partial n$ iest dopełnieniem kąta odbicia do 90 stopni: a zatem liniia ∂n iest kierunkiem promienia odbitego. Promienie odbite be , ∂n , myślą przedłużwszy za zwierciadło zesłyby się w punkcie f , punkt ten iest mniemaném ich ogniskiem.

Obaczymy teraz iakim odmianom podpadają schodzące się promienie. Niech stoi przedmiot de (Fig: 130) naprzeciw zwierciadła ab kolisto wypukłego. Ze dwóch ostrokęgów świetnych wychodzących od końców przedmiotu, promienie ∂p , ep zesłyby się w punkcie p , lecz odbiwszy się od zwierciadła zeydą się w punkcie n , w większej odległości przed zwierciadłem, aniżeliby się zesły za zwierciadłem: dwa znowu promie-

nie ∂k , el zeszyłyby się w punkcie m , lecz po odbiciu pójdą kierunkiem linii równoodległych: dwa nakoniec promienie ∂h , ei , któreby się zbiegły w punkcie c , to jest we środku wypukłości zwierciadła, odbiją się temiż drogami, któremi wpadły, dlatego że wpadły prostopadle, więc po odbiciu rozeydą się: i wszelkie inne promienie padające za temi ostatniemi, ieszcze się bardziej po odbiciu rozchodzić będą.

W zwierciadłach kolisto wypukłych, podobnie jak w zwierciadłach płaskich obraz przedmiotu pokazuje się za niemi; lecz ten obraz, i od jest mniejszy od przedmiotu. Niech bowiem przedmiot CD (Fig: 131), będzie naprzeciw zwierciadła kolistego ab : promienie od końców tego przedmiotu idące Ce , $D\partial$, gdyby nie było zwierciadła, zeszyłyby się w punkcie f , i oko tam będące widziaoby ten przedmiot pod kątem optycznym CfD , lecz odbiwszy się te promienie od zwierciadła zbiegają się w punkcie i , więc oko tam będące widzi ten przedmiot za zwierciadłem w położeniu gh ; że zaś kąt optyczny $ei\partial$ mniejszy jest od kąta CfD , dlatego oko widzi przedmiot mniejszy. *zre.* Obraz przedmiotu zdaie się być bliżey za zwierciadłem, aniżeli jest przed niem. Niech będzie G (Fig: 132) punkt świecący iakiego przedmiotu, z którego wychodzące promienie padają na zwierciadło: te promienie ponieważ rozchodząc się, padają na zwierciadło; więc po odbiciu bardziej się ieszcze rozeydą; a zatem odległość ich mniemanego ogniska g , od zwierciadła, mniejsza jest,

aniżeli odległość przedmiotu, czyli obraz przedmiotu g bliżej wydaie się za zwierciadłem dla oka o , aniżeli jest przed zwierciadłem.

Przedmiot prosty stojący naprzeciw zwierciadła wypukłego, równoodległe lub pochyło, wydawać się będzie w zwierciadle w położeniu krzywém: bo różne punkta tego przedmiotu nie w jednakowey są odległości od powierzchni zwierciadła; punkt naprzykład o (Fig: 130) ze wszystkich jest naybliższy powierzchni zwierciadła, punkta zaś d , e , są od niego nayodleglejsze, powinny zatem wydać się za zwierciadłem w proporcjonalney od niego odległości, iak są przed zwierciadłem, dlatego postać przedmiotu krzywą się okaże.

f. 92. Skutki zwierciadeł kulisto wklęsłych.

Niech będzie zwierciadło wklęsłe $z b d h$ (Figura 133), niech padaią nań dwa promienie równoodległe cb , ed , z nich promień cb jest prostopadły do powierzchni zwierciadła, jeżeli te promienie są bardzo mało od siebie oddalone; więc po odbiciu, zgromadzą się w punkcie f , który jest we środku promienia kuli cb . Promień cb prostopadły odbiie się kierunkiem tym samym bc . Od środka kuli c poprowadźmy prostopadłą cd , kąt edc jest dopełnieniem kąta wpadania do 90 stopni; trzeba pokazać, że kąt cdf jest dopełnieniem kąta odbicia do 90 stopni, czyli, że linia df jest kierunkiem promienia odbitego. Ponieważ łuk bd wzięliśmy za niekończenie mały,

więc linie fb , $f\partial$, fc , są sobie równe, a zatem w trójkącie $fc\partial$ kąt $fc\partial = f\partial c$. Aże kąt $fc\partial = c\partial c$, bo są naprzemianległe; więc kąt $fc\partial = c\partial c$, a zatem linia ∂f , jest kierunkiem promienia odbitego.

Gdyby zaś promienie równoodległe AF , CD (Figura 134) bardziej były od siebie oddalone, tedy po odbiciu zeydą się przed zwierciadłem w mniejszej od niego odległości, jak połowa promienia kuli. Promień AF prostopadły, odbije się tym samym kierunkiem FA . Od środka kuli S poprowadziwszy prostopadłą SD do styczney NM w punkcie D , jest kąt wpadania $CDM =$ kątowi odbicia NDP , i kąty a , o dopełniające kąty wpadania i odbicia do dwóch kątów prostych, są także równe: aże kąt $o = b$, bo są naprzemianległe, więc kąt $a = b$, a zatem $DP = PS$. Lecz $PS + PD$ jest większe od SD , więc także większe od SF , bo $SF = SD$, więc linia PS większa jest, aniżeli połowa promienia FS , czyli PF jest mniejsza od połowy promienia, to jest punkt zebrania się promieni P jest w mniejszej odległości od zwierciadła, jak połowa jego promienia. Dlategoto promienie różnie odległe od promienia kuli FS , zgromadziwszy się, zrobią małe kółko świetne, które się nazywa ogniskiem. Uważamy teraz, jak daleko będzie ognisko innych gatunków promieni. Od zwierciadła wklęsłego mo (Fig: 135) promienie ab , ∂c , jeżeli są blisko siebie, zniydą się w punkcie F , to jest w odległości od zwierciadła równy połowie promienia kuli, który zwierciadło jest wy-

cinkiem; punkt F zowią ogniskiem promieni równoodległych. Promienie schodzące się fg , hi , po odbiciu zniydą się w punkcie K , to jest w mniejszej odległości przed zwierciadłem, aniżeli promienie równoodległe, i prędzey się zniydą, aniżeli by się zeszyły, gdyby się nie odbiły od zwierciadła. Promienie rozchodzące się Rm , Ro , idąc z punktu odleglejszego od zwierciadła, iak jest ognisko promieni równoodległych, po odbiciu zeydą się w punkcie P za ogniskiem promieni równoodległych. Lecz gdyby punkt rozchodzenia się promieni był K bliżey zwierciadła, aniżeli jest ognisko promieni równoodległych, natenczas rozeszłyby się po odbiciu, iedenby się odbił kierunkiem gf , a drugi ih . Stąd wypada: *1od* że ognisko promieni równoodległych bardzo mało od siebie oddalonych, jest w odległości od zwierciadła równey połowie promienia kuli, której zwierciadło jest wycinkiem. *2re*. Ognisko promieni schodzących się jest bliżey zwierciadła, aniżeli promieni równoodległych. *3cie*. Ognisko promieni rozchodzących się z punktu dalszego od zwierciadła jest w większey od niego odległości. *4te*. Promienie rozchodzące się od punktu bliższego od zwierciadła, aniżeli jest ognisko promieni równoodległych, po odbiciu rozchodzić się będą.

Zwierciadła płaskie, iako też i kolisto wypukłe wystawiają obraz przedmiotu za sobą, iakośmy okazali (§. 89, 90). Lecz zwierciadła kolisto wklęsłe, wtenczas tylko ten skutek pokazują, kiedy przedmiot znajduje się między ogniskiem

promieni równoodległych i zwierciadłem, i w takim razie obraz jest większy od przedmiotu. Niech przedmiot AB (Fig: 136), stoi przed zwierciadłem wklęsłym EF i bliżej niego, jak jest ognisko promieni równoodległych. Dwa promienie Ae , Bf , idące od dwóch końców przedmiotu, zeszłyby się w punkcie ∂ , gdyby nie było zwierciadła, i oko w tym punkcie ∂ położone, widziałyby przedmiot AB pod kątem optycznym ADB , odbite zaś od zwierciadła zeydą się w punkcie D bliżej zwierciadła, aniżeliby się zeszły za zwierciadłem; więc oko położone w punkcie D , widzi obraz przedmiotu ab , pod kątem optycznym aDb , większym od kąta $A\partial B$, a zatem obraz ab wydaje się większy od przedmiotu AB .

Nadto obraz w większej odległości wydaje się za zwierciadłem, aniżeli jest przedmiot przed zwierciadłem. Niech punkt świecący jakiegokolwiek przedmiotu A (Fig: 137), będzie bliżej zwierciadła, aniżeli ognisko F promieni równoodległych. Od punktu A promienie rozchodzące, odbiwszy się od zwierciadła wpadają w oko: od niego przedłużone zbierają się w punkcie a , dalszym od zwierciadła, aniżeli punkt A .

Ale jeśli przedmiot jest dalej od zwierciadła, jak ognisko F promieni równoodległych, naprzykład w punkcie e ; natenczas promienie eb , $e\partial$ odbiwszy się od zwierciadła zniydą się w punkcie E , i oko położone w punkcie o , widzieć będzie punkt e w punkcie E , to jest obaczy przedmiotu obraz przed zwierciadłem. Przyczyna tego jest, iż punkt przedmiotu świecącego, wtenczas wi-

dziemy, kiedy od niego promienie rozchodzące się wpadają w oko, jak okazaliśmy w optyce (§. 75); tu więc promienie od przedmiotu e idące, odbiwszy się od zwierciadła zbierają się znowu w punkcie E formując obraz przedmiotu, i od tego punktu rozchodząc się ostrokręgiem świetnym Eo , wpadają w oko, przeto obraz przedmiotu e , będzie widziało oko w punkcie E .

Obraz przedmiotu wydającego się przed zwierciadłem, okaże się w przewróconej postawie: taki jest obraz ba przedmiotu AB (Fig: 138). Przyczyna tego jest następująca: Od końców przedmiotu A, B , idą promienie składające ostrokręgi świetne BG, AE , te odbiwszy się od zwierciadła krzyżują się między przedmiotem i zwierciadłem, dlatego obraz przedmiotu ba widzi oko w przewróconej postawie.

Ponieważ promienie równoodległe ab, de (Figura 135), padające na zwierciadło wklęsłe mo , po odbiciu zbierają się w punkcie F , stąd wypada, że promienie rozchodzące się z punktu F , po odbiciu od zwierciadła poszłyby kierunkami równoodległymi ba, cd .

Stąd łatwy jest sposób odbicia natężonego światła do znacznej odległości. Zostawiwszy na przykład ciało palące się w ognisku zwierciadła wklęsłego; promienie światła odbiwszy się od niego, uformują długi walec świetny: naprzeciw któremu postawiwszy inne zwierciadło wklęsłe, promienie światła zbiorą się w ognisku. Albo ustawić dwa zwierciadła wklęsłe jedno naprzeciw drugiemu równoodległe, w ognisku jego trzymać

mać duży węgiel rozżarzony, który aby większe jeszcze światło wydawał, trzeba go mieszkciem poddymać: w ognisku zaś drugiego zwierciadła trzymać siarniczek. Promienie idące od węgla i odbite od pierwszego zwierciadła, odbijają się jeszcze od drugiego, i zebrawszy się w jego ognisku zapalą siarniczek: mogą zaś być zwierciadła na dwadzieścia pięć, lub trzydzieści stóp od siebie oddalone.

Jeżeli przedmiot stoi w odległości od zwierciadła wklęsłego równej promieniowi kuli, której częścią jest wklęsłość zwierciadła, wszystkie promienie na zwierciadło padające odbiją się temi samymi kierunkami, któremi wpadły: ponieważ wpadają pod kątem prostym, więc się pod takim odbijają. Y tak oko w tém położeniu naprzeciw zwierciadła wklęsłego, nic w niem więcej nie obaczy prócz samego siebie, ale bardzo nie wyraźnie i po całej rozciągłości zwierciadła.

§. 93. Skutki zwierciadeł cylindrowych i t. d.

Zwierciadła cylindrowe samę tylko szerokość twarzy, albo jakiego innego przedmiotu zmniejszają. Takie bowiem zwierciadła uważane wzdłuż są płaskie; uważane zaś co do szerokości są wypukłe. Powiedzieliśmy (§. 89), że zwierciadła płaskie kierunku promieni nie odmieniają, więc cylindrowe długości twarzy nie odmieniają; przeciwnie wypukłe zwierciadła obraz twarzy zmniejszają (§. 90), a zatem zwierciadła cylindrowe w szerokości przedmiotu odmieniają: Malu-

ią więc tak obrazy przedmiotów, aby w zwierciadłach cylindrowych wydawały się w naturalnej postawie, to jest długość daią im naturalną, a szerokość bardzo wielką.

Zwierciadła koniczne obrazy ciał na wierzchołku swym wystawiają: na te bowiem padając promienie, odbijają się do ich wierzchołka. Niech na zwierciadło ABC (Fig: 139) padną promienie, na ówczas kąt wpadania BED będąc równy kątowi odbicia OEA, promień DE pójdzie do O: toż rozumieć trzeba o innych promieniach wziętych do koła. Przeto jeżeli oko znajdzie się na punkcie O, tam obraz twarzy widzieć będzie. Zwierciadła piramidalne w takimże miejscu obrazy przedmiotów malują: bo od ich ścian ku sobie pochyłonych promienie do góry się odbijają.

Z tego com dotąd powiedział o różnych gatunkach zwierciadeł, każdy wniesć powinien, iż doskonałe zwierciadło płaskie jest to, które twarzy, ani powiększa, ani zmniejsza; jeżeli zaś większą lub mniejszą twarz okazuje, będzie wklęsłe, wypukłe, albo też niezupełnie płaskie.

R O Z D Z I A Ł III.

D Y O P T R Y K A.

§. 94. Łamanie się światła.

POWIEDZIELIŚMY (§. 79), że między światłem i wszelkimi ciałami w naturze zachodzi spóznia, czyli atrakcyja większa, lub mniejsza, a szczególniej wydaie się w promieniach słonecznych w bliskości ich przechodzących. Ta atrakcyja zależy od tychże prawideł, którym pierwotne cząstki wszystkich ciał podlegają. Największa jest w dotknięciu, i zmniejsza się w miarę oddalenia się od ciał, tak, iż w znaczney odległości ustaie. To zbaczanie promieni słonecznych od swej drogi, to nachylanie się ku innym ciałom, zowie się łaniem promieni. Wtenczas zaś promienie łamać się będą, kiedy przechodzą z jednego środka do drugiego odmiennej gęstości, i kiedy ich kierunki nie są prostopadłe do powierzchni oddzielających te środki. Łamanie się promieni stąd pochodzi, iż są mocniej przyciągane od środka gęstszego, aniżeli rzadszego.

Aby każdy mógł doświadczyć, iż promienie przechodząc przez iaki środek, łamią się: ma sobie kazać zrobić skrzyneczkę A B C D E F G H (Fig: 140), téy boki trzy, to jest BE, DF, GH powinny być ze szkła przezroczystego dobrze

wypolerowanego, czwarty zaś AD może być drewniany, albo metalowy. W ten ostatni bok mają być wprawione dwa szkła, takie, jakich do zegarków używają. Szkła jednego np. S, wierzch wypukły powinien w skrzyneczkę być wpuszczony, drugiego zaś Z zewnątrz wychodzić. Oprócz skrzyneczki trzeba mieć dwa szkła, jedno wypukłe, drugie wklęsłe: te albo z jednéy tylko strony, albo z obudwu wklęsłość, lub wypukłość mieć mogą. Mając tę gotowość, każdy z doświadczenia pozna odmiany, którym światło podpada przechodząc przez środek. Przebiegam te odmiany.

Jeżeli promień przebywszy środek rzadszy, np. powietrze wpada z ukosa w gęstszy, np. w wodę; nakrzywi się ku linii prostopadłej poprowadzoney od punktu wpadania do powierzchni środka. Y tak naprzeciw dziury w okiennicy niech stoi skrzyneczka bokami szklanemi do dziury obrócona. Wpuściwszy do izby ciemney promień, ten przeszedłszy przez boki szklane skrzyneczki, na ścianie, lub inném ciele białém odmaluje koło świetne. W skrzyneczkę tyle wody wlać, aby owego promienia połowa przechodziła przez wodę, a połowa nad wodą; każdy potrzeże, iż ów promień na dwie części jest rozdzielony. Jedna jego część nad wodą idąca, padnie na to samo miejsce co przedtém, druga zaś część padnie niżej. Z tego już wnieść koniecznie potrzeba, że promień złamał się przez wodę przechodząc. Ale woda cięższa jest od powietrza, zatem gęstsza; bok skrzyneczki, przez który promień w wodę

wchodzi iest prostopadły, do którego ponieważ promień nachyla się, więc się nakrzywia ku linii prostopadłéy.

Maiący bryłę sześcienną ze szkła, może okazać łamanie się promieni takim sposobem. Trzeba dwie deszczułki AB, DB (Figura 141) tak spojic, aby kąt abd był prosty: w deszczułce AB powinna być dziureczką O; postawiwszy je naprzeciw otworu w okiennicy zrobionego tak, aby promień przeszedłszy przez O, padał na BD; trzeba sześciannę szklaną wstawić pomiędzy deszczułki, aby jego boki zbiegały się z bokami AD, DB. Jeżeli przed ułożeniem sześciannę szklaną padał promień na M, po przeysciu przez sześciannę padnie na N. Lecz linia BN krótsza iest od BM, więc promień z ukosa padając na szkło, nachylił się ku prostopadłéy ab . Promień OM z linijami poprowadzonymi na ścianach AB, BD, czyni trójkąt OBM, w którym kąt OBM iest prosty, boki koło niego łączące OB, BM wiadome, bo je można wymierzyć; doydziemy jego kątów (przez twierdzenie 2 Rozdziału XII. *Geom. Elem.*). Podobnymże sposobem doydziemy kątów w drugim trójkącie OBN. Odiawszy zaś kąt BON od kąta BOM, reszta pokaże ich różnicę. Tymcito sposobem znaleziono, iż kąt BOM tak się ma do kąta BON, jak 3 : 2.

Jeżeli promienie idą ze środka gęstszego wrzadszy, łamią się oddalając się od prostopadłéy. Na dnie skrzyneczki (Figura 140) położmy zwierciadło płaskie. Przed wlaniem wody, odbity od niego promień niech padnie na M, tedy po iey

wlaniu padnie na N. Albo w deszczułce BD (Fig: 141) na punkcie N zrobiwszy dziurkę, od O przez N poprowadzić linią prostą do G. Promień przez sześcian szklany, między dwiema tętmi deszczułkami wstawiony, przeszedłszy, nie poydzie po linii prostej do G. ale odeydzie do H, więc się od prostopadłej CS oddalił. Kąt NSG jest prosty, boki koło niego mogą być wymierzone, więc znajdziemy kąty SNG, SNH (*podług Twierdzenia przytoczonego w poprzedzającym nawiasie*). Będzie zatem SNG do SNH, iak 2 do 3. Podobnym to sposobem okazano, że kiedy promień z powietrza wchodzi w szkło, natenczas wstawa kąta wpadania, tak się ma do wstawy kąta złamania, iak 3 : 2. Jeżeli zaś promień ze szkła wychodzi w powietrze, natenczas wstawa kąta wpadania, tak się ma do wstawy kąta złamania, iak 2 : 3. Nie mający skrzyneczki ani sześcianu szklanego, może okazać po proflu, iż promienie idąc ze środka gęstszego w rzadszy, oddalają się od prostopadłej. Na dnie misy blisko ięj obręczy niech położy pieniądz, albo inne iakie ciało w wodzie tonące: misę niech póty od siebie każe odsuwać, póki pieniądz od obręczy nie będzie zakryty: jeżeli wody na misę naleją, pieniądz obaczy: stąd tedy wniesć powinien, że promień z wody wychodząc oddalił się od prostopadłej: bo gdy pieniądz po wlaniu wody widzi, promień od pieniądza do iego oka dochodzi; przed wlaniem zaś wody, nad okiem przechodził: rzecz przez się oczywista. Z tego doświadczenia wniesć na-

leży, iż po złamanych promieniach owe ciała widzimy, których po prosto idących widzieć nie można. Dlatego Dyoptrykę nazywają umiejętnością traktującą o widzeniu po promieniach złamanych. Z łamania się promieni w przeyciu ze środka rzadszego w gęstszy, wnieść potrzeba, że słońce przed wschodem i po zachodzie widzimy nad ziemią, lubo prawdziwie jest pod nią. Dowód téj prawdy jest następujący. Ziemia nasza obłana jest powietrzem, którego części bliższe ziemi są gęstsze, dalsze zaś od niéy rzadsze (Tom I. §. 86). Zaczém promienie od słońca idące wchodząc w powietrze, nachylają się do linii prostopadłéy, coraz bardziej nachylając się podług większéy gęstości powietrza, nareszcie w oko wpadają, i słońce nam pokazują. Niech bowiem przed wschodem będzie słońce na S (Figura 142), my w miejscu ziemi A, wierzeh ostatni powietrza BDC. Promień słoneczny SB przyszedłszy do B skrzywi się do *b*, od *b* poydzie do *e*, od *e* do A: my więc odeślemy słońce, po linii prostéy do L, i nad ziemią je widzieć będziemy. Toż rozumieć trzeba, gdy słońce zaszło: zaczém widzimy słońce nad ziemią chociaż się w rzeczy saméy pod nią znajduje. Stąd wnieść powinniśmy, iż nie można regulować zegarków podług wschodu, albo zachodu słońca: bo w pierwszym razie przedzy, w drugim późniéy czas wymierzać będzie. Podług obserwacyi *de la Caille* promienie łamiąc się wystawiają słońce wyżéy na 33 minuty, przeto regulując zegarek według wschodu słońca ustawisz go półgodziną

przed iego prawdziwym wschodem; przeciwnie regulując go podług zachodu, postawisz go pół godziną później. Ponieważ promienie z wody wychodząc oddalają się od linii prostopadłej i ciąfa w niey będące wyżej podnoszą, aniżeli są w rzeczy samey; idzie zatem, iż ryby w wodzie pływające zawsze wyżej widzimy. Kiy częścią w wodę z ukosa wpuszczony, częścią nad nią zoftający, złamany widzieć powinniśmy.

Gdyby środek tak gesty, jak rzadszy zawsze był płski, promienie z jednego do drugiego przechodząc, nie podpadałyby innym odmianom nad te, któreśmy przełożyli. Ale że powietrze zewsząd do równych wysokości ziemię otacza, że wody do równey wysokości onę oblewają; więc powietrze z wierzchu, czyli stamtąd gdzie się zaczyna, uważane, czyni wierzch okragły, a tём samém wypukły: przeciwnie biorąc ie od ziemi, to jest stamtąd, gdzie się kończy, będzie miało wierzch wklęsty. Wodę także z wierzchu uważając, widzimy, że iéy wierzch wypukły; tożże samey uważając wierzch, gdy się w naczyaniach niepełnych znajduje, ten jest wklęsty. Więc gdy na tak odmienne wierzchy promienie padają, różnie się łamać powinny. Na tak zaś odmienne wierzchy padają promienie równoodległe, schodzące się i rozchodzące; zażém obaczmy, jakim odmianom podlega troiaki gatunek promieni wpadających na troiaki wierzch środka, albo też z nich wychodzących.

W okiennicy zrobiwszy dziurę obszerną, potrzeba w niéy rozciągnąć papier, albo skórę; ta

przebieć w kilkunastu miejscach: promienie przez dziureczki przechodzące będą równoodległe. W odległości jednéj albo dwóch stóp, niech będzie rozciągnięte płótno białe albo papier, na te promienie padną. Poznaczywszy miejsca, na które padają, łatwo można doświadczyć innych promieni odmian, którym podlegają wchodząc z jednego środka w drugi. Bo jeżeli: 1o^a promienie równoodległe przechodzą przez szkło płaskie z obu dwu stron, przechodzą zaś albo prostopadle do niego albo ukośnie, takie na płótnie na też same padną punkta, na które padały nie przechodząc przez szkło. Zamiast szkła używając skrzyneczki nalanéj wodą, przez te przeszedłszy pomienione promienie na też same padną miejsca. Stąd wniesć potrzeba, że gdy środka gęstszego wierzach jest płaski; promienie równoodległe nie odmieniają położenia względem siebie samych, 2^{re}. Promienie dziureczkami do izby ciemnéj wchodzące, przepuściwszy przez szkło wypukłe, postrzeżemy, iż się ku sobie zbliżają i w jeden punkt schodzą. 3^{cie}. Przeciwnie gdy promienie przejdą przez szkło wklęsłe, każdy obaczy, iż się od siebie oddalają, i na płótnie, albo papierze w dalszych od siebie, aniżeli pierwéj odległościach padają. Zbieganie albo rozchodzenie się promieni widziemy, stawiając naprzeciw promieni równoodległych skrzyneczkę (Fig: 140) wodą nalaną. Bo jeżeli promienie równoodległe wypadają ze skrzyneczki przez szkło zewnętrzny iéy, wypukłością obrócone, natenczas się zbiegną. Przeciwnie wychodząc przez szkło,

wypukłością wewnątrz skrzynekki obrócone, wtedy się rozeydą. Też same promienie schodząc i rozchodząc się będą, gdy na wierzch wypukły, albo wklęsły padając przez szkło lub wodę przechodzą.

Promienie rozchodzące się idąc przez środek gęstszy wierzchami płaskimi zakończony, bliżej się schodzą. W dziurę okiennicy wstawmy szkło wypukłe, okryte papierem w kilkunastu miejscach przebitym, odległości w której się promienie zbiegają, naznaczymy; ta niech będzie całów dziewięć. Jeżeli pomienione promienie przechodzą przez boki skrzynekki CG, BE (Figura 140) nalané wodą, tedy zniydą się w mniejszém odległości, aniżeli by się zeszyły gdyby przez wodę nie przechodziły. Niech figura 143 wystawie dwa boki równoodległe skrzynekki CM, DW. Promienie od punktów A, i B, idące zeszyłyby się w punkcie n, gdyby im nie środkowała skrzynekka CDWM, lecz przechodząc przez wodę, zeydą się w punkcie R. Nakoniec promienie rozchodzące się idąc przez środek gęstszy, którego wierzchy są równoodległe, mniej się rozchodzą. Doświadczenie tego takie, iak poprzedzające. Skrzynekkę tylko tak trzeba postawić, aby punkt N (Fig: 144), od którego rozchodzą się promienie NI, NH był wewnątrz, przy boku skrzynekki AG. Bo jeżeli w niéy ustawiona jest blacha, albo deska IH, promienie przed wlaniem wody do skrzynekki, zastąpią miejsce IH, po wlaniu zaś iéy, zabiorą miejsce ih, więc się ku sobie cokolwiek nachyliły.

Promienie trojakiemu gatunku wchodząc w środek gęstszy mający wierzch wypukły, wszystkie się schodzą. Tev prawdy łatwo doświadczyć można, stawiając skrzyneczkę tak, aby promienie przez szkło zewnątrz wypukłością obrócone wchodziły. Każdy albowiem obaczy, iż równoodległe schodzą się, schodzące bliżej się schodzą; rozchodzące zaś albo się mniej rozchodzą, albo się stają równoodległe, albo się schodzą. Przeciwnie trojakiemu gatunek promieni wchodząc w środek gęstszy wierzchu wklęsłego, rozchodzi się. Doświadczenie tego, podobne pierwszemu, wpuszczając promienie przez szkło wypukłością wewnątrz skrzynki obrócone.

§. 95. Prawidła łamania się promieni.

Okazawszy doświadczeniem łamanie się trojakiemu gatunku promieni, gdy wchodzi w odmienny środek, obaczmy iaka jest tego przyczyna, i podług których prawideł odbywa się to łamanie. Niech będzie X (Fig: 145) środek gęstszy, Z środek rzadszy: powierzchnią oddzielającą te środki wystawie linia EF. Ponieważ światło przyciągane byź może od pierwotnych cząstek każdego ciała, iakośmy wyżey okazali (§. 79), niech więc linia GH oznacza odległość, do której cząstki środka gęstszego X przyciągającego światło wywierają swoje działanie; oczywista jest tedy, że światło znajdując się między liniami GH, EF, będzie przyciągane od środka gęstszego X, naykrótszą drogą do po-

wierzchni EF , to jest kierunkiem prostopadłym. Światło przyciągają wierzchnie cząstki środka X , czyli środek gęstszy przyciąga światło coraz mocniej, zaczawszy od GH , aż do EF , na linii EF najmocniejsza jest atrakcja, światło oddalając się od niej czyli idąc głębiej w środek gęstszy X , mniej od niego będzie przyciągane: bo podług prawideł działania atrakcyi, tém mniejsza jest iey siła, im większa odległość. Poprowadźmy w środku gęstszym X , linią IL , tak odległą od EF , jak jest linia GH ; w miejscu zaś tém między GH i EF działanie atrakcyi wzrasta, słabiej zaś począwszy od EF tak, że na linii IL zupełnie ufaie. Niechay teraz pada ukośnie promień światła Aa , na powierzchnią oddzielającą te środki, albo raczej na powierzchnią GH , od której zaczyna się przyciąganie światła do środka gęstszego. Gdy promień przybędzie do punktu a , odmieni swój pierwszy kierunek, atrakcja środka gęstszego X nakłoni go do kierunku prostopadłego do powierzchni środka, promień zatem odmieniając swój kierunek, póki tylko znajdzie się między powierzchniami GH , IL ; przebieży linią krzywą ab . Za powierzchni IL ufaie atrakcja, a zatem promień dąży dalej kierunkiem linii bB . Ponieważ odległość GH , IL zaczynających się i kończących atrakcyi od powierzchni środka EF jest bardzo nieznaczna; więc można uważać łamanie się promienia w samym tylko punkcie C , to jest na powierzchni oddzielającej środki.

Przez punkt C poprowadźmy linią NCM prostopadłą do powierzchni EF. Promień AC jest wpadający, promień zaś CB złamany: kąt ACN jest kątem wpadania, a kąt BCM złamania.

Kiedy światło przechodzi ze środka rzadszego w gęstszy; kąt złamania mniejszy jest od kąta wpadania: bo kąty byłyby równe, gdyby promień AC szedł kierunkiem linii CD: lecz promień AC wchodząc w środek gęstszy, nakłania się coraz bardziej ku prostopadłej CM; dlatego mówimy, że promień ze środka rzadszego wchodząc w gęstszy, łamie się przybliżając się do prostopadłej.

Jeżeli promień dąży ze środka gęstszego w rzadszy, oddala się od prostopadłej: bo równym sposobem przyciągany jest promień światła od środka gęstszego, czyli to do niego wchodzi ze środka rzadszego, czyli też z niego wychodzi w środek rzadszy: a zatem jeżeli BC bierzemy za promień wpadający; CA będzie promieniem złamanym, czyli, że promień jednakowymi kierunkami dąży, z jakiegokolwiek strony przychodzi.

Stąd wypada, że gdy dwa promienie idą jeden ze środka gęstszego w rzadszy, drugi zaś z rzadszego w gęstszy; i gdy kąt wpadania pierwszego promienia, równy jest kątowi złamania drugiego; będzie także kąt złamania pierwszego, równy kątowi wpadania drugiego. Aby ten wniosek na oko pokazać; niech będzie X (Fig: 146), środek zakończony dwiema powierzchniami równoodległymi EF, HL. Dajmy, że środek

X jest gęstszy, otaczający zaś go z obu stron Z, Z, jest rzadszy. Promień wpada kierunkiem AC, po złamaniu się w środku gęstszym, idzie kierunkiem CB, wchodząc w środek rzadszy, dąży kierunkiem BG. Poprowadźmy przez C i B linie NCM, PBO, prostopadłe do dwóch powierzchni środka gęstszego. Kąty MCB, CBO, są sobie równe, iako na przemian leżące. Ponieważ obojdwie powierzchnie EF, HL, środka gęstszego równie światło przyciągają; więc także będą równe kąty ACN, PBG. Lecz kąt MCB, jest kątem pierwszego złamania, kąt zaś PBG drugiego: kąt ACN jest kątem pierwszego wpadania, a kąt CBO drugiego: aże $MCB = CBO$; więc $ACN = PBG$. Stąd wypada, że promień idący przez środek zakończony powierzchniami równoodległymi zachowuje taki kierunek po wyjściu z tego środka, jakim w niego wpadł; promienie zatem AC, BG i podobne są nachylone do linii równoodległych MN, OP, więc są między sobą równoodległe.

Jeżeli promień światła uderza prostopadłe na powierzchnią oddzielającą dwa środki, nie odmieni swęj drogi w środku gęstszym, bo w tym razie kierunek promienia takż sam jest, iak kierunek atrakcyi.

Im środek jest gęstszy, tém jest większa atrakcyja, stąd jeżeli dwa środki równy są gęstości, żadnego złamania nie będzie.

§. 96. Jednostajny jest stosunek między wstawami kątów wpadania i złamania.

Kąt DCM (Figura 145) równy jest kątowi wpadania ACN. Z punktu C jakimkolwiek promieniem narysujemy czwartą część koła FDM. Prostopadła oD jest wstawą kąta DC_o, lub ACN, prostopadła zaś TR jest wstawą kąta złamania BCM. Ale między liniami D_o, TR jednostajny zachodzi stosunek: bo poprowadziwszy VB równoodległą od CS, BS równoodległą od CV; trójkąty BSC, TRC są podobne; A zatem bok BS w jednostajnym jest stosunku z bokiem TR, więc i D_o wstawą kąta wpadania równa bokowi BS, jednostajny zachowuje stosunek ze wstawą kąta złamania TR.

Z punktu C, promieniem CV narysujemy łuk koła VR. BV jest styczną kąta BCV, a zatem BS jest sieczną tegoż kąta, a zaś dosieczną kąta CBV, aże kąt CBV równy jest kątowi złamania BCS, bo są na przemian leżące: więc linia BC, jest dosieczną kąta złamania BCS. Podobnie DC, jest dosieczną kąta CDV, albo DCM, albo ACN, bo te trzy kąty są sobie równe. Dla podobieństwa dwóch trójkątów, BCS, TCR, jest BC : TC = BS : TR; aże TC = DC, BS = oD; będzie więc BC : DC = oD : TR, to jest, dosieczne kątów złamania i wpadania, są w stosunku odwrotnym wstaw tychże kątów.

Uważaliśmy tu promień wpadający ze środka rzadszego w gęstszy: lecz tenże sam będzie stosunek wstaw kątów wpadania i złamania, gdy

promień z gęstszego środka wpada w rzadszy: bo kąty ACN , BCM nie odmieniają się, którykolwiek z nich weźmiemy za kąt wpadania.

Wtenczas przyciąganie światła od środka, jest w stosunku jego gęstości, kiedy działanie każdej cząstki środka składającej jest jednakowe: takimi środkami są: powietrze, szkło, kryształ i inne ciała przezroczyste, ciała zaś oleyne chociaż rzadsze od tamtych mocniej światło przyciągają, jak uważał *Newton* i inni.

§. 97. Wyznaczyć kierunek łamania się światła, gdy środki oddzielone są powierzchnią płaską.

Powierzchnie oddzielające środki, rozmaicie odmieniać się mogą; uważać tu szczególniej będziemy płaskie lub koliste: rozmaite także promienie mogą padać na te powierzchnie; załatowimy się tylko nad promieniami równoodległymi, rozchodzącymi się, i schodzącymi.

Jeżeli promienie równoodległe idą z jednego środka w drugi odmienny gęstości, będą także równoodległe wchodząc w inny środek i wychodząc, bo się równo złamią. Dajmy teraz, że promienie rozchodzące się RC , Rb , Ra , (Fig: 147) idąc od punktu R , przez środek gęstszy Z , wchodzą w środek rzadszy X , oddzielony od pierwszego płaszczyzną ES . Promień RC , który bierzemy za prostopadły do ES , nie odmieni swego kierunku; poydzie w środku rzadszym linią CG . Promienie tylko Ra , Rb , po złamaniu się

od-

odmieniają swe kierunki, które łatwo wyznaczyć można. Niech od punktu R idzie znowu taki promień RM. Do linii MR szukamy drugiego, któraby się tak miała do niego, jak wstawy kąta, wpadającego promienia MR do wstawy kąta złamania tegoż promienia; czyli jak dosieczna kąta złamania do dosiecznej kąta wpadania: postawivszy tę linią naprzeciw kąta MCR od punktu M, wyznaczymy punkt O. Przez punkta O i M poprowadzimy linią prostą OMN, promień złamany pójdzie kierunkiem MN. Przez punkt M poprowadzimy linią YMV, prostopadłą do płaszczyzny ES; Kąt wpadania jest VMR, a kąt złamania jest YMN = VMO. Jeżeli z punktu M promieniem MC nakreślimy łuk koła; liniom MO, MR, będą dosiecznami: pierwsza kąta złamania NMY, druga kąta wpadania VMR; skąd wypada, że MN jest promieniem złamanym. Podobnym sposobem wyznaczemy łamanie się promieni RC, Rb, Ra. Bo jeżeli weźmiemy Ra : ra = dosieczna kąta wpadania do dosiecznej kąta złamania; aA będzie promieniem złamanym. Wystawując zaś linią CA bardzo krótką, będzie niewielka różnica między liniami ra, rC, iakoteż między liniami Ra, RC; a zatem i RC, rC są w tymże samym stosunku dosiecznych. Toż samo rozumieć trzeba o promieniu Rb; a zatem wystawić sobie można, że te trzy promienie rozchodzą się zaczynają od punktu r, który zowie się uniemianym punktem rozchodzenia się promieni. Stąd wypada, że promienie rozchodzące się idąc ze środka rzadszego w gęstszy, mniej się w nim rozchodzą, i od-

ległość punktu świecącego R , od powierzchni środka gęstszego ES , tak się ma do odległości od teyże powierzchni mniemanego punktu rozchodzenia się promieni r , iak wstawia kąta złamania do wstawy kąta wpadania.

Podobnym sposobem wyznaczymy łamanie się promieni schodzących, HD , Ii , Ll . Niech promień PQ wpada ze środka rzadszego w gęstszy: gdyby ten promień nie podlegał złamaniu, szedłby dalej kierunkiem Qf . Jeżeli linia QT tak się ma do Qf , iak dosieczna kąta złamania do dosieczny kąt wpadania, natenczas promień złamany póydzie kierunkiem linii QT . Podobnymże sposobem okazać można, że promienie schodzące się HD , Ii , Ll , których mniemane ognisko jest w punkcie f , zeydą się dalej, to jest w punkcie F .

Powiedzieliśmy (§. 95), że uważając promień złamany CB w środku gęstszym (Figura 145) za promień wpadający; ten wchodząc w środek rzadszy Z , póydzie kierunkiem CA , którym wpadał w środek gęstszego. A zatém z łamania się promieni idących ze środka rzadszego w gęstszy, łatwo wyprowadzić łamanie się ze środka gęstszego w rzadszy. Y tak promienie rozchodzące się w środku gęstszym X (Fig: 147) od punktu F , trzeba uważać, iak gdyby się rozchodziły od mniemanego ich ogniska f ; to jest, że wychodząc ze środka gęstszego w rzadszy bardziéy się rozchodzić będą. Promienie znowu schodzące się GC , Bb , Aa , których mniemane ognisko, jest w punkcie f zgromadzą się w punkcie R .

§. 98. Łamanie się światła w środkach oddzielonych powierzchnią kolistą.

Niech będą Z, X (Fig: 148) środki oddzielone powierzchnią kolistą MBb . Wystawujemy, że środek Z jest rzadszy, X gęstszy. Promień AB wpadając na wypukłość MBb , przedłużony w środek gęstszy, przechodzi przez punkt C , który jest środkiem wypukłości MBb , i żadnemu złamaniu nie podlega: Bo cośmy powiedzieli o powierzchniach zwierciadeł kolistych, to samo przytłosować możemy do powierzchni kolistych oddzielających środki, że można je uważać, iakoby złożone były z niekończenie małych płaszczyzn prostopadłych do końców średnic. Skąd wypada, że kąty wpadania i złamania są te, które promienie światła wpadające, lub złamane czynią ze średnicami, przez punkta wpadania, prowadzonymi; a zatem gdy promień światła przechodzi przez środek wypukłości, żadnemu złamaniu nie podlega.

Uważajmy naprzód dwa promienie równoodległe AB, MN : promień AB jest prostopadły, więc się nie złamie. Wyznaczmy łamanie się promienia MN . Przez punkt wpadania M i środek C wypukłości powierzchni MBb , poprowadźmy linią prostą MC . Na linii BCD weźmy podług upodobania punkt ∂ , od tego punktu postawmy naprzeciw kąta $MC\partial$ linią ∂m , któraby się miała do ∂C , iak wstawia kąta wpadania do wstawy złamania: wtedy od punktu M poprowadźmy MD równoodległą od $m\partial$: będzie MD kierunkiem pro-

mięnia złamanego, punkt D będzie ogniskiem promieni NM, AB. Bo dla podobieństwa trójkątów MCD, $mC\partial$, jest, $m\partial : \partial C = MD : DC$, czyli $m\partial : \partial C$, jak wstawa kąta MCD do wstawy kąta CMD. Wstawa kąta MCD roztwartego, jest ta sama, co i ostrego MCB, który jest równy kątowi wpadania NML, bo są jednostronne. A zatem CMD jest kątem złamania. Jeżeli promienie światła AB, *ab* równoodległe, mało są od siebie oddalone, zeydą się w punkcie F dalszym, aniżeli jest punkt D; bo DM jest mniejsza od DB; a zatem DB do CD, nie będzie w takim stosunku, jak DM do CD, więc aby nieznaczną była różnica między liniami DM, DB, trzeba żeby punkta M, B były blisko siebie, będzie ich ognisko dalsze np. w punkcie F; można więc linie BF, *bF* brać za równe. Jeżeli więc promienie światła nieznacznie są od siebie oddalone, będzie wstawa kąta wpadania do wstawy kąta złamania, jak odległość ogniska od powierzchni przedzielającej dwa środki, do odległości tegoż ogniska od środka wypukłości powierzchni.

Przebieżmy teraz w ogólności rozmaite wypadki łamania się światła, które za pomocą skrzynekki wyrażoney na figurze 140 okazywać można. Jeżeli światło dąży ze środka rzadszego w gęstszy, i powierzchnia kolista, oddzielająca te środki, obrócona jest swą wypukłością ku środkowi rzadszemu, następujące będą wypadki, 102. Promienie równoodległe zniydą się, 2re. Promienie rozchodzące się, gdy punkt świecący jest w znaczney odległości, będą się także schodzi-

ły: lecz gdy punkt świecący przybliży się do powierzchni oddzielającej środki, wtedy ognisko promieni będzie się oddalało: i przeciwnie, jeżeli punkt świecący oddala się od powierzchni, ognisko się do niej przybliży. *3te* Punkt świecący może się tak przybliżyć do powierzchni oddzielającej środki, że ognisko nieskończenie się oddali, czyli że promienie złamane zamiast zebrać się w jeden punkt; staną się równoodległymi. *4te*. Może nawet punkt świecący tak się przybliżyć do powierzchni kolistej, że promienie po złamaniu będą się rozchodziły, mniej jednak, aniżeli promienie wpadające. *5te*. Jeżeli schodzące się promienie wpadają na powierzchnię kolistą kierunkiem do jej środka, wtenczas się nie złamią, bo będą prostopadłe do powierzchni kolistej. *6te*. Jeżeli zaś ich kierunek jest ku innemu punktowi, tedy po złamaniu się uformują ognisko, które zawsze będzie między tym punktem, gdzie prostopadłe promienie dążą, to jest środkiem powierzchni kolistej, i między punktem, do którego dążą promienie wpadające: czyli, co jest jedno, jeżeli mniemane ognisko promieni wpadających będzie w mniejszej odległości od powierzchni kolistej, aniżeli jest jej środek: promienie po złamaniu będą się mniej schodziły: jeżeli zaś mniemane ognisko przypada za środek powierzchni kolistej, promienie po złamaniu będą się bardziej schodziły.

Daymy teraz, że wypukłość powierzchni kolistej obrócona jest ku środkowi gęstszemu, i że światło dąży, tak iak pierwéy, ze środka rzad-

szego w gęstszy; podobnymże sposobem następujące wnieski wyprowadzić można, uważając tylko, że łamanie się promieni zależy na zbliżaniu się ich ku prostopadłej. 10*o*. Promienie równoodległe będą się rozchodziły. 2*re*. Jeżeli punkt świecący znajduje się w środku powierzchni wklęsłej, tedy promienie rozchodzące się nie złamią, bo do téj powierzchni będą prostopadłe. 3*cie*. Jeżeli punkt świecący mniej jest odległy od powierzchni wklęsłej, aniżeli iéy środek, promienie po złamaniu, mniej rozchodzą się będą, aniżeli się rozchodziły wpadające: lecz jeżeli punkt świecący odleglejszy jest od powierzchni wklęsłej, aniżeli iéy środek, promienie złamane bardziej się rozeydą, aniż li wpadające. 4*te*. Jeżeli promieni schodzących się mniemane ognisko jest w środku gęstszym, w małej odległości od powierzchni oddzielającej środki, promienie złamane będą się także schodziły, mniej jednak, aniżeli wpadające. 5*te*. Jeżeli mniemane ognisko promieni wpadających jest odleglejsze, promienie złamane mniej także schodzą się będą, tak dalece, że naznaczywszy wielką odległość mniemanego ogniska, promienie po złamaniu będą równoodległe. 6*te*. Może zaś byż mniemane ognisko promieni schodzących się, tak odległe od powierzchni wypukłej, że promienie po złamaniu będą się rozchodziły.

Podobnym sposobem wyznacza się łamanie promieni idących ze środka gęstszego w rzadszy; A naprzód, gdy wypukłość powierzchni obrócona jest ku środkowi rzadszemu, następujące

będą wypadki. 1o*d.* Promienie równoodległe, po złamaniu, zbiórą się w ognisko. 2*re.* Promienie rozchodzące się od punktu świetnego, zgromadzą się także w ognisko: lecz gdy punkt świecący przybliży się do powierzchni, ognisko promieni oddala się od nię, i wzajemnie. 3*cie.* Można punkt świecący tak zbliżyć do powierzchni wklęsłę, że promienie po złamaniu się, będą równoodległe. 4*te.* Jeżeli punkt świecący jeszcze się bardziej przybliży do powierzchni wklęsłę, promienie po złamaniu będą się rozchodziły, mniej jednak, aniżeli promienie wpadające, gdy punkt świecący odleglejszy jest od powierzchni wklęsłę, iak ię środek. 5*te.* Ale jeżeli punkt świecący znajduje się między powierzchnią wklęsłą i ię środkiem: promienie po złamaniu, bardziej się będą rozchodziły. 6*te.* Jeżeli promienie wpadają schodzące się, w każdym przypadku będą się bardziej schodziły po złamaniu.

Pozostaie nam jeszcze uważać promienie idące ze środka gęstszego w rzadszy, gdy wklęsłość powierzchni oddzielającej środki obrócona jest ku środkowi rzadszemu. 1o*d.* Jeżeli promienie są równoodległe, po złamaniu się, rozchodzić będą. 2*re.* Jeżeli rozchodzą się od punktu świetnego, po złamaniu się jeszcze bardziej się rozeydą: tak, że im bardziej punkt świecący przybliży się do powierzchni wypukłę, tém bardziej promienie złamane rozchodzić się będą. 3*cie.* Promienie schodzące się, dążąc do środka powierzchni kolistę żadnę odmianie nie podpadną. 4*te.* Jeżeli się bardziej, lub mniej schodzą, wtenczas

mniemane ognisko promieni wpadających, jest zawsze między środkiem powierzchni kolistej, i ogniskiem promieni złamanych; odległość zaś ta może być tak wielka, że promienie złamane będą równoodległe.

§ 99. Łamanie się promieni w soczewkach wypukłych.

Skło jest gęstsze od powietrza, więc w niem bardziej się łamać będą promienie światła, jak w powietrzu: według różnej powierzchni, którą szkło mieć może, rozmaite w nich będzie łamanie się światła. Szkła według odmianny wierzchów różne mają nazwiska. 1od. Jeżeli obadwa jego wierzchy są płaskie i równoodległe, takie szkło zowie się płaskim. 2re. Może mieć wierzch jeden płaski, drugi wypukły. 3cie. Albo też obadwa wypukłe; pierwsze zowie się płasko wypukłe, drugie wypukło wypukłe. 4te. Może być płasko wklęsłe. 5te. Wklęsłe z obudwu wierzchów. 6te. Jeden wierzch wklęsły, drugi wypukły, takie zowie się *Meniscus*. Wszystkie te gatunki szkła zowią się jeszcze soczewkami (*lentes*). W każdej soczewce linia prostopadła do obudwu jej wierzchołków, zowie się osią soczewki: gdy te wierzchy są koliste, oś przez ich środek przechodzi; lecz jeżeli jeden wierzch jest płaski drugi wypukły, oś przechodząc przez środek jednego, jest prostopadłą do drugiego.

Promienie światła padające na soczewkę, dwa razy się złamią, raz wchodząc w soczewkę,

drugi raz z nię wychodząc. Niech będzie soczewka de (Fig: 149), naprzeciwko nię przedmiot Aa . Promienie równoodległe bd , be , po dwójstem złamaniu się w soczewce de zgromadzą się w punkcie f , ognisku promieni równoodległych. Promienie schodzące się Ad , ae , zeszyłyby się w punkcie g , gdyby nie środkowała soczewka; po dwójstem w nię złamaniu się, zniyda się w punkcie h , czyniąc kąt większy, aniżeli g . Promienie rozchodzące się cd , ce , bez soczewki rozchodziłyby się coraz bardzię; po złamaniu się w nię, zgromadzą się w punkcie g : część zatem przedmiotu cc , widziałoby oko w punkcie g położone, pod kątem optycznym g , czyli kątem wielkości całego przedmiotu: zostające zaś oko w punkcie f , to jest w ognisku promieni równoodległych widziałoby przedmiot Aa , pod kątem optycznym ∂fe , daleko większym, aniżeli g .

Obraz przedmiotu wydaie się za soczewką w większę odległości, aniżeli jest przedmiot: bo promienie rozchodzą się od wszystkich punktów przedmiotu, po złamaniu zaś mnię rozchodzić się będą; przeto ich mniemane ognisko będzie dalsze.

Lecz aby obraz przedmiotu wydawał się za soczewką, trzeba żeby przedmiot znajdował się bliżę soczewki, aniżeli ognisko f promieni równoodległych; bo gdyby był dalej, promienie od wszystkich tego punktów idące, nie bardzoby się rozeszły, więc po złamaniu byłyby równoodległe; przeto nie możnaby im naznaczyć mni-

manego ogniska; a zatem nie wydawałby się obraz przedmiotu za soczewką. Ale jeżeli takie promienie po złamaniu schodzą się będą, wystawią obraz przedmiotu między okiem i soczewką. Dajmy, że C (Fig: 150) jest ognisko promieni równoodległych soczewki mn , za niem stoi przedmiot AB . Promienie An , Am , składające ostrokreśli światne idąc od końców tego przedmiotu, mało są od siebie oddalone wpadając na soczewkę; po złamaniu schodzą się będą, i przecinając się wystawią obraz ba przewrócony, potem promienie po przecięciu rozchodząc się wpadają w oko w punkcie D , które dlatego widzi przedmiot w przewróconém położeniu.

Za pomocą soczewek dostają się takie promienie do oka, któreby bez nich nie wchodziły: bo jeżeli promienie rozchodzą się, nie wiele ich w oko wpada, gdy zaś soczewka srodkuje między przedmiotem i okiem, promienie po złamaniu schodzą się, a zatem więcej ich do oka przychodzi. Dlatego przyczyny widzimy przez soczewki przedmioty jaśniejsze; ale znowu wiele promieni odbija się od szkła i rozchodzi na boki, zwłaszcza gdy grubość soczewki jest znaczna.

Częstokroć soczewka nieforemny przedmiot okazuje, kiedy jest bardzo wypukła, i przedmiot od niej znacznie oddalony: bo w takim razie łamanie się promieni nie jednakowe będzie we wszystkich punktach wierzchu soczewki; gdyż promienie wpadające nie jednakowo są nachyłone do wierzchu soczewki dla jego wypukłości: dlatego różne punkta przedmiotu nie w jedny

są odległości od tego wierzchu, więc promienie rozmaicie się łamiąc, nieforemny obraz przedmiotu wystawia. Dla tychże przyczyn niektóre części przedmiotu nie wyraźne się wydawać będą, a inne w żywych kolorach: i tak jeżeli soczewki ognisko jest krótkie, tedy środek przedmiotu, jako iéy bliższy wydawać się będzie iasny, boki zaś iego, jako dalsze od soczewki nie wyraźnie się okażą. Przeto kolistość soczewek przyczyną jest, iż promienie nie zbierają się w jednym punkcie. Łatwo się o tém przeświadczyć można, zbierając soczewką na iaką płaszczyznę promienie światła; te nigdy się nie zgromadzą w jeden punkt, lecz zrobią kółko iasne, tém większe, im większa jest wypukłość soczewki: to oddalenie się promieni złamanych od wspólnego ogniska, pochodzące od kolistości soczewki, zowie się *zбочeniem kolistości*.

Ponieważ promienie przechodzące przez soczewkę blisko iéy brzegów, nie schodzą się w jedno ognisko z promieniami, idącemi koło osi soczewki; przeto te brzegi zasłonić można, aby tylko promienie koło osi przechodzące zbierały się w ognisko, a tém samém iśniejszy i foremniejszy obraz przedmiotu malowały.

Odległość ogniska soczewki równie wypukłéy z obu dwu stron, jest równa połowie średnicy kuli, której częścią jest wierzch soczewki; odległość ogniska soczewki płasko wypukłéy równa się średnicy, której soczewka jest wycinkiem. Nie wszystkie promienie światła jednako się łamią, iak obaczemy w następującym Rozdziale;

przeto za pomocą stosunku kątów wpadania i złamania, nie można wyznaczyć dokładnie odległości ogniska od wierzchu soczewki. Przestańmy więc na praktycznym dochodzeniu, które dwojakim sposobem zrobić można: 108 zbierając soczewką promienie światła od słońca, lub jakiego ciała palącego się, na jaką płaszczyznę, wyznaczemy ięć ognisko. 222. Do płaszczyzny przybliżać lub oddalać od nięć soczewkę dopóty, póki iaki przedmiot nie odmaluje się na nięć żywemi kolorami.

Soczewki wklęśte nie zgromadzią promieni, przeto wystawią obraz przedmiotu mniejszy. Y tak promienie $A\partial$, Be (Fig: 151), idące od końców przedmiotu AB , bez środkuiący soczewki zgromadziłyby się w punkcie D , po dwoiśtem zaś w nięć złamaniu, zeydą się w punkcie F ; przeto oko widzi przedmiot pod kątem optycznym aFb , mniejszym od kąta AFB , pod którym widziałyby nie używając soczewki. Może się wprawdzie zdarzyć, że promienie po pierwszym złamaniu w punktach ∂ , e , uczynią kąt większy, lecz za drugim złamaniem oddalając się od prostopadłęć, poydą kierunkami czyniącemi kąt mniejszy.

Soczewki wklęśte wystawią obraz przedmiotu bliżęć oka. Sądziemy o odległości przedmiotu podług promieni rozchodzących się od wszystkich punktów przedmiotu. Niech będzie punkt świejący A (Fig: 152), promienie rozchodzące się Ab , Ab , po pierwszym złamaniu poydą kierunkami be , be , wychodząc z soczewki oddalą

się od prostopadłych, i pójdą kierunkami ed , ed . Oko zatem dd naznaczy w punkcie a mniemane ognisko rozchodzących się promieni.

§. 100. Widzenie wyraźne i niewyraźne, i sposoby poprawienia niedoskonałości oczów.

Rzecz jest oczywista, iżbyśmy żadnych przedmiotów nie widzieli, gdyby promienie światła od nich idące nie wpadały w oczy nasze: łatwo się o tём przekonamy, uważając i jakim odmiąnom podpadają promienie wchodzące w części oka. Daymy np. że Z jest oko (Fig: 153), naprzeciw niego stoi przedmiot AC . Promienie od punktów tego przedmiotu rozchodzą się na wszystkie strony, z tych te tylko uważać będziemy, które się dostają do oka: i lubo od jednego punktu przedmiotu np. B , znaczna liczba promieni wpada w oko, uważać tylko będziemy trzy promienie BD , BE , BF .

Promień BD padając prostopadle na powierzchnią EDF , idzie z powietrza w humor wodnisty nie łamiąc się, aż do punktu H , gdzie także będąc prostopadłym do powierzchni humoru kryształowego, pójdzie dalej nie łamiąc się, aż do punktu M , gdzie znowu będąc prostopadłym do powierzchni humoru szklanego, pójdzie pierwszym swoim kierunkiem, aż do punktu O błonki siatkowey. Lecz promień BE padając ukośnie z powietrza na powierzchnią humoru wodniste-go EDF , złamie się przez nachylenie ku prostopadley, dążąc po tём złamaniu do punktu G

powierzchni humoru kryształowego, tam jeszcze się bardziéy zbliży ku prostopadłéy, i padnie na punkt L powierzchni humoru szklanego: nakoniec wychodząc kierunkiem ukośnym GL, z humoru kryształowego, w humor rzadszy to jest szklanny, oddali się tak od prostopadłéy, iż z promieniem BDO zeydzie się w punkcie O, błonki siatkowéy. Podobnymże sposobem dąży promień BF do punktu O; przeto promienie chociaż rozchodzą się z punktu B, wszelako przez szczupły otwór źrenicy schodzą się na błonce siatkowéy. Podobnież promienie wychodzące od punktu A, po złamaniu się w humorach oka, zeydą się w punkcie X; promienie zaś wychodzące od jakiego punktu między A i B, zeydą się na błonce siatkowéy między punktami X, O.

Jeżeli przedmiot oddala się tak od oka, iż punkt jego B zawsze znajduje się na linii BD, promień BD doydzie do błonki siatkowéy, promienie zaś BE, BF mniej się rozchodząc, tak łamać się będą w humorach oka, iż się zniyda przed punktem O, to jest przed błonką siatkową. Przeciwnie, jeżeli przedmiot bardzo się do oka przybliży, promienie od punktu B wychodzące, znacznie się rozeydą; więc pod takim nachyleniem wpadając w źrenicę, po złamaniu daléy się zniyda, jak jest punkt O. Może byđż nawet przedmiot tak blizki oka, iż promienie od punktów jego rozchodząc się pod wielkim bardzo kątem, po złamaniu nie zeydą się w oku.

We wszystkich tych przypadkach, każdy punkt przedmiotu znaczneby miejsce zabierał

w głębi oka; a zatem obrazy punktów przedmiotu zabierając w oku znaczne miejsca, mieszałyby się iedne z drugimi, i byłyby niewyraźnie odmalowane. Bylibyśmy nieraz w takich przypadkach niewyraźnego widzenia, gdyby oko przeciwko nim nie było opatrzone w rozmaite sposoby. Możemy bowiem źrenicę oka rozszerzać lub ścisnąć, gdy przedmioty są dalsze lub bliższe; możemy humor kryształowy zrobić bardziéj lub mniej wypukłym, albo możemy humor kryształowy przybliżać lub oddalać od błonki siatkowéj, iak pokazaliśmy wyżej (§. 80). Przeto jeżeli obrócimy oczy ku przedmiotowi tak odległemu, że go w zwyczajném ułożeniu oczów doyrzec nie możemy, natenczas przez ściąganie czterech muskułów, oko się spłaszcza i wypuklejszy robi się humor kryształowy, przez co promienie od przedmiotu wychodzące, zgromadzają się na błonce siatkowéj. Jeżeli zaś patrzymy na przedmiot bardzo blizki, natenczas oko za pomocą dwóch ukośnych muskułów, staje się wypuklejsze, czyli oddala się humor kryształowy od błonki siatkowéj. Nie czujemy wprawdzie téj odmiany, bośmy się do niéj przyzwyczaili przez częste iéy powtarzanie.

To zbliżanie i oddalanie humoru kryształowego od błonki siatkowéj, konieczne jest potrzebne do doskonałego widzenia: dlatego niektóre ptaki, mające błonki oczów tak twarde, iżby ich muskułami ścisnąć, lub rozszerzyć nie mogły, natura opatrzyła innemi sposobami. Mogą one humor kryształowy przybliżać lub odda-

łać od błonki siatkowéy za pomocą źylek od niéy idących, na których wisi humor kryształowy: ryby zaś dlatego mają humor kryształowy kształtu kulki i bardziéy twardy, iż w ich oczach dwa razy tylko promienie łamią się, to jest w humorze kryształowym i szklannym.

Oczy niedoskonałe będą, które są albo bardzo płaskie, albo nadto wypukłe, pierwsze więc daleki przedmiot lepiéy rozeznają, drugie bliższy; bo w płaskie oko promienie od bliższego przedmiotu bardzo rozchodząc się wpadają; więc po złamaniu się w oku, nie zgromadzą się na błonce siatkowey lecz daléy. Dlatego ci ludzie, którzy dla podeszłego wieku mają oczy spłaszczone, nie mogą rozeznawać liter na xiążce, tylko ją oddaliwszy od siebie: przeciwnie człowiek mający oczy wypukłe przybliżyć je będzie do xiążki: bo promienie na wypukłe oko padając, jeżeli się nie bardzo rozchodzą, po złamaniu zgromadzą się w ognisko przed błonką siatkową: przeto aby się schodziły na saméy błonce siatkowéy, trzeba żeby w rozchodzeniu się z punktów przedmiotu, miały kąt roztwarty, przezco po złamaniu w oku, zniydną się w właściwém sobie miejscu. Na poprawienie niedoskonałości oczów płaskich używa się pospolicie soczewek wypukłych, które bliżey promienie zgromadzą; poprawi się zaś niedoskonałość oka wypukłego soczewką wklęsłą, przez którą promienie od przedmiotu przechodząc, idą w oko rozchodząc się, a zatém po złamaniu zbiorą się na błonce siatkowéy.

Ponie-

Ponieważ każdy punkt przedmiotu widzianego wyraznie jeden tylko punkt w oku zajmuje, i znowu ponieważ każdy punkt w głębi oka, od jednego tylko punktu przedmiotu odbiera promienie; stąd wypada, że całkowity obraz przedmiotu zabierze jaką część błonki siatkowej, i że na nię zgromadzą się wszystkie promienie, które źrenica przepuściła, i odmalują obraz podobny przedmiotowi: ta tylko jest różnica, iż ciało wyobraża się w oku powierzchnią; powierzchnia zaś wyobrazą się czasem linią, a linia punktem, i że obraz przedmiotu jest mniejszy i przewrócony. Malowanie się obrazu przedmiotu na błonkę siatkową, można okazać prostem doświadczeniem, które podał *Kartezyusz*. Trzeba mieć oko z jakiego zwierzęcia dopiero zabitego: z którego zręcznie zdjąwszy błonkę rogową i kościaną nie naruszywszy błonki siatkowej, wstawić je w otwór okiennicy ciemnego pokoju, tak aby błonka siatkowa do niego była obrócona, potem przykrywszy ją plówką z jayka, obaczemy na nię odmalowane obrazy przedmiotów zewnątrz pokoju będących.

Można jeszcze to samo doświadczenie okazać za pomocą oka sztuką udziałanego, które wystawuje figura 154. Jest to kula drewniana AB, mająca średnicę około czterech cali. Przy C jest otwór okrągły o linii średnicy, w który wstawia się szkło z obudwu stron wypukłe, mające wyobrażać humor kryształowy oka. Na przeciwnę stronę kuli jest także otwór okrągły HI, na dwa cale obszerny, do niego przyprawiona jest rurka

drewniana KHLI takiejże obszerności: w tę rurkę wchodzi inna ruchoma DEGF, którą podług potrzeby można w pierwszą wsuwać, lub z niej wysuwać: jeden otwór téy rurki EG zasłoniiony jest papierem białym zmoczonym w oliwie, lub też szkłem dartém, z obudwu stron płaskim: ten papier, lub szkło darte wyobraża błonkę siatkową oka, na której malują się obrazy przedmiotów w oku naturalném. Całe narzędzie stoi na postumencie AP. Chcąc doświadczyć skutków tego sztucznego oka, trzeba obrócić otwór C ku iąkiemu przedmiotowi, i wsuwać lub wysuwać rurkę DEFG dopóty, póki oko naturalne patrzące przez otwór DF nie obaczy przedmiotu odmalowanego na papierze lub szkłe dartém. Obraz iego będzie w położeniu przewróconém, podobnie iak malują się przedmioty w oku naturalném.

Wyrażają się więc przedmioty na błonce siatkowéy, złożonéy z drobnych nitek żyły optycznéy, która dochodzi aż do mózgu: przeto jeżeli iakie poruszenie nastąpi w błonce siatkowéy, to przez komunikacyą dóydzie do mózgu, czyli do powszechnego siedliska uczuciów duszy. Lecz ponieważ dusza złączona jest z ciałem, przeto niektóre iéy uczucia są koniecznym skutkiem poruszeń ciała. Y tak ponieważ rozmaite części przedmiotu, poruszają różne części błonki siatkowéy oka, i że te poruszenia przez żyłę optyczną dostają się do mózgu; przeto dusza w jednymże czasie wielką liczbę wyrażnych uczuciów odbierze. Stąd można tłumaczyć: *Id* że dusza wyobrazí sobie przedmiot tém jaśniej-

szy i żywszy, im większa liczba promieni od punktów przedmiotu wpada w oko; a zatem wielkość źrenicy przykłada się znacznie do jasnego widzenia przedmiotów. *zre.* Gdyby oko uważało jeden tylko punkt przedmiotu, promienie światła od niego rozchodzące się, tém mniejsze czyniłyby wrażenie w siedlisku czucia, im odleglejszy byłby przedmiot od oka: bo promienie idące od jakiego punktu, zawsze się rozchodzą: a zatem im dalszy jest przedmiot, tém mniej promieni, od jego punktu rozchodzących się wpadają w źrenicę. Dlatego łożo źrenica oka rozszerza się, gdy zostaniemy w ciemnym miejscu, przeciwnie, ścieśnia się, gdy znaczne znowu światło, zbyt mocno razi w oczy. Z wielkości albo małości źrenicy, łatwo wyłożyć można, dlaczego niektóre ptaki i zwierzęta w nocy widzą, czemu niektóre z nich chronią się wielkiego światła, inne zaś na nie chętnie patrzą. *gcie.* Wyraźne widzenie przedmiotu, zależy także od wielkości obrazu odmalowanego na błonie siatkowej: bo powinno się przynajmniej mieścić tyle włóków żyły optycznej w powierzchni obrazu odmalowanego na błonie siatkowej, ile jest cząstek przedmiotu przesyłających promienie do źrenicy: inaczej, każda cząstka przedmiotu nie poruszyłaby szczególniej sobie niteczki żyły optycznej; i gdyby promienie idące od dwóch punktów przedmiotu, jedną tylko ię niteczkę poruszały, natomiast dusza wyobrażałaby sobie jeden tylko punkt przedmiotu. Dlatego łożo obrazy małych przedmiotów i bardzo oddalonych, wydają się

ciemne. Stąd także pochodzi, iż jeżeli przedmiot jest różnych kolorów, natenczas oko te tylko miejsca przedmiotu obaczy, które są kolorów świetniejszych. Dlatego z daleka patrząc na łąkę, na której gdzie niegdzie rosną kwiatki białe, zdawać się będzie, iż cała jest zarosła kwiatami.

R O Z D Z I A Ł IV.

R O Z B I O R S W I A T Ł A,

f. 101. Rozbiór światła przez pryzma.

PIERWSZY był *Newton*, który światła od słońca i innych ciał świecących przychodzącego naturę uważał: po wielu doświadczeniach postrzegł on *naprzód*, iż światło składa się z części, czyli promieni wcale od siebie różnych: wniósł *potwóre*, iż ciała nieprzezroczyste żadnych z siebie nie mają kolorów, lecz się w takich okazują, iakie promienie odbijają. Przytaczamy tu niektóre jego doświadczenia, okazujące te prawdy.

Przez rurę *TS* (*Fig: 155*) osadzoną w okiennicy wpuścimy do izby ciemnej promień słoneczny *SI*, zrobi on na przeciwnym ścianie kółko świetne takiegoż koloru, iak słońce. Ale

jeżeli przepuścimy ten promień przez pryzma
 szklane SPD, natenczas po złamaniu się w nióm,
 pójdzie kierunkiem prawie poziomym PMN, i na-
 stępujące widoki okaże. 108. Rozszerzywszy się,
 odmaluje na płaszczyźnie LK obraz podługowaty
 MN, po obu dwu końcach M; N zaokrąglony, i
 którego dwa inne boki czynią prawie linie pro-
 ste. 2rc: Szerokość tego obrazu równa jest śre-
 dnicy kółka świetnego, które promień słoneczny,
 nie łamiąc się jeszcze w przyzmacie, odmalował
 w miejscu I; stąd wnieść potrzeba, że promień
 po złamaniu w jedną się tylko stronę rozszerzył.
 3cie. To złamane światło wydaie się w siedmiu
 kolorach, podobnie iak i obraz MN z nich ufor-
 mowany; kolory te następującym idą porządkiem
 zaczynając od N do M, czerwony, pomarańczow-
 y, żółty, zielony, błękitny, niebieski, fiole-
 towy. Z tego doświadczenia oczywisty wniosek
 wypada, że światło złożone jest z części wcale
 od siebie odmiennych, bo *naprzód* nie wszystkie
 jego promienie równo się łamią: *powtóre* nie o-
 kazują się w jednakowych kolorach. Niemożna zaś
 powiedzieć, aby różność łamania się promieni,
 iako też ich kolorów, nie była właściwa promie-
 niom światła, lecz tylko zależała od łamania się
 ich w przyzmacie: Albowiem jeżeli promienie
 złamane w pierwszym przyzmacie przepuścimy
 jeszcze przez drugie, którego oś AB (Fig: 156)
 czyni z osią pierwszego przyzmatu kąt prosty;
 natenczas promienie drugi raz złamawszy się, nie
 odmalują obrazu kwadratowego MmNn, iakby
 powinny, dlatego że osie przyzmatów czynią

kąt prosty, lecz uformują obraz podobny pierwszemu, co do szerokości i ułożenia kolorów, z tą różnicą, że jest pochylony, jak wystawie MN. Pochylenie tego obrazu pochodzi stąd, iż promienie złamane w pierwszym pryzmacie, ieszcze się bardziej łamią w drugim.

Chcąc doświadczyć w szczególności każdego kolorowego promienia, trzeba go osobno przepuszczać przez dziureczkę w tablicy zrobioną; ale promienie złamane w pryzmacie formują kółka kolorowe zachodzące jedne na drugie, jak okazuje figura 157; więc trudno jest każdy oddzielnie przepuścić. Można wszelako zapobiedz temu następującem doświadczeniem. Złamawszy promień światła pryzmatem SVT (Fig: 158), przedzielmy go dwiema tablicami PQ, pq: w każdej tablicy jest małeńka dziurka X, x: za tablicą pq jest drugie pryzma sut, ustawione w takim położeniu, jak pierwsze. Wykręcając pierwsze pryzma SVT koto jego osi, i przepuszczając następnie wszystkie promienie złamane przez dziurki X, x i przez pryzma stu, odmaluje się tyle kółek kolorowych na karcie Yy, ile przepuszczonych będzie promieni: postrzeżemy, iż kółko żółtego koloru wyższe miejsce weźmie, aniżeli czerwone, zielone wyżej, niż żółte, i tak dalej aż do kółka fioletowego, które naywyższe miejsce zabierze: promienie zatem w tym drugim pryzmacie złamały się w takim stosunku, jak w pierwszym.

Jeżeli promień złamany w pryzmacie odbiemy rozmaitemi zwierciadkami, te nie odmieniają,

ani kolorów promieni, ani ich położenia względnego: od płaskiego zwierciadła tak się odbiją, jak wpadły: zwierciadło wypukłe osłabi natężenie kolorów powiększając obraz: zwierciadło wklęsłe pomniejszy obraz aż do swego ogniska, potem przewróci obraz kolorów, i coraz dalej ich żywość umniejszać będzie: zwierciadło cylindrowe obraz kolorów w postaci tęczy wystawi; ale w tych wszystkich odmianach zostaną te same kolory, i zawsze swe położenie względne zachowywać będą.

Uważał także *Newton*, że promienie najbardziej się łamiące, najprędzej się odbiją. Y tak przepuściwszy promień światła przez bok KI pryzmatu czworobocznego (Fig: 159) tak, aby promień TM czynił z podstawą pryzmatu LI kąt TMI około pięćdziesiąt stopni, ten promień nieznacznie się złamie wpadając na powierzchnię KI, ale wychodząc z punktu M, i odmaluje obraz kolorowy na karcie NN, ponieważ wpadając na powierzchnię KI, nieznacznie się do niej nachyla: druga część promienia odbije się linią prostą do O, gdzie ustawić trzeba drugie pryzma TXV, którego kąt X łamiący promienie powinien mieć przynajmniej pięćdziesiąt pięć stopni: ta część światła złamawszy się w tém pryzmacie, odmaluje drugi obraz kolorowy na karcie PP. Obracając pierwsze pryzma LKI, koło jego osi tak, aby promień wpadający TM czynił z jego podstawą LI kąt około czterdziestu pięciu stopni, światło pierwszego obrazu QRS zacznie się odbijać na drugie pryzma, ale się najpier-

węy odbiją promienie Q fioletowe i błękitne, i przeszedłszy przez drugie pryzma, pomnożą ilości tychże samych kolorów w drugim obrazie qrs : potem z obrazu QRS znikną promienie zielone, żółte, pomarańczowe, a na ostateku odbiją się promienie czerwone. Nie wszystkie zatem promienie jednakowo się odbijają: aże fioletowe i błękitne najbardziej się łamią, te także najprędzej się odbijają. A zatem światło jest złożone z różnorodnych części, którego promienie najbardziej się łamiące, najbardziej się odbijają.

Doświadczać jeszcze potrzeba w szczególności każdego promienia jednorodnego; obierzmy np. czerwonego koloru, bo będąc pierwszy, łatwiej może być od innych oddzielony; przepuścimy *10d* ten promień przez kąć pryzmatu, wyobrazi się on po złamaniu, okrągły, i jednokolorowy, bo wszelkie jego cząstki, jako jeden kolor składające, równie się złamią: inne zaś jest łamanie się promienia słonecznego. *2re.* przepuścimy ten promień przez soczewkę mającą ognisko siedem lub ośm cali, uformuje on w samym ognisku dwa ostrokąci stykające się wierzchołkami, które zachowają jednokolorowy kolor w całej swej rozciągłości. A zatem zgęszczanie i rozrzedzanie nie czyni w kolorze odmiany. *3cie.* Trzymajmy naprzeciw tego promienia jakie szkło grube innego koloru: jeżeli ten promień nie przejdzie przez szkło, odmaluje na nim kolor czerwony, jeżeli jaka jego część przejdzie przez szkło, zachowa także sobie wła-

ściwy kolor: a zatem kolor nie pochodzi od łamania się promieni w szkłe. 4te. Niech nakoniec ten promień pada na ciała rozmaitych kolorów; jaką tylko ich część oświeci, ta wydawać się będzie czerwonego koloru: a zatem kolory promieni światła są im właściwe.

§. 102. Czyli wszystkie promienie słoneczne jednakowe ciepło sprawują.

Promienie słoneczne mają własność sprawowania uczucia ciepła, gdy się z pierwotnymi cząstkami ciał łączą: ale nie wszystkie w równym stopniu własność tę posiadają. *Herschel* trzymał następnie gałkę ciepłomiaru *Farenheita* w promieniach światła czerwonych, zielonych, fioletowych: od pierwszych promieni wzniosł się *merkurys* w ciepłomiarze na pięćdziesiąt pięć stopni, od działania drugich promieni podniósł się na dwadzieścia pięć stopni, od trzecich na szesnaście. W tym doświadczeniu ustawione było pryzma wysoko w otwartym oknie, tak aby promienie słoneczne padały nań prostopadle. Za pryzmatem stała tablica, w której był otwór prostokątny; przez ten promienie kolorowe przechodząc, uderzały na ciepłomiar, dwa inne ciepłomiary zostające w cieniu blisko pierwszego okazywały jednostayną odmianę stopnia ciepła w czasie tego doświadczenia.

Uważał potem *Herschel*, który z promieni kolorowych najlepij może oświecić przedmiot ciemny w Mikroskopie: zdało mu się, że pro-

mienie żółte najbardziej z pomiędzy innych oświecały, chociaż obraz przedmiotu równie prawie był jasny od każdego promienia oświecony.

Własność tę promieni żółtych, iż najbardziej oświecają, znał dobrze *Newton*, ponieważ w swym traktacie o świetle radzi tak ustawiać soczewki w Teleskopach, aby się obrazy przedmiotów malowały nie w ognisku promieni mniej łamiących się, które są po brzegach zielonych i błękitnych, lecz w pośród promieni pomarańczowych i żółtych, które są najsławniejsze.

Zatrudnia się potem *Herschel* porównaniem działań, które sprawić mogą promienie wydające ciepło, z działaniami promieni wydających światło: usiłuje okazać, że tak pierwsze, jak drugie mogą się odbijać i łamać podług tych samych prawidła. Czyni naprzód doświadczenia z ciepłami, które ciała świecące wydają, iekoto słońce, lampy świecące, i wszelkie ciała gorące: podobnym sposobem dochodzi potem ciepła, która sprawują niewidzialne promienie, tak słońca, iako też i innych ciał palących się. Przytoczmy tu niektóre jego postrzeżenia.

W izbie ciemnej, do której promień światła wpuszczony, odmalował obraz słońca, *Herschel* trzymał zwierciadło płaskie w miejscu, gdzie promienie słoneczne nie padały, to jest odbijał promienie niewidzialne, które padały na ciepłomiar *Farenheita*, i merkuryusz w dziesięciu minutach wzniósł się na dwa stopnie ciepła: drugi ciepłomiar podobnej podziałki, będący w takim położeniu, iż na niego promienie niewi-

działne odbite od zwierciadła nie padały, żadney odmiany nie okazał. Odbiwszy znowu niewidzialne promienie na ciepłomiar zwierciadłem wklęśłem, merkuryusz się podniósł na dwadzieścia cztery stopnie. Promienie niewidzialne innych ciał palących się odbite takimiż zwierciadłami, podobneż skutki okazywały.

Dochodził potém *Herschel*, czyliby promienie ciepło sprawujące, nie mogły bydz widzialnemi przez zgęszczenie. Na ten koniec wzięwszy wielką soczewkę *Dollonda* okrył iéy część papierem tak, iż promienie światła robiły kółko świetne na papierze, i obwód tego kółka odległy był od brzegów papieru na iedną linią, przez co promienie niewidzialne czyli ciepło sprawujące, same tylko mogły przechodzić przez soczewkę: trzymał potém w jéy ognisku ciepłomiar, merkuryusz natychmiast się podniósł na 45 stopni, a gałka ciepłomiaru kolorem czerwonym była pokryta: gdy zaś obwód kółka świetnego odległy był od brzegów papieru na dwie linie, merkuryusz się podniósł na 21 stopni, i nie widać już było czerwonego koloru na gałce ciepłomiaru: że zaś ten okazywał się w poprzedzającym doświadczeniu, przypisuje to *Herschel* niedoskonałemu łamaniu się promieni w soczewce, i trudności wyznaczenia miejsca, gdzie się kończą promienie świecące. Prócztego robił te doświadczenia *Herschel* w izbie niezupełnie ciemney, bo tylko okno firankami zasłonił.

Z tych doświadczeń i wielu innych wnosi *Herschel*, że promienie idące od słońca i innych ciał

świejących są dwoiakie, jedne niewidzialne i ciepło sprawujące, drugie widzialne i świejące, i że tak pierwsze, jak drugie tymże samym prawidłem łamania się i odbicia podpadają. Wypada jednak więcéy uczynić doświadczeń dla zupełnego przekonania się, iż jedne promienie ciepło sprawują, drugie ogrzewają; i można powiedzieć, że ta materya nie jest ieszcze dostatecznie dowiedziona.

§. 103. Mieszanina kolorów inne okazuje kolory.

Promienie od słońca idące zdają się być białego koloru, przepuściwszy je przez przyzma rozdzielamy na siedm pierwiastkowych promieni odmiennych kolorów: zebrawszy je znowu przez soczewkę wypukłą przywracamy im kolor biały. Z tych doświadczeń wniesć można, że mieszanina różnych kolorów sprawuje kolor biały. Y to ieszcze uważać należy, że do zrobienia białości zupełnéy, nie koniecznie trzeba mieszać wszystkie kolory, które widzimy w rozebranych promieniach światła; albowiem białosc promieni słonecznych jest niezupelna, okazuje się w niéy żółty kolor, który oddzieliwszy, białosc ich zupełnie się wyda. Słowem białosc zupełna pochodzi od proporcjonalnéy mieszaniny czterech lub pięciu kolorów.

Pierwotne kolory, to jest iednorodné wydają także przez mieszaninę rozmaite kolory: czasem z téy mieszaniny wypada kolor podobny do pier-

wiaftkowego. Y tak kolor czerwony i żółty wydaie pomarańczowy, żółty i błękitny wydaie zielony, błękitny i fioletowy wydaie niebieski; z tego jednak wnosić nie można, iakoby kolory czerwony, żółty, i błękitny były tylko pierwiaftkowe; okazał bowiem *Newton* następującem doświadczeniem, że i inne cztery kolory równie są pierwiaftkowe. Do izby ciemnej wpuścił on dwoma otworami R, T, (Fig: 160) promienie słoneczne, każdy był gruby na trzy linie: o dziesięć lub dwanaście flóp zbierał je w soczewki L, l, za któremi były dwa przyznata G, g, w przewróconém położeniu, iak wyftawie figura: za niemi stała tablica AB, ze dwoma dziurami C, D, każdéy średnica 3 linie, odległość dziur od siebie, ośm calów: Wykręcając przyznata G, g, i odmieniając względem nich położenie tablicy AB, i karty biały EE, zgromadzał w jedno miejsce: 1o d. z obrazu C kolor czerwony, z obrazu D kolor żółty. 2re z jednego obrazu kolor żółty, z drugiego błękitny: 3cie z jednego błękitny, z drugiego fioletowy: w pierwszym razie na karcie EE wydawał się w miejscu F, kolor pomarańczowy, za drugim mieszaniem zielony, za trzecim niebieski. Nakoniec pojedynczo przepuściwszy promień pomarańczowy, zielony i niebieski, patrzył na te obrazy przez inne przyznata: każdy kolor pochodzący od złamania się w jednym przyznacie był jednofstajny i zabierał miejsce okrągłe. Kolory zaś pochodzące z mieszania promieni ze dwóch przyznatów, wydawały się, patrząc na nie przez inne przyznata figury o

walnéy, i jeden kolor na drugi zachodził, chociaż gołym okiem patrząc, wydały się być iednostajnego koloru: siedm zatem kolorów jest pierwotnych, chociaż niektóre z nich można udawać mieszaniną.

§. 104. Kolory ciał od czego pochodzą.

Widzieliśmy, że promienie światła mają kolory sobie właściwe, i które żadnym sposobem odmienione być nie mogą. Lecz kolory innych ciał nie są tak trwałe: mkną one z czasem, odmieniają się podług rozmaitego położenia ciał, i układu ich powierzchni, albo nawet podług rozmaitego ułożenia cząstek, z których się ciała składają.

Rozbierzmy pryzmatem promienie słońca wpuszczone do izby ciemnéy, i te kolorowe promienie niech padają na ciała rozmaitych kolorów, te wydawać się będą w takich kolorach, iakie promienie na nie padają. Jeżeli ciało takiegoż jest koloru, iakiego promienia nań padający; natenczas okaże się koloru iśniejszego; gdy zaś np. ciało jest koloru zielonego, a puszczaemy nań promień czerwony, wydawać się będzie ciemno czerwone; puściwszy zaś promień czerwony na ciało takiegoż koloru, okaże się iasno czerwonego koloru. Z tego doświadczenia wypada, że ciało okazuje się w takich kolorach, iakie promienie odbija.

Z pomiędzy promieni nie odbitych od ciała, iedne przechodzą przez jego pory; gdzie po

różnych odbiciach i łamaniach łączą się nareszcie z pierwotnymi cząstkami tego ciała, i tak złączone udzielają mu ciepła. Dlatego to ciało tem prędkiej się rozgrzewa, im mniey odbija promieni: i tak ciało białe, które prawie odbija wszystkie promienie, któremi jest oświetlone, nayspóźniej ze wszystkich innych ciał ogrzane być może: gdy przeciwie ciało czarne, przez które wszystkie prawie przechodzą promienie, ponieważ ich bardzo mało odbija, ogrzane być może prędkiej, niżeli inne ciała.

Łatwo promienie przechodzą przez ciała, jeżeli te są złożone z warst cienkich i przezroczystych. Dlatego to ciała przezroczyste wydają się być rozmaitych kolorów, podług promieni odbitych, lub w nich złamanych, przez które je widzimy.

Ze kolory nie są w ciałach, tylko zależą od promieni odbitych, następujące doświadczenie przekonywa. Biorę dwa szkła czyste, dobrze wypolerowane, jedno z nich wypukłe, drugie wklęsłe, ale nie jednakowo, to jest jednego wypukłość większa, drugiego wklęsłość mniejsza: wypukłość pierwszego wkładam we wklęsłość drugiego, to zrobiwszy żadnych nie widzę kolorów; gdy je trochę ścisnę, pokazuje mi się plama zielona, koło niej okrąg czerwony. Ścisnąwszy mocniej, widzę w środku plamę czarną, koło niej zaś kilka kół kolorowych, z których pierwszy ma kolory, błękitny, biały, żółty, czerwony, ostatni zielony, czerwony. Jeżeli zaś szkła tak ściśnione trzymam naprzeciw okna, i

przez nie na światło patrzę ; widzę na miejscu punktu czarnego kółko najszybciej: inne kolory będą bardzo słabe. Nakoniec na pomienione szkła patrząc przez pryzma na plamie czarnej żądnych nie widzę kolorów, na innych także kołach więcéy onychże nie upatruję, tylko tyle, ilem ich widział. Z tego doświadczenia *Newtona* wnosić można, że kolory mają początek od promieni: bo szkła, których używaliśmy do tego doświadczenia, są przezroczyście, czyli bez kolorów; gdy iednak, mimo téy przezroczyfności ściśnione, pokazują kolory, to zapewne dlatego, iż w nich światło rozdziela się na różne promienie: powinno zaś rozłączać się światło w tych szklach, ponieważ w tém miejscu, w którym się najpierwey szkła dotykają, są naysilniejsze; przeto promienie przez ten punkt przebiegają, i nie wracają się do oka, które żądnych promieni z tego miejsca nie odbierając, osądzi je za ciemne czyli czarne. Od punktu czerwonego, idąc ku brzegom, szkła są mniej ku sobie zbliżone, więc światło w owe części wpadając, albo się całe do oka odbija, albo też jego części słabsze, lub mocniejsze, przeto jego okrąg biały, lub innego takiego koloru być powinien. To doświadczenie stosując do cząstek składających wierzch każdego ciała, poznamy różność kolorów; pewna bowiem, że farby według różney grubości swych cząstek różne kolory okazują: i tak cynober potłuczony większą ma czerwoność, niż w sztuce będący: stąd łatwo wnieść można, dlaczego farb miel-

szych

szych delikatniejsze są kolory: oprócz tego różna gładkość, lub chropowatość wierzchów ciał w rozmaitych ich kolorach okazuje; i tak srebro chropowate bielsze od gładszego.

Ale taki sposób uważania kolorów w ciałach nie jest dostateczny do okazania przyczyny wszystkich skutków. Trzeba kolory ciał uważać nie powierzchownie, ale chemicznie, iak to przedziwnie wykłada *Chaptal* w Traktacie *Chimii elementarnej* w Tomie III. na karcie 172. Okazał on, że trzy kolory pierwiastkowe, to jest błękitny, żółty i czerwony, wydały się w ciałach należących do trzech królestw przyrodzenia, przez zjednoczenie się większy, lub mniejszy części kwasorodu z pierwiastkami tych ciał. Y tak żelazo w stanie swym naturalnym jest bez koloru: iak tylko zaczyna się palić, czyli łączyć z kwasorodem (Tom I. §. 78), po ostudzeniu nabywa koloru błękitnego: mocniejszy stopień skwaszenia się, daje mu kolor żółty: większy jeszcze stopień skwaszenia, daje mu kolor czerwony: wiele innych metalów podług większy, lub mniejszy atrakcyi z kwasorodem podobne skutki okazują.

W istotach do królestwa roślinnego należących, błękitny kolor formuje się przez fermentacyą, to jest przez zjednoczenie się z niemi kwasorodu: i większa część z pomiędzy nich może być koloru czerwonego przez zjednoczenie się z większą ilością kwasorodu: i tak syrop fiołkowy nabiera czerwonego koloru, tak od powietrza, w którym się kwasoród znajduje (iak oka-

zaliśmy w Tomie pierwszym mówiąc o powietrzu), iako też od działania kwasów.

Podobnie okazują się kolory w królestwie zwierzęcym przez łączenie się ich części z kwasorodem. Kiedy mięso gnije, pierwszy stopień jego skwaszenia, okazuje kolor błękitny; po mocniejszym skwaszeniu się następuje kolor czerwony. Skutek ten widocznie się okazuje w serach, które zrazu powlekaiają się skórką błękitną, która z czasem czerwienieje.

Nakoniec płomień ciał gorejących okazuje też same skutki: jest on koloru błękitnego, gdy wolne jest łączenie się kwasorodu z ciałem gorejącym: czerwonego, gdy jest mocniejsze; a białego, kiedy skwaszenie się jest zupełne. Wypada tedy, że w ostatnich stopniu skwaszenia się, odbiiają się wszystkie promienie od ciała palącego się, ponieważ się wydaie w kolorze białym.

Te niezaprzeczone skutki widocznie okazują, że łączenie się kwasorodu z ciałami w pewnych proporcjach, nadaia im własność odbiiania takich kolorów, w jakich się naszym oczom wydaia: stąd łatwo jest wniesć, że kolory ciał powinny się odmieniać podług natury ich pierwiastków, z którymi się kwasoród iednoczy.

Te postrzeżenia doprowadzić mogą do pożytecznych badań, które z czasem będą powodem do ustanowienia nowéj teoryi kolorów.

Kiedy słońce blisko jest horyzontu, iakoto po wschodzie, lub przy zachodzie, cienie od ciał rzucane są kolorowe: jeżeli przypadają na płaszczyznę białą, są iasno błękitnego koloru. Pła-

sczyzna, na którą cień pada, iakoto ziemia, oświecona jest od promieni słońca, i od błękitnych promieni atmosfery: lecz promienie słoneczne pochłonięte są lub odbite od ciał nieprzeźroczystych, po wschodzie lub przy zachodzie słońca, a zatem na ziemię padają promienie od atmosfery, to jest błękitnego koloru.

Płomień spary wina, plynu wodoro-
dno, oliwy, formuje także cień odmianego
koloru.

§. 105. Wykład Tęczy na niebie.

Ze wszystkich skutków mających stosunek z kolorami, najpiękniejszym jest tęcza na niebie; usiłowali dawniejsi Fizycy wyłożyć tego skutku przyczynę, ale ich chęci były daremne: dopiero *Newton*, rozebrawszy światło na siedem pierwiastków, i naznaczywszy każdemu właściwy łamanie się stopień, iasnie wytłumaczył przyczyny okazywania się tęczy.

Pospolicie widzimy dwie tęcze na niebie; jedną wewnętrzną w żywszych kolorach, drugą zewnętrzną w słabszych. W tęczy wewnętrznej porządek kolorów jest następujący, zaczynając od dołu: rozeznajemy naprzód kolor fioletowy, potem niebieski, błękitny, zielony, żółty, pomarańczowy, i czerwony: w tęczy zewnętrznej kolory idą przeciwnym porządkiem, zaczynając znowu od dołu, będzie naprzód kolor czerwony; potem pomarańczowy, żółty, zielony, błękitny, niebieski i fioletowy.

Dla łatwiejszego wyłożenia formowania się tęczy, dajmy, że koła stD (Fig: 161) i Gds (Fig: 162) wyobrażają dwie krople wody. Promień światła Ss (Fig: 161) padając ukośnie na kroplę wody w punkcie s , nie póydzie pierwszym swym kierunku do F , ale się złamie, przybliżając się do prostopadłej pC , i odeydzie kierunkiem st : w punkcie t odbije się od nieprzenikliwéy cząstki kropli wody, zachowując kąt odbicia równy kątowi wpadania, i póydzie kierunkiem te , z punktu e wychodząc w środek rzadszy, to jest z wody w powietrze, złamie się drugi raz, oddalając się od prostopadłej pC : lecz że ten promień światła, jakożkolwiek on jest szczupły, składa się z różnych promieni, z których niewszystkie jednakowo się łamią; przeto promień fioletowy, z pomiędzy innych najbar dziej się łamiący, oddali się ku punktowi B , a zaś czerwony promień, który się najmniej łamie, póydzie do punktu O . Jeżeli więc oko jest w punkcie O ; promień słoneczny Ss po pierwszym złamaniu się w punkcie s , i odbiciu w punkcie t , i po drugim złamaniu się w punkcie e , jeżeli wpada w oko kierunkiem linii eO , czyniącéy z promieniem słonecznym Ss kąt SFO 42 stopni i 2 minuty; natenczas oko widzieć będzie kolor czerwony kierunkiem Or . Jeżeli oko podnosi się do punktu B tak, aby promień do niego wpadający, czynił z promieniem słońca Ss , kąt 40 stopni i minut 17; widzieć będzie w tém podnoszeniu się, następnie siedm kolorów, iakie przynamem okazujemy: siedmy kolor, to jest fiolet-

towy obaczy kierunkiem Bb. Podobnyż byłby skutek, gdyby oko zostało w pierwszym swém położeniu, to jest na punkcie O, kropla tylko wody spadała od D, do E: wystawiwszy zaś, iż miejsce DE napełnione jest ciągle kroplami wody po sobie następującemi, będzie oko widziało za jednem spóyrzeniem wszystkie siedm pierwiastkowych kolorów. Wystawmy sobie teraz podobny szereg kropeł wody z chmury spadających; promienie słoneczne po dwoistém w nich złamaniu się i jednem odbiciu, wpadną w oko: to zatem widzieć będzie strefę figury półkola w siedmiu pierwiastkowych kolorach: szerokość téy tęczy równać się będzie szerokości miejsca DE, to jest różnicy między najbardziej łamiącemi się promieniami, i najmniej.

Dla wytłumaczenia formowania się tęczy zewnętrznej, daymy, że promień słoneczny Ss, (Fig: 162) pada ukośnie w punkcie s na kroplę deszczową, którą wystawnie koło Gds: złamawszy się w punkcie s, póydzie kierunkiem sd: po odbiciu się w punkcie d, póydzie kierunkiem de: powtórnie odbiwszy się w punkcie e, od nieprzenikliwéy czątki wody; póydzie kierunkiem eg: w punkcie g złamie się, oddalając się od prostopadłej, i odeydzie kierunkiem linii gO. Promień ten podobnie, iak w pierwszym razie będąc złożony z promieni nie jednakowo się łamiących; przeto czerwony promień, iako najmniej łamiący się z pomiędzy innych, póydzie do punktu O, promień zaś fioletowy, ponieważ najbardziej się łamie, póydzie do B. Niechże teraz oko bę-

dzie w punkcie O; promień światła S_s po dwój-
 stem złamaniu się i odbiciu, jeżeli wpada w oko
 takim kierunkiem linii gO , aby z nią promień
 S_s , czynił kąt ShO 50 stopni i 57 minut; na-
 tenczas oko widzieć będzie kolor czerwony kie-
 runkiem linii Or : jeżeli oko zniżać się będzie do
 punktu B tak, aby promień gB do niego wpa-
 dający, czynił z promieniem światła S_s kąt ShB
 54 stopni i 7 minut; będzie widziało w swem
 zniżaniu się następnie siedm kolorów pierwiastko-
 wych, i ostatni kolor fioletowy obaczy kierun-
 kiem Bb . Podobnyż byłby skutek, gdyby oko
 zostało w pierwszym swem położeniu, to jest
 na O, kropla wznosiła się od G do H: wystaw-
 iąc zaś miejsce to napelnione ciągłym szeregiem
 kropeł, oko za iednem weyrzeniem obaczy wszy-
 stkie kolory pierwiastkowe. Wystawiwszy teraz
 podobnym sposobem, iak w pierwszym razie sze-
 reg kropeł wody z chmury spadających; oko wi-
 dzieć będzie strefę figury półkola w siedmiu pier-
 wiastkowych kolorach, ale w porządku przeci-
 wnym, aniżeli pierwéy widziało.

Takim tedy sposobem formuie się téż na
 niebie, byle tylko promienie słoneczne z kropeł
 wody wychodzące do oka, czyniły z promieniami
 wpadającymi takie kąty, iakéśmy namienili.
 Niech to ieszcze objaśni figura 163. Daymy, że
 kółka E, F, G, H wystawiają krople deszczu,
 na które padają promienie słoneczne SE, SF, SG,
 SH; te promienie po dwójstem złamaniu się i ied-
 ným odbiciu w punktach E, F, wpadają do oka
 w punkcie O położonego. Kąt SEO utworzony

przez wpadający promień SE i wychodzący EO, czyniąc 40 stopni i 17 minut, oko widzieć będzie kolor fioletowy w punkcie E. Kąt SFO zrobiony od promienia wpadającego SF i wychodzącego FO, mając 42 stopni i 2 minuty; oko widzieć będzie kolor czerwony w punkcie F. Aże miejsce FE napełnione jest kroplami wody przesyłającymi promienie do oka rozmaicie złamane; przeto za jednem weyrzeniem widzieć będzie oko siedm pierwiastkowych kolorów. Podobnie promienie SG, SH, po dwoistém złamaniu się w punktach G, i H, i po dwoistém odbiciu, wpadają do oka kierunkami HO, GO. Kąt SGO zrobiony od promienia wpadającego SG, i wychodzącego GO, będąc 50 stopni i minut 57; widzieć będzie oko kolor czerwony w punkcie G. Kąt SHO zrobiony także od promienia wpadającego SH, i wychodzącego HO, będąc 54 stopni i 7 minut; oko obaczy kolor fioletowy na punkcie H. Aże miejsce HG napełnione jest także kroplami wody, przeto oko w jednymże czasie widzieć będzie siedm pierwiastkowych kolorów. Toż samo powiedzieć można o wszystkich szeregach kropel zawartych we dwóch półkolach AFEB, CHGD.

Kolory tęczy zewnętrznej są słabsze, aniżeli wewnętrznej, to pochodzi stąd, iż promienie robiące pierwszą tęczę, dwa razy się odbijają, drugie zaś raz tylko: w pierwszym więc razie wiele ich odbijając się zginie.

Można zrobić wyobrażenie tęczy na niebie następującym sposobem: Zawieśmy dwie gałki

szklane $St\delta$, $sG\delta$ (Fig: 161, 162) na sznurkach CHM, przechodzących przez bloki; pociągając lub popuszczając te sznurki, podniesiemy, lub opuścimy galki szklane tak, iż promienie słoneczne na nie padające, uczynią z promieniami wychodzącymi takie kąty, jakie są potrzebne do uformowania tęczy: ale w tém wyobrażeniu tęczy nie takim porządkiem ułożone będą kolory, jak w tęczy pokazującej się na chmurze: kolory bowiem fioletowe okażą się wewnątrz, to jest w punktach B, B, a kolory czerwone zewnątrz, to jest w punktach O, O, gdy tymczasem w tęczy okazującej się na obłokach (Fig: 163) kolor czerwony wychodzi zewnątrz łuku wewnętrznego, to jest okazuje się w punkcie F, w łuku zaś zewnętrznym pokazuje się wewnątrz, to jest w punkcie G: przeto kolory czerwone pokazują się wewnątrz, a zaś fioletowe zewnątrz. Lecz tu uważać trzeba, że przypatrując się kolorom tęczy niebieskiey, widzimy je kierunkami, które się przecinają w punktach e , g (Fig: 161, 162), z których promienie wychodziły; przeto widzimy kolory czerwone w punktach r , r , a zaś fioletowe w punktach b , b .

Szerokość dwóch stref kolorowych formujących dwie tęcze na niebie, większa jest, aniżeli być powinna, podług rozmaitego łamania się promieni słonecznych. *Newton* robił kalkuł dla wymierzenia tych dwu szerokości, i wypadło mu, że szerokość strefy wewnętrznej powinna być na jeden stopień i 45 minut, strefy zaś zewnętrznej na 3 stopnie i 11 minut, a ich odległość

od siebie na 8 stopni i 55 minut. Taka byłaby szerokość każdej strefy, gdyby słońce za jeden punkt brać można było: lecz jego średnica będąc prawie na pół stopnia; przez to robi się większa szerokość każdej strefy, i zmniejsza się ich odległość od siebie, tak, iż w rzeczy samej szerokość łuku wewnętrznej tarczy jest 2 stopnie i 15 minut, a szerokość łuku zewnętrznego, jest 3 stopnie i 40 minut, a zaś ich odległość od siebie jest tylko 8 stopni i 25 minut.

Z tego tłumaczenia tarczy niebieskiej, łatwo dać można przyczynę, dla której woda poruszona od wiatru i na krople rozdzielona, wydaje się w kolorach piérwiafkowych, gdy patrzymy na nią, obróciwszy się plecami do słońca: bobyśmy tych kolorów widzieć nie mogli w inném będąc położeniu; podobnie jak i tęczę niebieską w ten czas tylko widzimy, gdy słońce jest za nami i wyniesione nad horyzont na 42 stopnie.

Powiedzieliśmy, że dwie tęczę na niebie wydające się, są figury półkół; iednakże zdaje się, iż krople wody formujące te strefy kolorowe, nie są ułożone w półkół: że zaś wydają się nam tęczę takież figury, przyczyna tego jest następująca. Promienie idące od końców przedmiotu formują ostrokrag świetny, iak okazaliśmy w Optyce (§. 82), oko zatém będące na wierzchołku tego ostrokragu, widzi przedmioty na powierzchni jego przypadające, iak gdyby się znajdowały na obwodach kół spółśrodkowych: lecz gdy przedmioty są bardzo od oka odległe; w takim razie zdają się byđ w jedna-

kówy odległości od oka (§. 82). Tak też właśnie krople wody, przez które promienie słoneczne przechodząc wystawiają nam obraz tęczy; ułożone są na powierzchni ostrokągu świetnego, którego wierzchołek jest w źrenicy oka naszego: a zatem te krople wody wydawać się nam powinny, iak gdyby ułożone były w figurę strefy kolistej: oś tego ostrokągu zowie się osią widzenia.

Z tych zasad łatwo tłumaczyć można wszelkie skutki okazujące się w tęczy niebieskiej. 108. Szerokość obu dwu tęczy jest zawsze jednakowa, dlatego, iż stosunek łamania się promieni czerwonych i fioletowych, które są po brzegach każdej tęczy, jest zawsze jednoznaczny; a zatem zawsze czynią jednakową szerokość tęczy. 216. Położenie tęczy niebieskiej odmienna się podług rozmaitego położenia oka; ponieważ krople wody wydające promienie kolorowe, powinny być zawsze ułożone pod kątem jednoznacznym koło osi ostrokągu świetnego, aby promienie z nich wychodzące mogły się rozdzielić na pierwsiakowe: lecz gdy oko odmienna swe położenie, odmienna się także oś ostrokągu, czyli linia widzenia, a zatem z innych punktów promienie kolorowe wpadają do oka, czyli w innym miejscu okaże się tęcza: można jednak powiedzieć, że dwóch ludzi nie bardzo od siebie oddalonych, będą widzieli tęczę w jednymże prawie miejscu, ponieważ promienie od słońca bardzo od nas odległego, idące, można brać za równoodległe. 217. Tęcza niebieska robi czasem łuk większy,

a czasem mniejszy: to stąd pochodzi, iż iéy wielkość lub małość zależy od większey, lub mniejszey rozciągłości powierzchni ostrokągu świetnego wpadającego w oko nasze, część ta pomienionego ostrokągu większa jest lub mniejsza, im mniej lub bardziej jego oś pochylona będzie ku ziemi: pochyłość zaś ta powiększa się, gdy słońce wznosi się nad horyzont; iłąd wypada, że wielkość łuku tęczy zmniejsza się stosownie do wysokości słońca. 4te. Tęcza nie pokazuje się na niebie, gdy słońce wyżej jest na horyzoncie, iak na 42 stopnie. Bo natenczas powierzchnia ostrokągu świetnego, na której tęcza okazywać się powinna, zachodzi pod horyzont, przeto iéy widzieć nie można. 5te. Czasem tęcza dotyka się końcami swoimi ziemi, a czasem iéy nie dochodzi: przyczyna tego jest, iż w tych tylko miejscach widzimy tęczę, gdzie są krople deszczowe: więc jeżeli deszcz większą zajmuie rozległość, aniżeli jest część powierzchni ostrokągu, na której się tęcza okazuie, wtedy widzieć będziemy tęczę dotykającą się ziemi swoimi końcami, jeżeli zaś krople wody mniejszą zabierają rozległość, aniżeli jest część powierzchni ostrokągu, na której wydaie się tęcza, natenczas część tylko iéy widzieć będziemy. 6te. Końce tęczy niebieskiéy zdają się być czasem niejednakowo od siebie oddalone. Jeżeli deszcz ze strony patrzącego kończy się na płaszczyźnie tak nachylonéy do osi ostrokągu świetnego, iż płaszczyzna deszczu formuie z osią kąt ostry względem patrzącego, a z przeciwnéy

stromy kąt rozarty; natenczas powierzchnia o-
 strokręgu, na której wydawać się powinna tę-
 cza, takie położenie mieć będzie, iż jedna część
 tęczy bliższą wyda się, a druga dalszą od oka.
7me. Tęcza zdaie się byđ u góry ścięta: to stąd
 pochodzi, iż promienie kolorowe nie wszystkie
 od téy części do oka przychodzą, gdyż się od-
 biiają od mgły w powietrzu uformowaney: cza-
 sem tylko końce tęczy widzimy, kiedy w miej-
 scu gdzie iéy wierzch formować się powinien nie
 masz kropel wody. *8me.* Tęcza niezawsze jest
 okrągła, czasem jest nachylona. Wtedy zdaie
 się byđ okrągłą, gdy jest bardzo od nas od-
 dalona; lecz gdy formuje się blisko nas, ła-
 two postrzegamy nieregularność w iéy figurze:
 a jeżeli z przyczyny wiatru pochyło dęszcz pa-
 da, tak, iż iego wyższa część bardziéy jest od
 oka oddalona, aniżeli niższa, natenczas tęcza
 wyda się oku pochyła, to jest może się okazać
 figury owalney; podobnie jak koło mające po-
 łożenie pochyle względem oka, zdaie się byđ
 figurą owalną. *9te.* Tęcza nigdy więksha nie bę-
 dzie od półkola; środek tęczy na niebie znay-
 duie się zawsze na osi ostrokręgu świetnego,
 która jest prostopadła do słońca: więc gdy jest
 słońce na horyzoncie, ta linija idzie po ziemi,
 jeżeli zaś słońce wzniesie się nad horyzont, wte-
 dy naydalszy koniec téy linii, i który przypada
 na środek tęczy, jest pod horyzontem, a zatem
 widzieć go nie możemy: więc, ponieważ widziéć
 nie można środka tęczy, a zatem ani iéy poło-
 wy, bo aby można widziéć całe półkole, trze-

ba widzieć jego środek. Jeżeliby zaś patrzący na tęczę, uważał ją ze znacznie wyniesionego miejsca, i gdyby słońce było na horyzoncie, albo nawet trochę niżej; natenczas ós ofrokręgu świetnego, na której przypada środek tęczy, znacznie się podniesie nad horyzont, i tęcza wydawać się może większa od półkola. Nawet jeżeli patrzący stoi na bardzo wysokim miejscu, i krople deszczu są blisko niego, natenczas, zdarzyć się może, iż całe koło tęczy obaczy: a jeżeli wyższą część tego koła mgły zakrywają, i tylko niższa jego część jest widoczna, wtedy zdawać się mu będzie tęcza przewrócona.

Światło od księżycy złamane i odbite w kroplach deszczu, pokazuje także tęczę na niebie, podobną w kolorach do tej, która pochodzi od łamiących się promieni słonecznych: Ale kolory tęczy księżycowej daleko są słabsze, aniżeli słonecznej, ponieważ natężenie światła księżycy daleko jest mniejsze, aniżeli dzielność promieni słonecznych.

Przypisać także trzeba łamaniu się promieni światła w kroplach wody, owe okręgi kolorowe, które postrzegamy koło słońca, księżycy, i innych planet i gwiazd, i które zowią się ich koronami. Wszyscy fizycy zgadzają się na to, iż te korony pochodzą także, iśk tęcza niebieska od złamania się promieni światła w cząstkach wapórów, w kroplach wody, w bryłkach lodu i śniegu, które mogą się znajdować w atmosferze: ta tylko jest różnica między temi kolorami i tęczą niebieską, że tęcza pochodzi od złamania się

i odbicia promieni, korony zaś od łamania się tylko ich pochodzą. Wielkość tych koron jest różna podług większej lub mniejszej grubości warst ciał różnorodnych, w których się łamie światło, i podług ich odległości od oczów naszych. Teorią formujących się koron koło ciał niebieskich, można potwierdzić następującem doświadczeniem. Podczas mrozu patrząc na świecę palącą się przez parującą wodę ciepłą, obaczmy krążek kolorowy otaczający płomień świecy: podobnyż będzie skutek patrząc na świecę palącą się przez szkło dobrze wypolerowane; na którym drobne kropelki wody od zimna się ścięły.

Widziemy czasem część koła świetnego w takich kolorach, w jakich się wydaje tęcza na niebie, gdy zaraz po wschodzie słońca, lub przed jego zachodem poglądamy z wyższego miejsca na łąkę, albo też na jakie pole: ta część koła tak ubarwiona, może się nazwać tęczą ziemską. Skutek ten podobnie jak tęczy niebieskiej zależy od złamania się i odbicia światła w kroplach rosy, lub deszczu, które się trawy i listków trzymają, i podobnie tłumaczony być może, jak tęcza. Jakoż mając wzgląd na wyniesienie się słońca nad horyzont, na położenie w którym zostaniemy postrzegając ten skutek, na zdolność kropeł wody do łamania promieni, i na różne stopnie łamania się promieni, z których złożone jest światło słoneczne; przekonać się można, iż ten skutek od tych samych warunków zależy; od których tęcza niebieska:

R O Z D Z I A Ł V.

NARZĘDZIA OPTYCZNE.

Powiedzieliśmy (§. 100), że na poprawienie niedoskonałości oczu płaskich, używać trzeba soczewek wypukłych, które bliżej promienie zgromadzą; poprawia się zaś niedoskonałość oczów wypukłych, które przed błoną siatkową zgromadzą promienie, przez soczewki wklęsłe: przez te bowiem promienie od przedmiotów przechodząc, idą w oko rozchodząc się, a zatem po złamaniu zbiorą się na błonie siatkowej. Ale chociażby oczy były naydoskonalsze, wszelako ich wzrok jest ograniczony: nie widzimy przedmiotów wielkich, gdy bardzo od nas są oddalone, nie widzimy blizkich przedmiotów, gdy są bardzo drobne, nie widzimy nakoniec przedmiotów, jeżeli między nimi i naszymi oczyma stoi jakie ciało nieprzeźroczyste. Szukano więc sposobów wzmocnienia wzroku, i wynaleziono do tego służące narzędzia, za pomocą których nie tylko nayodleglejsze przedmioty, ale też i naydrobniejsze widzieć możemy. Opiszmy w krótkości narzędzi tych skład i użytek.

§. 106. *Teleskop Galileusza.*

Teleskop *Galileusza* składa się z dwóch szkła, jednego wypukłego, które się ku przedmiotowi obraca, i dlatego zowie się szkłem przedmiotowym, a drugiego wklęsłego, przez które oko patrzy, i przeto zowie się szkłem ocznym. Niektórzy wynalazek tego Teleskopu komu innemu przypisują (czytaj w téj materji *Histoire des Mathematiques par Montucla Tome II. page: 228*). Wreście któżkolwiek jest tego wynalazcą, przyznać jednak trzeba, iż dopiero w rękach *Galileusza* narzędzie to użytecznym się okazało. Zrobił on naprzód Teleskop, który średnicę przedmiotów trzy razy powiększał, zachęcony tą pierwszą próbką, zrobił drugi teleskop, który średnicę przedmiotów ośm razy większą pokazywał; nareszcie nie oszczędzając, ani pracy, ani nakładów, złożył trzeci, przez który średnica jakiego przedmiotu wydawała się trzydzieści razy większą, niżeli ją gołe oczy widziały, i przez ten ostatni Teleskop odkrył księżyc *Jowisza*, i plamy w słońcu.

Złożyć więc można Teleskop *Galileusza* następującym sposobem: trzeba wykleić z papieru przeziernik (*tubus*), którego długość tak się wyznaczy: Daymy, że ognisko szkła wypukłego jest na dwadzieścia cztery cale odległe od szkła; Wklęsłe szkło ponieważ rozrzuca promienie, więc będzie tylko miało mniemane ognisko, które daymy, że jest odległe na dwa cale, więc szkło wklęsłe powinno być ustawione przed ogniskiem

szkła

ścią wypukłego na dwa cale, czyli od samego
 ścią wypukłego powinno być odległe na 22 ca-
 le: a zatem wykleiwszy z papieru przeziernik na
 22 cali długi, w jeden jego otwór wprawić
 ścią wypukłe, w drugi zaś wklęsłe, i będzie te-
 leskop gotowy. Jednakże wynaydowanie ogniska
 ścią wklęsło-wklęsłego, może nieco zatrudnić;
 bo chociaż podług wyłożonych prawideł łamania
 się promień w środkach zakończonych powierz-
 chnią wklęsłą (§. 98) wypada, że gdy soczewki
 wklęsłość z obu dwu stron jest jednakowa; od-
 ległość mniemanego ogniska od soczewki równa
 się promieniowi kuli, której wycinkiem jest so-
 czewka: gdy wklęsłość z obu dwu stron nie jest
 jednakowa; natenczas odległość mniemanego o-
 gniska równa jest połowie summy obu dwu pro-
 mieni wklęsłości: jeżeli nakoniec soczewka z je-
 dnéj strony jest wklęsła, a z drugiey płaska;
 mniemane ognisko będzie w odległości od ścią
 równéj średnicy kuli, której soczewka jest wy-
 cinkiem, jednakże wynaydowanie tego mniema-
 nego ogniska jest trudne: przeto łatwiejszym
 sposobem, bez szukania mniemanego ogniska so-
 czewki wklęsłej, można zrobić teleskop *Galileusza*.
 Jeżeli np. ognisko ścią wypukłego jest
 na 24 cale, trzeba wykleić przeziernik długi
 na cali dwanaście, potem wykleić drugi taki,
 któryby można wsuwać w pierwszy, nakoniec
 w otwór obszerniejszego przeziernika wprawić
 ścią wypukłe, a zaś w otwór węższego prze-
 ziernika wprawiwszy ścią wklęsłe; będzie mo-
 żna łatwo wyznaczyć odległość od siebie tych

dwu śkieł przez wysuwanie, lub wsuwanie węższego przeziernika w obszerniejszy; i ta nawet będzie wygodą, że taki teleskop może służyć do każdego oka.

Obaczmy teraz, jak pokazuje obraz przedmiotu pomieniony teleskop. Wystawia go figura 164, ale tylko same śkła bez przeziernika, aby łatwiej widzieć można, co się wewnątrz dzieje. U jednego otworu przeziernika jest szkło XYZ, które może być płasko, lub wypukłowypukłe: to szkło jest wycinkiem bardzo wielkiej kuli, a zatem jego ognisko jest dalekie: drugie szkło GL wklęsło-wklęsłe, lub płaskowklęsłe, powinno być wycinkiem kuli mniejszej. Niech będzie przedmiot ABC bardzo odległy, promienie zatem od wszystkich jego punktów rozchodzą się: które z nich padają na soczewkę XYZ, po dwójstem w niej złamaniu się, zebrałyby się w miejscu f, e, d ; lecz soczewka GL schodzące się już promienie rozrzuci, i nakłoni je ku kierunkom równoodległym, które odmalują na błonie siatkowej oka obraz przedmiotu TR, podobnymże sposobem, jak gdyby się nie łamały w obu dwu soczewkach: a zatem przez ten teleskop odmaluje się przedmiot w oku w przewróconej postawie, więc go będzie widziało w naturalnym położeniu tak, jak widzi samo przez się patrząc: wyraźniejszy jednak przedmiot obaczy, ponieważ zgęszczone promienie w oko wpadną. Przedmiot wydawać się będzie w oku pod kątem TPR, równym kątowi optycznemu $fh\delta$, ale daleko większym, aniżeli jest kąt

$fY\theta$, pod którymby widziało patrząc samo przez się. A zatem przedmiot wydawać się mu będzie większym, i powiększa się przedmiot w stosunku eY do eh , to jest tyle razy większym się wyda, ile razy odległość mniemanego ogniska soczewki wklęsłej, mieści się w odległości ogniska soczewki wypukłej.

Odległość szkła przedmiotowego XYZ od odległości szkła ocznego GL, powinna być różnicą między odległością ogniska szkła przedmiotowego, i mniemanem ogniskiem szkła ocznego; Wyznaczy się zatem długość teleskopu, odiawszy mniejszą odległość od większej.

Teleskopem *Galileusza* nie cały przedmiot widzieć można, czyli iak nazywają, *pole widzenia* bardzo jest w nim szczupłe, ponieważ promienie z ocznego szkła idąc; rozchodzą się; a jeżeli się bardzo rozchodzą; nie wszystkie wniędą w źródnicę oka; tak dalece, że im większa jest długość teleskopu; tém mniejsze jest pole widzenia: przeto od dawnego czasu zarzucono pomienione teleskopy; robią je tylko krótsze; które się zowią *Lunetki teatralne*: w takich odległości ogniska szkła przedmiotowego nigdy większa być nie powinna nad piętnaście, lub osmańście calów, pospolicie jednak dobierają się szkła mające ognisko na 8 calów, albo nawet i mniej; zwłaszcza, że takimi lunetkami uważają się tylko blizkie przedmioty:

§. 107. Teleskop Astronomiczny.

Teleskop Astronomiczny tém się tylko różni od poprzedzającego, że w nim szkło oczne zamiast wklęsłego jest wypukłe. Pierwszy *Kepler* podał tę myśl odmienienia szkła wklęsłego na wypukłe: przez tę odmianę, przy takiejże samej długości narzędzia, jak w poprzedzającym teleskopie, i przy tych samych wypukłościach szkła, daleko jest większe pole widzenia: ponieważ w teleskopie złożonym z dwóch szkła wypukłych, promienie idące ze szkła ocznego, schodzą się; więc wniędą w oko i te promienie, które się rozchodzą od końców przedmiotu nawet znacznie wielkiego. Teleskop więc astronomiczny, który się także zowie teleskopem *Keplera*, składa się z dwóch szkła wypukło, lub płasko - wypukłych: z których jedno jest przedmiotowém, a drugie oczném: ustawiają się w przezierniku tak, aby ich odległość od siebie była równa summie długości ognisk szkła przedmiotowego i ocznego. Figura 165 wystawia układ szkła w takim teleskopie. Wstawia się w jeden otwór przeziernika szkło przedmiotowe C wypukłe z obu stron, lub płasko - wypukłe, powinno być bardzo wielkiéj kuli wycinkiem jego ognisko w punkcie F. W drugi zaś otwór przeziernika wstawia się szkło D wypukłe z obu stron, lub płasko - wypukłe, powinno być oddalone od ogniska F szkła przedmiotowego na odległość równą długości własnego ogniska; obudwu tedy szkła C i D, zbiegają się ogniska w punkcie F. A zatem sum-

ma długości ognisk obudwu szkła wyznacza długość teleskopu astronomicznego. —

Daymy *1od* że obadwa szkła są płasko - wypukłe; wtedy długość teleskopu równa jest summie średnic tych kul, których są wycinkami soczewki płasko - wypukłe (§. 99). *2re.* Jeżeli obadwa szkła są wypukło - wypukłe, wtedy długość teleskopu równa jest summie promieni kul, których wycinkami są te szkła. *3cie.* Jeżeli szkło przedmiotowe jest wypukło - wypukłe, a zaś oczne płasko - wypukłe; natenczas długość teleskopu równa jest promieniowi kuli, której częścią jest szkło przedmiotowe, dodawszy jeszcze do tego średnicę kuli, której szkło oczne jest wycinkiem. *4te.* Jeżeli szkło przedmiotowe jest płasko - wypukłe, a zaś oczne wypukło - wypukłe; długość teleskopu równa się średnicy kuli, której szkło przedmiotowe jest wycinkiem, więcej promieniem kuli, której jest częścią szkło oczne.

Daymy teraz, że średnica kuli, której szkło przedmiotowe składa wycinek, jest cztery stopy, średnica zaś kuli, której część czyni szkło oczne, jest cztery cale, długość teleskopu będzie podług pierwszego przypadku cztery stopy i cztery cale: podług drugiego przypadku, będzie dwie stopy i calów dwa: podług trzeciego dwie stopy i calów cztery. Nakoniec podług czwartego przypadku, będzie cztery stopy i calów dwa.

Okażmy teraz skutek tego teleskopu. Niech będzie przedmiot AB (Fig: 165) bardzo odle-

gły: promienie od końców jego idące, można brać za równoodległe: te po dwoistém złamaniu się w soczewce C, zbiorą się w miejscu F, gdzie wyftawią obraz przedmiotu *ab*, w położeniu przewróconém, ponieważ promienie idące od końców przedmiotu przecięły się wyszedłszy ze szkła przedmiotowego C: promienie po wyftawieniu obrazu *ab*, znowu się rozebodzą i wpadają prawie równoodległe w oko po złamaniu się w soczewce D. Oko zatem w punkcie E, widziéć będzie przedmiot AB w miejscu jego obrazu, to jest w ognisku F. Stąd wypada, że celem widzenia jest sam obraz przedmiotu *ab*, i że go widzi oko pod kątem GEH, tém większym, im dłuższe jest ognisko szkła przedmiotowego, a krótsze szkła ocznego. Teleskop taki powiększa średnicę przedmiotu tyle razy, ile razy się mieści długość ogniska soczewki ocznej, w długości ogniska soczewki przedmiotowej: np. jeżeli długość ogniska przedmiotowego szkła, 24 razy jest tak wielka, jak długość ogniska szkła ocznego, średnica przedmiotu wydawać się będzie 24 razy większa, aniżeli ją gołe oczy widzą: czyli, co jest jedno, wielkość przedmiotu uważanego tym teleskopem, taką się okaże, jakaby się wydawała gołym oczom, gdyby się przedmiot znajdował w odległości dwadzieścia cztery razy mniejszej, aniżeli jest w rzeczy samej. Można jeszcze to samo w ten sposób wyrazić: pozorną wielkość przedmiotu uważanego teleskopem, tak się ma do pozornéj jego wielkości, patrząc nań

gołem okiem, jak odległość ogniska szkła przedmiotowego, do odległości ogniska szkła ocznego.

Teleskop ten dlatego się nazywa astronomicznym, iż się używa do obserwacyi astronomicznych. Niektórzy utrzymują, że *Kepler* podał tylko sposób jego ułożenia; lecz *X. Scheiner* Jezuita pierwszy tę myśl *Keplera* wykonał, i pierwszy tym teleskopem uważał plamy na słońcu.

Teleskop astronomiczny pokazuje obraz przedmiotu w przewróconém położeniu, przeto jest niewygodny do uważania przedmiotów ziemskich, którychby ciężko można rozeznąć figury: lecz do uważania ciał niebieskich, które są okrągłe pomieniony teleskop jest dostateczny: na to tylko wzgląd mieć potrzeba, iż uważając nim ruch ciał niebieskich, jeżeli się wydaie w teleskopie od prawej strony ku lewej; trzeba pamiętać, że jest od lewej strony ku prawej.

Aby teleskopem astronomicznym wzrok daleko mógł sięgać, trzeba żeby długość ogniska soczewki przedmiotowej była bardzo znaczna, naprzykład stóp 12, 15, 20, 50, i t. d; lecz przeto powiększy się długość samego przeziernika, który zrobiony z tektury, jak bywa w polocie, uginąć się będzie, udziałany zaś z blachy będzie ciężki: im tedy dłuższe są teleskopy, tém niewygodniejsze dla przypadków, którym podlegaia przezierniki uginając się, albo się nawet łamiąc. Różnych sposobów szukano zapobieżenia tym niewygodom: najprostszy jest, który *Hugieniusz* podaje. Trzeba ustawić prostopadnie słup wysoki, np. na dwadzieścia łokci: na

nim utrzymywać się powinna osada soczewki przedmiotowéy, którą za pomocą bloku można podług potrzeby ponosić, lub opuszczać, na przeciw soczewki przedmiotowéy, powinien stanąć patrzący tak, aby od jego oka przez środek téż soczewki szła linia prosta do jakiego ciała na niebie; natenczas przyłożywszy do oka szkło oczne i oddaliwszy się od szkła przedmiotowego tyle, ile potrzeba, obaczy żądany przedmiot.

Wielki teleskop *Hugieniusza*, przez który odkrył pierścienie Saturna, i jeden z pomiędzy jego ciężycow, był podobnym sposobem urządzony: szkło przedmiotowe w pomienionym teleskopie miało ognisko odległe na dwanaście stóp; długość zaś ogniska ocznego była na trzy cale i coś więcej: używał jednak ten Astronom czasem teleskopu na 23 stóp długiego: w którym oczna soczewka składa się z dwóch szkła razem złożonych, każde z nich było częścią kuli mającą średnicę na półtora cala. Uważał także *Hugieniusz*, że do szkła przedmiotowego na trzydzieści stóp ognisko mającego, powinno być stosowane szkło oczne, mające ognisko na 3 cale i $\frac{2}{3}$ cala. Kładziemy tu jego Tablicę proporcyy szkła w teleskopach astronomicznych: pierwsza kolumna pokazuje odległości ogniska szkła przedmiotowych: druga kolumna pokazuje, jaka część przedmiotowego szkła powinna być używana, a reszta zasłonięta: trzecia kolumna pokazuje odległość ogniska szkła ocznych: czwarta stosunek powiększonych przedmiotów.

Tablica

Tablica proporcyy ognisk szkieł przedmiotowych i ocznych.

Długość ogniska szkieł przedmiotowych.	Średnica otworu szkieł przedmiotowych.	Długość ogniska szkieł ocznych.	Stosunek, podług którego powiększa się przedmiot.
<i>Stopy</i>	<i>Cale, i ich setne części</i>	<i>Cale, i ich setne części</i>	
1 —	0, 55 —	0, 61 —	20.
2 —	0, 77 —	0, 85 —	28.
3 —	0, 95 —	1, 05 —	35.
4 —	1, 09 —	1, 20 —	40.
5 —	1, 23 —	1, 35 —	44.
6 —	1, 34 —	1, 47 —	49.
7 —	1, 45 —	1, 60 —	53.
8 —	1, 55 —	1, 71 —	56.
9 —	1, 64 —	1, 80 —	60.
10 —	1, 73 —	1, 90 —	63.
15 —	2, 12 —	2, 27 —	79.
20 —	2, 45 —	2, 58 —	93.
25 —	2, 74 —	2, 84 —	104.
30 —	3 — —	3, 19 —	113.
40 —	3, 46 —	3, 75 —	128.
50 —	3, 87 —	4, 26 —	141.
60 —	4, 24 —	4, 66 —	154.
70 —	4, 58 —	5, 05 —	166.
80 —	4, 90 —	5, 39 —	178.
90 —	5, 05 —	5, 83 —	185.
100 —	5, 48 —	6, 30 —	190.

Jeżeli w dwóch lub kilku teleskopach ta sama jest proporcya między skłem przedmiotowém i ocznym, takie telekopy jednakowo przedmioty powiększać będą. Stąd wypadaloby, iż niekonieczna jest rzecz robić wielkie telekopy: iednakże z przytoczonéy Tablicy łatwo osądzić można, iż dokładniéy pokazują większe telekopy; bo im dłuższe jest ognisko skła przedmiotowego, tém krótsze bydz może skła ocznego, a zatém długość ogniska soczewki ocznéy, więcéy razy mieścić się może w długości ogniska soczewki przedmiotowéy: a do tego, im dłuższe jest ognisko soczewki przedmiotowéy, tém obszerniejszy otwór dadz iéy można, przez co więcéy światła przez nią przechodzi, a tém samém soczewka oczna, może mieć ognisko krótsze. Naprzykład w teleskopie *Hugeniusza* na 25 stóp długim, soczewka oczna ma długości ogniska trzy cale; więc podług téy proporcyi, w teleskopie na 50 stóp długim, powinnyby mieć skło oczne długości ogniska sześć calów: wszelako widzimy w przytoczonéy tablicy, że na skło dosyc jest długości ogniska 4 cale i pół. Z téyże saméy tablicy okazuje się, że teleskop na pięćdziesiąt stóp długi / powiększa przedmiot w stosunku 1 : 141, gdy tym czasem długi teleskop na 25 stóp powiększa tylko przedmiot w stosunku 1 : 104; lecz ponieważ soczewka dłuższego ogniska lepiéy zbiera promienie światła, i obszerniejszy iéy otwór dadz można, przeto w takich teleskopach ognisko soczewki ocznéy, może bydz krótsze; do skiel zaś przedmiotowych

mniejszego ogniska, nie można stosować soczewki ocznej bardzo krótkiego ogniska, boby się przedmiot ciemno wydawał.

§. 108. Teleskop ziemski czyli perspektywa.

Teleskop ziemski czyli perspektywa, t \acute{e} m się tylko różni od poprzedzającego, iż w ni \acute{e} y przydane są dwa szkła oczne, aby się obraz przedmiotu w naturalnym położeniu wydawał. Ustawia się szkła do perspektywy ziemskiej następującym sposobem. Dajmy, że szkła przedmiotowego C (Fig: 166) długość ogniska jest 24 cale: szkła zaś ocznych D, K, L, każdego ogniska jest na cal jeden. Ustawić naprzód trzeba szkła C i D w odległości od siebie na 25 calów, podobnie jak w poprzedzającym teleskopie: potem szkło K powinno być oddalone od D na dwa cale; taką t \acute{e} ż trzeba dać odległość szkła L od K. W t \acute{e} y perspektywie uważając tylko dwa szkła C, D, byłby teleskop astronomiczny, w którym obraz przedmiotu AB odmalowałby się w spólnym ognisku F, w przewróconym położeniu *ba*: lecz promienie od ogniska, rozchodzące się, po złamaniu się w soczewce D i przecięciu w punkcie E, przechodzą przez soczewkę K, i malują obraz *ab* w naturalnym położeniu. Oko zatem w punkcie M położone, widzi przez soczewkę L przedmiot AB w miejscu *ab*; gdyby zaś oko było w punkcie E, widziałoby przedmiotu AB przewrócony obraz *ba*. Łatwo więc można zrobić z teleskopu astronomicznego, teleskop ziemski

przydając dwa szkła oczne K, L: albo też je oddejmując, będzie z lunety ziemskiej, luneta astronomiczna.

Teleskop ziemski nie tak wyraźnie pokazuje przedmioty, jak astronomiczny, ponieważ wiele światła ginie przechodząc przez 4 szkła; dlatego nie używają go do obserwacyi astronomicznych. W takiéj saméj proporcyi powiększa przedmioty, jak poprzedzający teleskop: to jest tyle razy, ile się razy mieści długość ogniska jednego szkła ocznego, w długości ogniska szkła przedmiotowego, gdy trzy szkła oczne są wycinkami idealnych kuli: jeżeli zaś szkła ocznych długości ognisk nie są równe, trzeba trzecią część ich summy stosować do długości ogniska szkła przedmiotowego.

Aby perspektywa ziemska jaśnieję pokazywała przedmioty, trzeba w ognisku szkła przedmiotowego wstawić *dyafragma*, czyli pierścionek drewniany lub metalowy, trochę mniejszego otworu, jak jest szerokość szkła ocznego, przez co promienie w samym tylko ognisku schodzące się, wnikną w szkła oczne, inne zaś nie regularnie łamiące się, odbiją się od pierścionka: sposób ten podał *Hugeniusz*.

J. 109. Teleskop Newtona.

Teleskop *Newtona* składa się z dwóch zwierciadeł metalowych wklęsłego i płaskiego, i z jednego szkła ocznego. Robi się tym sposobem: W przezierniku EE DD (Figura 167) wstawia

się zwierciadło metalowe wklęsłe GH, naprzeciw którego jest zwierciadło płaskie KI, także metalowe figury eliptyczné, powinno być nachylone do osi zwierciadła GH na 45 stopni. Na boku przeziernika jest otwór LL, w który ustawia się szkło oczne o , wypukło lub płasko-wypukłe. Zwierciadło płaskie KI, powinno być między zwierciadłem wklęsłym HG, i jego ogniskiem F, w takiéj odległości, aby linia od środka zwierciadła płaskiego KI idąca do F, była równa długości ogniska szkła ocznego.

Niech naprzeciw tego teleskopu będzie przedmiot AB w znacznej odległości: promienie od punktów jego idące można brać za równoodległe: które odbiwszy się od zwierciadła wklęsłego HG, zeszyłyby się w ognisku F i odmalowałyby przedmiotu AB obraz przewrócony ba ; lecz odbiwszy się znowu od zwierciadła płaskiego KI, wystawią także obraz przewrócony ∂c , ponieważ zwierciadła płaskie nie odmieniają kierunków promieni: obraz przewrócony ∂c , jest w ognisku szkła ocznego o : przeto oko w miejscu O położone, widzi przedmiot AB w miejscu jego obrazu ∂c .

Niewygodnie jest teleskopem *Newtona* szukać przedmiotu, ponieważ oko jest na boku: dlatego w takim teleskopie powinna być mała perspektywa o dwóch szklach ustawiona na wierzchu EE, tak, aby iéy oś była równoodległa od całego narzędzia: tą lunetą znalazłszy przedmiot na niebie, znajdziemy go i w teleskopie.

Ponieważ w teleskopie *Newtona* szkło oczne jest na boku, przeto nim wygodnie nważać mo-

żna ciała niebieskie w jakimkolwiek względem nas są położeniu: jeżeli się np. znajdują nad głowami naszymi, teleskop wprowadzie weźmie położenie prostopadłe, ale oka kierunek zawsze będzie poziomy; gdy tym czasem teleskopem astronomicznym chcąc uważać ciało takie, nad głową będące, trzeba oko do góry-podnosić. Teleskopem *Newtona* tyle się razy powiększa przedmiot, ile razy długość ogniska szkła ocznego mieści się w długości ogniska zwierciadła wklęsłego. Dajmy, że zwierciadła GH długość ogniska jest pięć stóp, czyli caliów 60: długość zaś ogniska szkła ocznego, jest caliów dwa; przedmiot wydać się będzie 30 razy większym.

§. 110. Teleskop Gregorego.

Teleskop *Gregorego* składa się z dwóch zwierciadeł wklęsłych, i z dwóch szkła wypukłego, lub płasko-wypukłych. W przezierniku DDDD (Figura 168) wstawia się w jednym końcu zwierciadło metalowe HG, mające otwór w swoim środku: naprzeciw środka tego zwierciadła, ku drugiemu końcowi przeziernika, ustawia się drugie zwierciadło wklęsłe KI równoodległe od pierwszego: trochę szersze, aniżeli jest otwór w środku wielkiego zwierciadła, i daleko mniejszego ogniska, jak zwierciadło HG. Zwierciadło mniejszej IK powinno być ustawione za ogniskiem *ba* wielkiego zwierciadła HG, w odległości, która się przez następującą proporcją wyznaczy: ognisko wielkiego zwierciadła, tak się ma do ogni-

ska zwierciadła mniejszego; jak ognisko mniejszego do odległości między ogniskami tych dwóch zwierciadeł. Niech będzie np. ognisko wielkiego zwierciadła dwadzieścia cali, czyli 240 linii, ognisko mniejszego zwierciadła 36 linii; będzie zatem $240 : 36 = 36 : 5^a$; przeto ogniska tych dwu zwierciadeł powinny być od siebie odległe na 5^a linii, a zatem same zwierciadła będą od siebie odległe na 23 cali, linii 5^a . Przy otworze zwierciadła większego HG, jest mały przeziernik L l M m, w który się wstawiają dwa szkła oczne Ll, Mm, podług wyższego sposobu. Ponieważ odległości ognisk w zwierciadłach odmieniają się stosownie do odległości przedmiotów (§. 92.), trzeba zatem, aby małe zwierciadło IK mogło być ruchome; dlatego osadzają je na pręcie metalowym g ruchomym, przez który idąca śruba może zwierciadło IK, przybliżać do zwierciadła HG, lub od niego oddalić.

Teleskop Gregorego różni się od teleskopu Newtona: 1o że większe zwierciadło ma otwór w środku, 2o że małe zwierciadło zamiast płaskiego jest wklęsłe, 3o że toż zwierciadło jest równoodległe od większego. 4te że są dwa szkła oczne. 5te że te szkła wstawione są na końcu przeziernika.

Niech będzie znacznie odległy przedmiot AB, niech promienie od końców jego idące przecinają się wchodząc w teleskop, promienie zatem AG, BH, po odbiciu się od zwierciadła GH zgromadzą się w ognisko, gdzie odmalują przewrócony obraz przedmiotu ba: potem znowu się krzyżując pa-

daią rozchodząc się na zwierciadło IK, od którego odbiwszy się, schodzą się ku szkłom ocznym: przeszedłszy przez soczewkę Ll bardziéj się jeszcze schodzić będą, i w ognisku téj soczewki odmalują obraz przedmiotu w naturalném położeniu *ab*. Oko zatém w punkcie O położone widzi przedmiot *AB*, w miejscu jego obrazu *cđ* pod kątem nOp .

W Teleskopie *Gregorego* wydaie się przedmiot w położeniu naturalném, ale ciemniejszy, niżeli w teleskopie *Newtona*, ponieważ wiele promieniginie przechodząc przez dwa szkła.

Okażmy teraz, iak się powiększa obraz przedmiotu w tym teleskopie; niech będzie długość ogniska zwierciadła większego linii 240, zwierciadła mniejszego linii 36, niech ogniska szkła ocznych będą równe, po 20 linii. Gdybyśmy tylko uważali w teleskopie zwierciadło większe i mniejsze; powiększenie obrazu przedmiotu byłoby w stosunku 240 : 36: gdybyśmy zaś uważali zwierciadło większe ze szkłami ocznymi, powiększenie obrazu byłoby w stosunku 240 : 20; więc uważając zwierciadło większe, tak z mniejszém zwierciadłem, iako też ze szkłami ocznymi, będzie powiększenie obrazu w stosunku składanym z pojedynczych stosunków; to jest, iak $240 \times 240 : 36 \times 20$, czyli, aby znaleźć powiększenie obrazu w teleskopie *Gregorego*, trzeba kwadrat z długości ogniska zwierciadła mniejszego i szkła ocznego; wieloraz okaże wielkość obrazu.

§. III. Teleskop Jakóba Le Maire.

Teleskopy Newtona i Gregorego pokazują plamkę czarną w środku obrazu przedmiotu, która stąd pochodzi, że promienie odbijające się o małe zwierciadła nie wpadają w oko; więc ta część przedmiotu będzie niewidzialna. Jakób Le Maire poprawił tę niedoskonałość zrobiwszy teleskop z jednego tylko zwierciadła wklęsłego, i jednej soczewki oczney. Figura 169 okazuje skład pomienionego teleskopu. W głębi przeziernika DDDD jest wielkie zwierciadło GH metalowe, wklęsłe, przytwierdzone tak do boku przeziernika DD, iż za pomocą śruby I może się do niego przybliżać, lub oddalać. Z pierwszym przeziernikiem, złączony jest drugi EFD, przy jego otworze FD jest mały przeziernik L, w który wstawia się soczewka oczna *mn.* Ten mały przeziernik jest ruchomy, równie jak zwierciadło wielkie GH. Oczywista rzecz jest, iż promienie idące od punktów jakiego przedmiotu, odbiwszy się od zwierciadła GH, wszystkie wpadną w soczewkę oczną *mn.* Jakoż niech będzie przedmiot bardzo oddalony AB, niech promienie od punktów jego idące, krzyżują się w teleskopie: przecięte więc promienie AG, BH, odbiwszy się od wielkiego zwierciadła zbiorą się w jego ognisku i odmalują obraz przewrócony *ba*, aże w tym miejscu przypada ognisko soczewki oczney *mn*, więc oko w punkcie O położone widzi przedmiot AB, w miejscu ogniska wielkiego zwierciadła w położeniu przewróconém. Stąd wypada, że

uważając tym teleskopem przedmioty, trzeba się do nich obracać plecami.

Teleskop Pana *Le Maire*, równie iak *Newtona*, okazuje obraz przedmiotu w położeniu przewróconém, ale daleko iśniejszy, aniżeli teleskop *Newtona*: ponieważ tu promienie raz się tylko odbiiają od zwierciadła, przeto więcéy ich wpada w soczewkę oczną, która tém samym może bydź krótszego ogniska, przez co obraz przedmiotu znacznie powiększony zostanie.

Teleskop *Herschla* różni się od pomienionego teleskopu samą tylko wielkością zwierciadła wklęsłego i wygodniejszém ułożeniem części narzędzia. *Herschel* swym teleskopem odkrył w terazniejszych czasach nowego planetę, który od iego imienia jest nazwany, sześć iego księżyców, iako też dwa księżycy Saturna, których doyrzeć nie można było poprzedzającemi teleskopami.

f. II2. Soczewki Achromatyczne.

Promienie łamiące się w soczewkach rozdzielają się także na siedm pierwiastkowych kolorów, dlatego jeżeli szkła przedmiotowe mają znaczną obszerność, perspektywy z nich ułożone, okazują kolory naksztalt tęczy, przezco obraz przedmiotu niewyraźnym się wydaje. Szukano sposobów zapobieżenia téy niedoskonałości. *Hugieniusz* radził dawać małą obszerność szkłom przedmiotowym, ale przeto mało promieni wpadało, si obraz przedmiotu ciemnym się okazał, a czasem nawet i tym sposobem nie można było

zapobiedz, aby się promienie kolorowe nie okazywały. *Euler* zażanowiwszy się nad zбочzeniem promieni pochodzącem od rozmaitego łamania się światła, iako też od kolistości soczewek, dochodził także sposobów poprawienia tey niedokładności łamania się światła. Uważał on, iż łamanie się światła w oku, dlatego nie sprawuje takich kolorów na błonce siatkowéy, iż w niem cztery razy łamią się promienie: to jest *1^o* idąc z powietrza w błonkę rogową, *2^o* w humor wodnisty, *3^o* w humor kryształowy, *4^o* w humor szklany. Dochodził zatem, czyliby nie można naśladować natury przez podobne ułożenie soczewek, iaki jest skład oka. Na ten koniec składał dwie soczewki, i pomiędzy nimi wodę utrzymywał. Ale zamiary jego były nadaremne: szkła przedmiotowe podług tych zasad zrobione wcale się nie udały, ponieważ szkło i woda nieznaczną różnicę łamania się kolorowych promieni okazują.

Tymczasem *Dollond* sławny optyk Londyński, chciał korzystać z zamiarów *P. Euler*; lecz zdawało się mu, iż łatwiej można tego dokażać łącząc szkła rozmaitey gęstości dla zrobienia soczewki przedmiotowéy, aniżeli łącząc szkło z wodą. Zrobił on przeto soczewkę z dwóch odmiennéy gęstości szkieł złożone. Pierwsze było białe, bardzo przezroczyście, zwane pospolicie *flint glass*, drugie szkło ordynaryjne zielone, zwane *Crown-glass*. Podług doświadczeń *Dollonda* szkło *flint-glass* naybardziéy okazuje promienie kolorowe, a zatem łamanie się w niem promie-

ni czerwonych, różne jest od łamania się promieni fioletowych. Skło zaś zielone *Crown-glass* nieznaczną okazuje różnicę łamania się tych dwu gatunków promieni. Doszedłszy potem *Dollond* przez rozmaite doświadczenia, że stosunek łamania się promieni w tych dwu gatunkach szkła jest jak 3 : 2; zaczął robić soczewki przedmiotowe żadnych kolorów nie okazujące, które dla tego nazwał *Lalande* soczewkami achromatycznymi.

Jak tylko perspektywy *Dollonda* ze szkłami achromatycznymi pomyślny skutek okazywać zaczęły, zaraz Matematycy usiłowali dóżyć, jaka powinna być stosowna koliczność szkła do ułożenia dokładnej soczewki achromatycznej; ale ponieważ iedenże gatunek szkła rozmaita gęstość mieć może, przeto wymiary koliczności szkła podane od Matematyków nie zawsze były dostatecznymi: dlatego wyrabiający pomienione szkła trzymają się w téj mierze bardziej praktyki, jak teoryi. Prześtaniemy więc na opisaniu rozmiarów szkła składających najlepszą soczewkę *Dollonda*. Figura 170 wystawia przecięcie téj soczewki złożonej ze trzech szkła, z tych średnie jest *flint-glass* wklęsło-wklęsłe; dwa zaś poboczne są ze szkła *crown-glass*, wypukło-wypukłe. Promienie koliczności powierzchni odpowiadające liczbom: 1, 2, 3, 4, 5, 6, są linij 315, 450, 235, 315, 320, 320. Pomieniona soczewka służąca do perspektywy za szkło przedmiotowe, ma długość ogniska 43 cali i 5 linii, powiększa zaś obraz przedmiotu 100 lub 200 razy podług ognisk szkła

ocznych, a zatem także skutek sprawuje, jak dawne teleskopy na 25 lub 30 stóp długości.

Promienie światła idące od jakiego przedmiotu wpadając na soczewkę wypukłą *Crown-glass*, dwa razy się złamią: raz, wpadając na powierzchnię 1, drugi raz wychodząc z powierzchni 2; w téj soczewce promienie światła rozdziela się na promienie kolorowe: przechodząc potem przez dwie powierzchnie 3, 4, szkła wklęsłego, które jest *flint-glass*, złamią się w przeciwną stronę, ale bardziej, jak w pierwszym szkłe, ponieważ to jest gęstsze, i większą ma kłistość, niżeli pierwsze; będą zatem promienie kolorowe, ale w innym położeniu, to jest promienie mniej łamiące się, wezmą położenie promieni bardziej się łamiących, i wzajemnie. Nakoniec te promienie przechodząc przez dwie powierzchnie 5 i 6, trzeciego szkła, które jest *Crown-glass*, złamią się znowu, ale w przeciwną stronę, jak się złamały w *flint-glass*, i tyle się złamią w tém szkłe w przeciwną stronę, ile się nadto złamały w poprzedzającym, przez co zjednoczą się promienie, czyli przestaną być kolorowemi.

Robią także soczewki achromatyczne z dwóch szkła, ale te nie są już tak dokładne.

§. 113. Mikroskopy.

Szkła wypukłe wszystkie przedmioty powiększają; więc każde szkło wypukłe można nazwać Mikroskopem, czyli narzędziem powiększającym

drobne ciała. Mikroskopy są trojaki. 1o pojedyncze, 2o złożone, 3o słoneczne.

Jeżeli soczewka wypukło-wypukła, lub płasko-wypukła ma długość ogniska cal jeden, może być użyta za mikroskop pojedynczy. Przedmiot, który mikroskopem uważamy, powinien być oświetlony od światła dziennego; jeżeli zaś przedmiot jest ciemny, trzeba nań zgromadzić światło, albo zwierciadłem wklęsłym, albo szkłem wypukłym. Najwygodniejsze są mikroskopy pojedyncze, bo wyraźnie przedmioty okazują: im krótsza będzie długość ogniska soczewki, tym większy obraz przedmiotu przez nią się wyda. Aby poznać w jakim stosunku powiększył się obraz w mikroskopie pojedynczym, trzeba porównywać odległość przedmiotu z odległością jego obrazu widzianego w mikroskopie. Jeżeli na przykład patrząc przez soczewkę mikroskopową widzę przedmiot 10 razy bliżej, niż gołem okiem, będzie średnica tego obrazu dziesięć razy większa, jak średnica przedmiotu: powierzchnia przedmiotu będzie 100 razy większa, bryłowość zaś przedmiotu 1,000 razy większą wydać się będzie.

Henryk Baker podobnym sposobem wyznaczył powiększenie się przedmiotu w soczewkach mikroskopowych rozmaitych długości ognisk. Przytaczamy tu jego tablicę.

Tablica

Tablica okazująca długość ognisk szkła mikroskopowych, iako też powiększanie się w nich obrazów przedmiotów.

Ognisko soczewki.	Powiększenie średnicy przedmiotu.	Powiększenie powierzchni przedmiotu.	Powiększenie gęstości przedmiotu.
<i>Cale w dzie siętnych częściach.</i>	<i>razy.</i>	<i>razy.</i>	<i>razy.</i>
0, 50	16 —	256	4096
0, 40	20 —	400	8000
0, 30	26 —	676	17576
0, 20	40 —	1600	64000
0, 15	53 —	2809	148877
0, 14	57 —	3249	185193
0, 13	61 —	3721	226981
0, 12	66 —	4356	287496
0, 11	72 —	5184	373248
0, 10	80 —	6400	512000
0, 08	88 —	7744	681472
0, 08	100 —	10000	1000000
0, 07	114 —	12996	1481544
0, 06	133 —	17688	2352637
0, 05	160 —	25600	4096000
0, 04	200 —	40000	8000000
0, 03	266 —	70756	18821096
0, 02	490 —	160000	64000000
0, 01	800 —	640000	512000000

Aby mikroskop pojedynczy znacznie powiększył obraz przedmiotu małego, trzeba żeby ognisko mikroskopowej soczewki było bardzo krótkie, ale przez to samo, używanie tego narzędzia stało się niawygodne: bo trzymając soczewkę blisko przedmiotu, nie wiele promieni od niego wpadnie w oko, a zatem obraz ciemnym się okaże. Dla téwto przyczyny pomyślano o mikroskopach złożonych, w których soczewki dłuższego ogniska podobny prawie skutek sprawują, jak soczewki mikroskopów pojedynczych: oprócz tego pole widzenia większe jest w mikroskopach złożonych, jak pojedynczych. Figura 171 pokazuje układ soczewek w mikroskopie złożonym: *c* jest soczewka krótkiego ogniska np. 6 linii, *D*, jest soczewka dłuższego ogniska np. calów trzy. Trzecia soczewka *F* powinna być krótszego ogniska od średnicy *D*; lecz dłuższego od soczewki przedmiotowej *c*. Każda z tych soczewek osadzona jest w osobnym przezierniku, jak obaczymy zaraz, opisując wszystkie części tego narzędzia. Uważajmy najprzód jakim sposobem maluje się obraz przedmiotu w mikroskopie złożonym.

Niech będzie przedmiot *AB* (Figura 171) w większej trochę odległości od soczewki *c*, jak iéy ognisko: promienie rozchodzące się od wszystkich punktów tego przedmiotu, jakoto od punktu *A*, promienie *Aa*, *Ae*, od punktu *B*, promienie *Ba*, *Be*, okrywają całą soczewkę *c*, i po dwoistém w niéy złamaniu się, promienie od punktów *A*, i *B* idące, zeszyłyby się w punktach

EE i odmalowałyby przewrócony obraz przedmiotu, gdyby nie środkowała druga soczewka D; w której powtórnie złamawszy się, odmalują przedmiotu obraz przewrócony w ognisku ięj *ba*. Przetę oko w punkcie O położoną, widzi przedmiot AB przez soczewkę F w miejscu ięgo obrazu *ba*, widzi zaś pod kątem optycznym kOh , daleko większym od kąta AOB, pod którym widziałoby przedmiot patrząc nań gołym okiem.

Może być mikroskop z dwóch tylko soczewek złożony *np.* z przedmiotowey *c* i oczney D. Z układu szkła w mikroskopie złożonym, pokazuje się, że to narzędzie tém się różni tylko od teleskopu, iż w mikroskopie soczewka przedmiotowa krótsze ma ognisko od soczewek ocznych, w teleskopie zaś szkło przedmiotowe dłuższe ma ognisko od szkła ocznych.

Mikroskop złożony wygodniejszy jest od prostego; można nim uważać drobne ciała wszelakiego gatunku, tak przezroczyste, iako też ciemne. Przytaczamy tu opisanie części mikroskopu powszechnie używanego. Przeziernik mikroskopu AB (Fig: 172) ma około siedmiu cali długości: obszerność ięgo równa jest do wielkości szkła F, D, *c*, wyrażonych na figurze 171. Pomieniony przeziernik AB składa się ze trzech sztuk pryncypalnych A, *d*, *a*, B, które łączą się w przeziernik. Skło oczne F (Figura 171) mające 10 linii średnicy, a 15 linii długości ogniska, wkłada się w szukę mikroskopu A (Figura 172) i przykrywa się drugą sztuką A

wkleśłą, odległą od szkła na 6 linii, i mającą otwór okrągły na 4 linie średnicy. Środkowe szkło D (Fig: 171) ma 15 linii średnicy, a 2 cale i 9 linii ogniska, wkłada się w sztukę θ (Fig: 172), podobnie jak szkło poprzedzające: odległość między temi dwoma szklami jest 25 linii. Soczewka oczna c (Fig: 171) wkłada się w sztukę B (Fig: 172) podobnie, jak poprzedzające szkła, ale otwór przykrywki szkła przedmiotowego tém mniejszy być powinien, im krótsze jest jego ognisko: szkieł przedmiotowych można mieć kilka osadzonych w takie sztuki, aby każda mogła się wśrubować w końce przeziernika B: przykrywki szkieł przedmiotowych powinny być z blaszek bardzo cienkich, i mieć stosowne otwory do długości ognisk soczewek. Im większy jest przedmiot, tém dłuższego ogniska soczewkę należy przyśrubować do końca przeziernika B: np. dla uważania owadów wielkości dwóch linii, śrubujemy osadę ze szkłem przedmiotowym mającém długość ogniska cal jeden, albo też 8 lub 6 linii. Jeżelibyśmy zaś użyli soczewki przedmiotowej krótszego ogniska np. 4, 3, lub 2 linii; przedmiotby się wprawdzie znacznie powiększył, alebyśmy tylko jego część widzieli: soczewki zatem bardzo krótkiego ogniska służą, tylko do uważania takich przedmiotów, których gołym okiem dóżyć nie można; te przez soczewki mające długość ogniska 4, 3, lub 2 linie, znacznie się powiększają, i całe widziane być mogą. Pospolicie używa się sześć soczewek przedmiotowych do odmian, których wiel-

kość ogniska i szerokość otworu przykrywki, następująca tabliczka okazuje.

1sza	ma ognisko	1 linią,	otwór przykry:	$\frac{1}{2}$ linii.
2ga	—	2 linie	—	$\frac{1}{3}$ linii.
3cia	—	4 linie	—	$\frac{1}{2}$ linii.
4ta	—	6 linii	—	$\frac{3}{4}$ linii.
5ta	—	8 linii	—	1 linia
6ta	—	12 linii	—	1 linia

Oto jest układ szkła w przezierniku AB; obaczmy teraz inne części mikroskopu złożonego. HH jest postument kwadratowy drewniany na dwa cale wysoki, a na sześć calów szeroki: w nim powinna być szufladka na schowanie osad ze szkłami przedmiotowymi, iako też innych rzeczy do mikroskopu potrzebnych. Do podstawy HH przyśrubowana jest gruba blacha mosiężna li, od której wychodzi słupek IK wewnątrz tak wydłubany, aby w nim mogły się podnieść dwa graniaste pręty metalowe L, M, na trzy linie grube, a na siedm szerokie. Słupek IK ma jeszcze podporkę k, aby się mocno utrzymywał. Pierwszy pręt metalowy L przytwierdzony jest dwoma śrubami do słupa IK, aby stał niewzruszony: drugi zaś pręt M, jest ruchomy; u wierzchołka swego ma sztukę mosiężną NO, na której utrzymuje się przeziernik AB, otwór w niej powinien być taki, aby łatwo po pręcie nieruchomym L podnoszona, lub opuszczana być mogła, dać się jeszcze podpora n ruchoma, aby się mikroskop w podnoszeniu na boki nie chwiał. Za pomocą sztuki NO można mikroskop prędko

podnieść do góry po pręcie L , lub opuścić na dół; dla wolnego zaś podnoszenia jest śruba NP , mająca drobne gwinty przy P wchodzące w sztuwkę Pp obeymującą obadwa pręty: obracając tedy śrubę NP , mikroskop nieznacznie się posunie do góry lub opuści na dół.

Przedmioty do uważania kładą się na sztuce metalowój BQq , przytwierdzonej do nieruchomego pręta L , mającój otwór okrągły Bq , na tym otworze kładzie się szkło z jakim przedmiotem; zwierciadło wklęsłe V wykręca się tak, aby światło padało na przedmiot, który oko do otworu A przyłożone, uważa. Zamiast tafelek szklanych, na których kładą się przedmioty, mogą być tabliczki drewniane, lub kościane z okrągłemi dziurkami, w które wstawiają się cienkie tafelki szkła moskiewskiego, lub przezroczyste listki talku, i pomiędzy nie wkłada się przedmiot.

Czasem przedmiot oświetać trzeba z wierzchu, jeżeli jest nieprzeźroczysty, na to służy soczewka T oprawiona w osadę Tt , którą rozmiecie wykręcając zbiera się światło na przedmiot ciemny: można także wsadzać przedmioty w szczypczyki obracające się na osadzie q , albo też na drugi koniec szczypczyków zaostrzony.

Oprócz mikroskopu tu opisanego, jest jeszcze inny zwany mikroskop słoneczny wynaleziony przez *Liberkuin*. Części jego są następujące: dwie soczewki wypukłe A, B (Fig: 173) i zwierciadło płaskie L . Aby użyć tego mikroskopu, trzeba mieć izbę ciemną, za okiennicą

powinno być zwierciadło Z. W otwór okiennicy wprawia się szkło wypukłe B, którego ognisko jest, dajmy całów trzy. Za pomocą śruby wykręcając zwierciadłem Z' tak, aby promienie słoneczne od niego odbite padały na soczewkę B, te po złamaniu się weyjdą do ciemnego pokoju, i oświecą przedmiot będący blisko ich ogniska, to jest w punkcie *m*. Przedmiot *m* tak oświecony rzuca promienie, które przeszedłszy przez soczewkę A zbiorą się w ięy ognisku *a*, potem się rozeydą i odmalują obraz przedmiotu W, na karcie białey w tém miejscu trzymaney. Narzędzie to nayprościeysza, zrobi się następującym sposobem: szkło B służące do oświecenia przedmiotu mające długość ogniska całów sześć mniej, lub więcéy, oprawia się w przeziernik, tak długi, iak jest ognisko samego szkła: nie daleko tego ogniska powinien być otwór dla wsuwania weń tablezek z przedmiotami: drugie szkło A oprawia się w inny przeziernik wsuwający się w pierwszy: te więc tylko wchodzą promienie światła do izby ciemney; które niosą z sobą obraz przedmiotu. Mikroskopem słonecznym bardzo się powiększają obrazy przedmiotów, tak dalece, iż obraz *np.* pchły wyrównywać może wielkości konia.

Mikroskopy są bardzo pożyteczne: przez nie bowiem poznaiemy kryształizacyą rozmaitych soli: przez nie przypatruiąc się nasionom, gdy kiełki wypuszczają, postrzegamy w nich błonki: za pomocą mikroskopów poznaliśmy pory we wszystkich ciałach. Na mikroskopach zasa dza się

część znaczna Historji Naturalnej, to jest ta, która o robaczkach traktuje. Przez mikroskopy dochodzimy, że korzenie ziół, drzew, są złożone z żyłek, czyli rurek bardzo szczupłych, któremi soki w siebie ciągną. Nakoniec skórę zdejmując z niektórych zwierzątek, a osobliwie z żab, i kładąc je w mikroskop słoneczny, widzimy, że ich serce raz się wyciąga, drugi raz się skraca, że z niego krew wypływa i nazad wpływa.

§. 114. Ciemnica (Camera obscura).

Ciemnica czyli *Camera obscura* może być trojaka. 1^o. Najprościeyszą mieć będziesz, jeżeli w okiennicę ciemną izby wstawisz szkło wypukłe: albowiem naprzeciw niego trzymając kartę białą, obaczysz na niej obrazy drzew, domów, ludzi zewnątrz będących na wspak odmalowane. 2^o. Ciemnica służąca do kopiowania budynków, ma istotne dwie części, to jest zwierciadło płaskie ZW (Fig: 174), i szkło wypukłe AB osadzone w przezierniku ABRO, który się wsuwa w otwór RO: osada RO wspiera się na czterech nogach tak długich, jak dalekie jest szkła ognisko. Nogi OC, PL, RK, mn, są okryte sukna albo czeratą. Na stoloczku CLK^o kładzie się papier biały. Chcący odrysować budynek za pomocą tego narzędzia, wsadza głowę wewnątrz pod sukno, mając bacność na to, aby światło z boków wewnątrz narzędzia nie wchodziło. Zwierciadło ZW naprzeciw domu o-

brata, szkło AB, albo do góry podnosi, albo też na dół pody opuszcza, póki się obraz domu na karcie w żywych kolorach nie odmaluje: prowadząc już linie po liniach na karcie będących, i kolory też same dając, które widzi, odrysuje dóm proporcjonalny według prawideł optycznych. Trzeci gatunek ciemnicy jest skrzyńeczka, w której zwierciadło ZW (Fig: 175) nachylone jest do horyzontu na 45 stopni, naprzeciw niego znajduje się szkło K wypukłe. Na spodzie w skrzyńeczce kładzione bywają różne rysunki, od tych odbite promienie padają na zwierciadło pod kątem 45 stopni ustawione: więc pod tymże kątem odbite, przechodzą przez szkło K, w tém złamawszy, się wystawiają obraz przedmiotu w położeniu prostopadłym (§. 90).

§. 115. Latarnia czarnociężka.

Latarnia czarnociężka wynaleziona przez X. Kirchera Jezuitę ma zwierciadło wklęsłe BM (Figura 176), w jego ognisku stawia się kaganek, albo lampka zapalona: zacząć promienie z ogniska wychodzące, po odbiciu się od zwierciadła, wracają się równoodległe: te więc przeszedłszy przez szkło wypukłe CD zbiegają się np. na O, stamtąd rozchodząc się, łamią się powtórnie w inném szkłe wypuklejszém AB, i schodzą się na P. Od tego punktu rozchodzą się i coraz większe koło świetne okazują. Zaczęć gdy na O znajduje się jaka figura na szkłe odmalowana, promienie światła przez nie idące, odmalują onę

własnymi iéy kolorami bardzo powiększoną. Stąd się okazuje, że Latarnia czarnociężka podobny skutek sprawia, iak mikroskop słoneczny.

§. 116. Polemoskop.

Wynalazcą Polemoskopu iest *Heweliusz*, części tego narzędzia są następujące. Skrzyneczka kwadratowa DCEF, (Fig: 177) na iednym iéy boku iest horyzontalny przeziernik, w który wstawia się szkło przedmiotowe AB. Na drugim iéy boku iest inny przeziernik pionowy; w który wprawia się szkło oczne G; w skrzyneczkę wstawia się zwierciadło płaskie K pochylone na 45 stopni od horyzontu, i obrócone do szkła przedmiotowego i ocznego. Za pomocą tego narzędzia przedmiot będący naprzeciw szkła AB, małowac się będzie w oku położoném naprzeciw szkła G. Podobny polemoskop robią z lunetek teatralnych, dając w nich otwory na boku i wkładając zwierciadło płaskie tak, aby promienie z boku idące, odbiwszy się od niego, wpadały w szkło oczne.

C Z E Ś Ć VI.

ELEKTRYCZNOŚĆ : MAGNETYZM:
GALWANIZM.

R O Z D Z I A Ł I.

ELEKTRYCZNOŚĆ.

§. 117. Co znaczy wyraz elektryczność?

TRZYMAJĄC w jednę rękę kawałek szkła suchego i czystego, jeżeli go pocieramy drugą ręką także suchą i czystą; po niejakich potarciach szkło następujące skutki okaże: zbliżone do jakiego drobnego ciała, np. do papierka lub słomki, przyciągnie je naprzód, a potem odepchnie; wkrótce znowu przyciągnie, i powtórę odepchnie, i to następne przyciągnie i odpychanie przez czas niejaki trwać będzie. Jeżeli to szkło pocieramy w izbie dobrze ciemnej, i po kilkokrotném potarciu zbliżemy do niego zagięty palec, postrzeżemy iskrę świetną przebiegającą z trzaskiem odległość od szkła do palca. To przyciągnie i odpychanie, te iskry ze szkła z trzaskiem wypadające, są skutki iakiejsis niewiadomej przyczyny. Skutki te uważali jeszcze Grecy, ale na-

przód w potartym bursztynie, który, ponieważ w ich języku zowie się *elektron*, dlatego przyczynę tych skutków, późniejsi nazwali *elektrycznością*.

Tales Milezyusz żyjący na 600 lat przed Chrystusem, postrzegłszy tę własność w potartym bursztynie, tak się nad nią zadziwił, iż poczytał bursztyn za istotę żyjącą. Nie mniejszém był uniesiony podziwieniem *Teofrastus*, kiedy uważał, że bursztyn nie tylko przyciągał słomki i trociny drzewa, ale nawet opilki żelazne, miedziane, i innych metalów. *Pliniusz*, *Strabon*, *Dyoscorides*, *Plutarch*, i wielu innych starożytości Filozofów odkryli też samę własność przyciągania i odpychania w kamieniach drogich, o których w swoich dziełach wzmiankują. Ale prześtając na samém podziwieniu, nie dochodzili elektryczności innych ciał, ani iéy uważali w rozmaitych względach: dopiero w siedemnastém wieku po Chrystusie pomnożono wynalazki w téy umiejętności; okazano późniéy, iż dwoiaka jest elektryczność, iż wszystkie ciała okazywać mogą iéy znaki, nakoniec przystosowano te wiadomości do wytłumaczenia różnych skutków, okazujących się w naturze.

§. 118. Dwoiaki sposób elektryzowania ciał.

Dróćnik z gałką metalową przywiążmy do końca rurki szklannéy, którą pocieramy suchą ręką, czyli elektryzujemy: nie tylko rurka szklanna okazywać będzie znaki elektryczności, przycią-

gałkę i odpychając drobne ciała, ale nawet gałka metalowa. Zamiaść drócika metalowego, gdyby gałka wisiała na jedwabnym sznurku; po naelektryzowaniu rurki szklanej, gałka najmniejszego znaku elektryczności nie okaże: pocieramy samą gałkę, ani tym sposobem elektryczności nie okaże. Z tego doświadczenia wnosimy, że ciała dwojakim sposobem elektryzowane być mogą, to jest przez potarcie i przez komunikację: bo gałka wisząc na dróćniku metalowym; po naelektryzowaniu rurki szklanej, okazywała znaki elektryczności: zawieszona zaś na sznurku jedwabnym nie okazała najmniejszego znaku elektryczności, chociaż nawet była potarta; więc w pierwszym razie elektryczność po dróćniku spłynęła do gałki, w drugim zaś razie, po sznurku jedwabnym spłynąć nie mogła, więc elektryczność sprawnie jakowyś płyn szczególny, który otacza ciała naelektryzowane, i który się przez potarcie wydobywa ze szkła, płynie po metalu; po jedwabiu zaś spływać nie może: przeto metal można nazwać dobrym przewodnikiem elektryczności, jedwab zaś złym przewodnikiem. Podobne doświadczenia okazały, iż dobrymi przewodnikami płynu elektrycznego, są w powszechności wszystkie metale, wszystkie płyny, wyższy powietrze i oliwę, wszelkie humory zwierzęce, para gotującej się wody, śnieg, lód i t. d. Ziemi zaś przewodnikami elektryczności, są: szkło; żywice, bursztyn, siarka, drzewo suche, wszelkie materje tłuste, wosk, jedwab, wełna, bawełna, powietrze suche, ciecze olejne; i t. d.

Ciała będące złemi przewodnikami elektrycznego płynu, przez potarcie okazują znaki elektryczności, ciała zaś, które są dobrmi przewodnikami płynu elektrycznego, nie okazują wprawdzie znaków elektryczności przez potarcie, lecz nabywają iéy, gdy mają komunikacyą z ciałami wydającymi elektryczność przez potarcie: dlatego niektórzy fizycy zowią pierwsze ciała elektrycznymi przez się, drugie zaś elektrycznymi przez komunikacyą: my pierwsze zwać będziemy złemi przewodnikami elektryczności, a drugie dobrmi. Złe przewodniki zatrzymują nieiako w swych pierwotnych cząstkach płyn elektryczny, i nie dozwalaiają mu rozlewać się na otaczające ciała: dobre zaś przewodniki z łatwością go przepuszczają, ale tylko do tych ciał, które są także dobrmi przewodnikami. Stąd, aby zebrać pewną ilość płynu elektrycznego na powierzchni dobrego przewodnika, np. na metal, trzeba go odosobnić, czyli osadzić na szkłe, żywicy lub jakim innym złym przewodniku. Obaczymy wkrótce, że na tém odosobnianiu zależy skład wszystkich machin służących do okazania skutków elektryczności.

Nie znamy żadnego ciała, któreby było, albo zupełnie złym, albo zupełnie dobrym przewodnikiem elektryczności: i tak z pomiędzy dobrych przewodników, metal jest naylepszym, a jednak po nim z jakowymśi oporem rozlewa się płyn elektryczny, i spływa do innych ciał po szkłe, które jest złym przewodnikiem: nie można zatem naznaczyć granicy między dobrmi i złe-

mi przewodnikami, zwłaszcza, że nawet złe przewodniki mogą stać się dobrými, gdy je otacza powietrze ocieplone, czyli nasycone wodą (Tom I. §. 209): iakoż szkło bardzo rozgrzane, palące się drzewo, powietrze gorące, dosyć łatwo przepuszczają płyn elektryczny: nawet niektóre ciała rozmaicie urządzone, stają się ze złych przewodników dobrými, a z dobrych złými. Y tak świeżo ucięta gałąź z drzewa, jest dobrym przewodnikiem: dobrze ususzona staje się złym: spalona na węgiel, pierwszy swój stan odzyskuje: ten węgiel na popiół wypalony, przestaje być dobrym przewodnikiem.

§. 119. Narzędzia służące do okazania skutków elektryczności.

Rurka szklana, lub laska laku były najpierwsze narzędzia do okazania skutków elektryczności; *Hauxbée* obracał potem kulę szklaną za pomocą koła, która pocierając się o dłoń suchą, obficie płyn elektryczny wydawała. Wszyscy zaraz Fizycy chwycili się tego narzędzia, ale każdy nowe w nim czynił odmiany, które wyliczać próżną byłoby rzeczą; dosyć jest powiedzieć, że to narzędzie przy jakichkolwiek jego odmianach, składało się zawsze z waleca, lub bani szklanej, albo też zamiast szkła używano walców siarkowych, lub żywicznych: te naprzód obracano za pomocą koła mającego cztery stopy średnicy, aby się walec z większą prędkością obracał: lecz przez to stało się narzędzie niewy-

godném, bo wiele miejsca zabierało. Angliey potém, zamiast wielkiego koła, używali kilku kółek małych, palczytych, które z wielką prędkością obracały banię szklaną, i machina nie wiele miejsca zabrała; z początku tarła się bania o dłoń suchą, ale że i w tém była niewygodą, podstawiono pod banię poduszkę ze skóry wypchaną włosami. Figura 178 wystawnie takiego gatunku machinę nayproftszym sposobem zrobioną.

ABC (Fig: 178) jest tablica drewniana iakiegokolwiek kształtu, w której utwierdzone są dwa słupki drewniane LK, AH. Bania FF ma na swoich końcach osady mosiężne lub drewniane z czopkami żelaznemi. W słupku AH jest wydrążenie przy H takie, aby czopek od końca bani wychodzący, łatwo się w niem obracał; w słupku LK u góry jest podobne wydrążenie, przez które przechodzi czopek od drugiego końca bani: ten czopek jest dłuższy od pierwszego, na jego końcu jest osadzone koło I, naksztalt bloku: to ma trzy wydrążenia takie, iakie dają w kółku mniejszém w każdéy tokarni: na tymże słupku LK obraca się kółko większe DE, mające także na obwodzie swoim wydrążenie: przez wydrążenie koła większego i mniejszego, przechodzi gruba struna z kiszek baranich zrobiona, iak okazuje figura: pod banią na postumencie drewnianym osadza się gruba rurka szklana, lub też talerzyk z grubego szkła, na nim osadzona jest poduszka Gn, krótsza od bani z każdego końca, dwoma, calami: pomieniona poduszka może

się podnosić, lub opuszczać za pomocą śruby w postumencie będącý, przezco poduszkę można bardziej lub mniej przycisnąć do bani: w poduszce przy G jest gałka metalowa, od której spuszcza się łańcuszek do ziemi, jeżeli nie chcemy odosobniać poduszki: nakoniec przyszyta jest do poduszki gumowana kitayka przykrywająca część bani. Za pomocą korby E obracając koło DE, obracać się także będzie kółko I, ale daleko prędzý, przeto i bania na jednym walcu z nim osadzona, także prędkością wykręcać się będzie; i okaże znaki elektryczności, przez przyciąganie i odpychanie drobnych ciałek: nawet wydać będzie z trzaskiem iskry.

Dla wzbudzenia mocniejszy elektryczności w bani, smaruje się poduszka mieszaniną z merkuryuszu i cyny: taka mieszanina zowie się *amalgama*. Zdaie się, iż każdy metal rozpuszczony w merkuryuszu, powinienby być dobrą amalgamą, pospolicie lednak robi się amalgama z cyny i merkuryuszu następującym sposobem. Trzeba w naczynie szklanne wziąć merkuryuszu $\frac{2}{5}$ części, a do tego przyrzucić $\frac{1}{5}$ część cyny iak nacyjtszý, i póty tę mieszaninę trzeć tłuczkiem szklannym, póki się doskonałe merkuryusz z cyną nie złączy: niektórzy do takiý amalgamy mieszają jeszcze kręde: lecz kreda ciągnie wilgoć z powietrza, przeto umniejszy się dobroć amalgamy. Inni znowu radzą smarować poduszki elektrycznéj maszyny mieszaniną metalów zwaną *aurum musivum*, która się takim sposobem robi: trzeba wziąć równe czę-

ści cyny, merkuryusza, siarki i soli ammoniacki: naprzód zjednoczyć cynę z merkuryuszem, do tego przydać siarkę z solą ammoniacką, i te cztery istoty razem zmieszane włożyć w retortę szklaną i dystrylować: wydobywać się będzie podczas téj dystryllacji znaczna ilość waporów, które gdy przeftaną już wychodźć, masa pozostała w retorcie, zowie się *aurum musivum*. *Jngen-Hause* inny sposób podaje robienia dobrej amalgamy: trzeba stopić w tygielku ośm uncyy cyny i tyleż cynku; gdy mieszanina ostygnie, złączyć z nią jeszcze 16 uncyy merkuryusza, i w moździerzu żelaznym póty trzeć tę mieszaninę, póki się nie odmieni w delikatny proszek czarniawy: ta ostatnia amalgama jest najskuteczniejsza, i przez kilka miesięcy dostatecznie wzbudzać będzie elektryczność.

Aby można zebrać znaczną ilość elektrycznego płynu, trzeba naprzeciw bani naelektryzowanej postawić takie ciało, które jest dobrym przewodnikiem elektryczności: lecz ten przewodnik powinien być odosobniony, to jest osadzony na szkło, lub jakim innym złym przewodniku. W początkach naprzeciw bani szklanej wieszano na jedwabnych sznurkach szyny żelazne, lecz z tych wiele materyi elektrycznéj uciekało, dla chropowatej ich powierzchni; postrzeżono potém, że im gładza jest powierzchnia, tém dłużey materya elektryczna na nię się utrzymaie: figura 179 wystawia taki przewodnik, czyli konduktor, iak pospolicie nazywają: AB jest walec z blachy żelaznéj lub mosię-

żnéy dobrze wypolerowaney, w jeden koniec tego konduktora wsadzone są galki B, I, drugi zaś koniec obrócony ku bani, ma galkę AL, z zaostrzonymi sztyftami: ten konduktor wsparty jest na dwóch słupkach szklannych, aby się mocniéy utrzymywał: im większa jego jest powierzchnia, tém znaczniejsza ilość materyi elektrycznéy na niego spływać będzie: nie trzeba jednak robić zbyt wielkich konduktorów, bo iakożkolwiek jest wypolerowana jego powierzchnia, wszelako na niéy wydawsć się będą ryłki, czyli chropowatości, któremi materya elektryczna na stronę odchodzić będzie. Wreszcie wielkość konduktora stosować trzeba do wielkości bani; np. jeżeli średnica bani jest pół łokcia, długość konduktora dostateczna jest na łokieć lub półtora. Dla oszczędzenia wydatku, można konduktor zrobić z tektury i okleić go gładko cynowemi blaszkami, jakich używają zwierciadlnicy do robienia zwierciadeł.

Taka machina elektryczna mimo swéy użyteczności, częstokroć przypadkom podlega: to jest bania pęka, gdy zbyt prędko obraca się, obracając zaś ją powoli, nie wiele dostarcza materyi elektrycznéy. Zaradzili temu przypadkowi Anglicy, używając w machinie elektrycznéy zamiast bani, tafli szklannéy, która się trze o cztery poduszki, i która wolnie obracając się, daleko większą obfitość materyi elektrycznéy dostarcza, aniżeli naywiększe banie, zwłaszcza gdy iéy średnica jest znaczna. Ta machina składa się z następujących części. Między dwoma słupkami *Mm*,

Nn (Figura 180) obraca się tafla szklanna Pp osadzona na walcu metalowym aa , przechodzącym przez obadwa słupki Mm , Nn ; do końca walca a przydana jest korbka ab , za pomocą której łatwo można obracać maszynę, tafla trze się o cztery poduszki przy m , n , M , N , osadzone na sprężynach. Naprzeciw tafli stoi konduktor XCD na dwóch postumentach szklanych F , G , podobnie jak w poprzedzającej maszynie, z tą tylko różnicą, że w tym konduktorze od galki D idą dwa zakrzywione pręty metalowe A , B , w końcach ich osadzone są galki g , f , lub kubeczki nakształt dzwonek, w które po dwa lub trzy sztyfty osadzają dla zbierania materji elektrycznej z tafli wypływającej. Okazemy teraz za pomocą tych maszyn rozmaite skutki elektryczności.

§. 120. Przyciąganie i odpychanie.

Skutki, które materyja elektryczna okazuje przyciągając i odpychając drobne ciała, następującymi doświadczeniami okazać można. 10d. Jest rurka szklana zakrzywiona ACB (Figura 181): na jej końcach osadzone są dwie galki metalowe A , B , u których wiszą na włoskach dwie białe galki m , n . Zrobiwszy sobie takie przygotowanie, okazać można dwie przeciwne elektryczności następującym sposobem. Trzeba wziąć jaką rurkę szklaną suchą, i potarłszy ją o suchą dłoń, lub sukno, dotknąć się tą naelektryzowaną rurką obudwu galek metalowych A ,

B, natychmiast gałki bzowe m , n rozeydą się: też gałki m , n rozchodzą się także będą, jeżeli dotkniemy się obudwu gałek metalowych A, B, laskiem potartym, czyli naelektryzowanym. Jeżeli zaś naelektryzowanym laskiem dotkniemy się jednéy gałki metalowéy np. A, a zaś szkłem naelektryzowanym dotkniemy się drugiéy gałki B, tedy gałki bzowe m , n , które się piérwéy były rozeszły, w tym razie się zniydną: podobnyż skutek będzie, jeżeli jednéy gałki dotykamy się potartą żywicą, a drugiéy szkłem. Stąd wnieść potrzeba, że elektryczność szkła przeciwna jest elektryczności żywicy, dlatego piérwszą nazwano elektrycznością szklaną, drugą zaś elektrycznością żywiczną. *Franklin* zaś nazwał jednę elektrycznością dodatnią, a drugą niemną, dla przyczyn, które damy wykładając teorię elektryczności.

Można jeszcze to samo doświadczenie tak okazać: Niech iaka osoba stanie na stołku mającym nóżki szklane, który dlatego zowie się stołkiem odosobniającym, czyli elektrycznym, i niech elektryzuje, przez potarcie rurkę szklaną. Nie tylko ta rurka wydawać będzie znaki elektryczności, ale nawet osoba na stołku stojąca: leż elektryczność wychodząca ze szkła, będzie odmienna od elektryczności wypływającej z osoby: bo jeżeli dwie gałki bzowe wyrażone na figurze 181 zbliżemy do szkła naelektryzowanego od osoby, te się rozeydą do znaczney odległości: jeżeli znowu tak oddalone od siebie gałki zbliżemy do osoby, natychmiast się zniydną, i żadnego znaku elektryczno-

ści nie okażą: albo, zbliżając naprzód gałki do osoby na stołku stojący, a potem do szkła przez nią naelektryzowanego, w pierwszym razie oddalą się od siebie, w drugim zaś razie zniyda: inna zatem jest elektryczność w osobie na stołku stojący, a inna w szkłe przez nią naelektryzowaném. Następujące znaki okazują odmiennosc tych dwu elektryczności: jeżeli kto inny trzyma sztyfcik zaostrzony naprzeciw rurki szklanej naelektryzowaney przez osobę, obaczy na jego końcu światło naksztalt punktu; jeżeli zaś tenże sam sztyft przybliży do osoby na stołku stojący, postrzeże ostrokrąg świetny, wypływający od końca sztyftu do osoby. A zatem osoba elektryzująca rurkę szklaną, musiała iey udzielić część swej naturalney elektryczności, kiedy rurka szklanna wydaie materią elektryczną, osoba zaś na stołku stojąca bierze ią: czyli że rurka szklanna ma elektryczność dodatnią, osoba zaś ujemną.

Toż samo doświadczenie można jeszcze okazać machiną elektryczną (Figura 178). Jeżeli łańcuszek od gałki G nie spuszczoney jest do ziemi, czyli gdy poduszka téy maszyny elektryczney jest odosobniona, i gdy podczas obrotu bani trzymamy sztyft zaostrzony naprzeciw gałki G, postrzeżemy światło naksztalt ostrokręgu płynące ze sztyfta do poduszki; jeżeli zaś od gałki G spuszczoney jest łańcuszek do ziemi, i trzymamy sztyft naprzeciw bani maszyny elektryczney, obaczymy na końcu sztyfta punkt świetny: tu zatem poduszka, jeżeli jest odosobniona ma elektryczność ujemną, a szkło dodze-

tnią. To doświadczenie aby się wyraźniej okazało, trzeba je robić w ciemności.

2re. Zawieśmy na konduktorze maszyny elektryczny kutas iedwabny lub niciany; iak tylko obracać zaczniemy banią lub taflę, zaraz nitki składające ten kutas pooddalają się od siebie tém bardziy, im mocniejsza będzie elektryczność: rozchodzić się także będą nitki, gdy kutas powiesimy na galce G (Fig: 178).

3cie. Na konduktorze maszyny elektryczny B1 (Fig: 179) zawieśmy na łańcuszku talerzyk F metalowy, lub też drewniany, lecz wykleiony blaszką cynową: pod tym talerzykiem stoj drugi talerzyk F na postumencie H: można go wysunąć bardziy lub mniej z postumentu, i dać mu iakąkolwiek odległość od pierwszego, przytwierdzając go do postumentu śrubką G. Daymy np. odległość od siebie tym dwóm talerzykom na dwa cale, i położmy na spodnim drobne iakie ciała, te podczas obrotu bani skakać będą od iednego talerzyka do drugiego. Dla sprawienia piękniejszego widoku, można kłaść figurki malowane na kartkach, lub osóbkki z rdzenia bzowego wyrabiane.

4te. Weźmy w rękę kubek szklany, i wewnątrz jego powierzchnię dotkniemy się gałki I (Figura 179) konduktora naelektryzowanego: przykryjemy tym kubkiem gałeczki bzoowe na talerzyku metalowym, lub na stole położone, te przez czas nieiaki w kubku skakać będą, iak okazuje figura 182.

5te. Na tabliczce metalowej B (Fig: 183) założony na koniec konduktora maszyny elektrycznej (Figura 180) wiszą trzy dzwonki C, D, E, dwa z nich skrajne C, E, są zawieszono na mosiężnych łańcuszkach, środkowy zaś D; jako też i gałki *m, n*, metalowe pomiędzy dzwonekami będące, wiszą na iedwabnych sznurkach. Od średniego dzwonka D spuszczoney jest łańcuszek DF do stołu, czyli dzwonek D ma komunikacyą z ziemią: do końca łańcuszka F, jest przywiązany sznurek iedwabny. Podczas elektryzacyi konduktora maszyny, dzwonki przyciągając i odpychając gałki *m, n*, póty brzmieć będą, póki się konduktor elektryzuie: naprzód dzwonki C, E zawieszono na łańcuszkach, biorą w siebie elektryczną materiją z konduktora; a zatém przyciągają do siebie gałki *m, n*, i udzieliwszy im część swęy elektryczności, odpychają ie ku dzwonekowi D nie naelektryzowanemu, który odebrawszy materiją elektryczną z gałek, przymusza ie do powrotu ku dzwonekom C, E, gdzie znowu się elektryzują i t. d. Jeżeli zaś za pomocą iedwabnego sznurka podniesiemy ze stołu łańcuszek DF, czyli nie damy komunikacyi dzwonekowi D z ziemią; brzmienie dzwoneków póty tylko trwać będzie, póki się nie naelektryzuie średni dzwonek D, tak, iak skrajne, a zatém gałki nic nie udziela mu swęy elektryczności, wziętęy od dzwoneków skrajnych.

§. 121. Bukieciki i punkta świecące.

Jakimkolwiek sposobem elektryzujemy ciało; przyjdzie ten moment, w którym się przesyca materyą elektryczną, i więcéy iéy nieprzyymie: ftąd wypada, że gdy konduktor maszyny elektrycznéy dostatecznie jest naelektryzowany, wtenczas elektryczna materya wypływająca z bani lub tafli na konduktor, oddala się z niego do ciał przyległych, a szczególniey w czątki wodniste, których zawsze jakaś ilość znajduje się w powietrzu (Tom I. §, 208). Jeżeli maszyna elektryczna dobrze jest urządzona, jeżeli powierzchnia iéy konduktora jest okrągława w załamaniach i gładka, jeżeli znaczną obfitość materyi elektrycznéy dostarcza tafła, i jeżeli powietrze jest suche, natenczas zbyteczna ilość materyi elektrycznéy oddala się z konduktora z trząskiem, wydając zapach fosforu; ale naywięcéy wtedy ubywa elektryczności z konduktora, gdy powierzchnia jego nie jest gładka; iakażkolwiek na nim jest ryska, z téy materya elektryczna odpływać będzie w powietrze formując ostrokrąg świetny, czyli bukiecik świecący.

Bukieciki świecące można jeszcze okazać następującém doświadczeniem, które w ciemności robić trzeba. Konduktor maszyny elektrycznéy złączmy z innym jakim konduktorem za pomocą łańcuszka, i mocno elektryzujemy obadwa konduktory, postrzeżemy wiele bukiecików świetnych wypływających z ogniw łańcuszka. Albo w koniec konduktora I (Fig: 180) wsrubujemy sztyft

zaostrzony, z tego podczas elektryzacji świetny bukietek wypływać będzie.

Jeżeli zaś trzymam naprzeciw konduktora pręt z gałką, postrzegę na nięj punkt świecący: także sam skutek będzie trzymając naprzeciw konduktora zagięty palec w znaczney odległości. Albo nakoniec, osadzmy na konduktorze (Fig: 179) pręt metalowy KD, na ostrym jego końcu jest przykrywka K ruchoma, w którą wprawiają się cztery pręciki *a, b, c, d* w jedną stronę na końcach swoich zagięte, jak okazuje figura: te pręciki z przykrywką K powinny mieć położenie horyzontalne: po naelektryzowaniu konduktora, pręciki obracać się będą, nie kierunkiem końców zaostzonych, ale w przeciwną stronę, to jest kierunkiem liter *a, b, c, d*: to doświadczenie piękny widok sprawia, jeżeli się robi w ciemności, albowiem z końców pręcików wypływać będą świetne bukietki: że zaś te pręciki bardzo szybko się obracają, przeto wydawać się będzie obrot koła świetnego: dlatego to narzędzie zowią wiatraczkiem elektrycznym. Można to doświadczenie dla zabawienia dzieci w ten okazać sposób: trzeba pręciki przykryć tekturą okrągłą, na nięj we czterech punktach, odpowiadających zagięciom pręcików, przykleić figurki rycerzów konnych; za obrotém maszyny elektryczney, rycerze manewry wojskowe odprawiać będą.

Wiatraczek obracać się będzie w jedną stronę, tak od elektryczności dodatney, iako też

też niemnėy: przyczynę tego obrotu naznaczyć można podług teoryi Pana *Franklina*, którą póżniy wyłożemy, iż elektryczności iednakowe-
goż gatunku wzajemnie się odpychają.

§. 122. Końce ostre ściągają materiją elektryczną.

108. Trzymaymy sztyft ostry, albo palec naprzeciw konduktora naelektryzowanego, ściągniemy z niego całą elektryczność z tafli przybyłą, ale żadney iskry nie wyprowadziemy: stąd wypada, że ciało ostro zakończone ściąga materiją elektryczną bez najmniejszego szelustu, nawet zoftawione w znaczney odległości od konduktora: zbliżając zaś do konduktora metal okrągło zakończoney, lub palec zagięty, iskra z trzaskiem wykoczy, i tém mocniejszy uczucie sprawi, im obfitsza na konduktor zbierze się elektryczność.

2re. Niech kto stanie na stołku elektrycznym, i trzyma w ręku pręcik metalowy z jednego końca ostro zakończoney, na drugim zaś mający gałkę okrągłą: ieżeli ten człowiek odosobniony, iest w znaczney odległości od konduktora, i obróci ku niemu pręcik tym końcem, gdzie iest gałka, nie okaże żadnych znaków elektryczności: ieżeli zaś obróci pręcik ostrym końcem do konduktora, zabierze z niego elektryczność: stąd wypada, że ostre końce z dalszey odległości ciągną materiją elektryczną, aniżeli okrągłe.

3cie. Trzymamy naprzeciw konduktora naelektryzowanego sztyft oftry, nie wyprowadzimy z niego żadney iskry: te zaś okażą się, jeżeli kilka sztyftów trzymać będziemy: stąd wypada, że wiele końców oftrych wzajemnie sobie przeszkadzaia, i nie przepuszczaią z równą prędkością płynu elektrycznego: dlatego u konduktorów machia elektrycznych, iak najmniey sztyftów ściągających elektryczność dawać potrzeba; do konduktora machiny baniaftéy (Figura 179) dosyć jest dadź trzy sztyfty: w dzwonki zaś osadzone na łuku konduktora machiny taslowéy (Figura 180), można wsadzić po iednym tylko sztyfciku.

S. 123. Iskry, płomień, i palenie za pomoca elektryczności.

Doświadczenie pierwsze: Trzymamy naprzeciw konduktora naelektryzowanego zagięty palec, albo iakie inne ciało nie oftro zakończone, ale które jest dobrym przewodnikiem elektryczności, wyprowadzimy z konduktora żywe iskry i świetne. Tego zaś skutku nie będzie, jeżeli i ođ trzymamy naprzeciw konduktora machiny ciało takie, które jest złym przewodnikiem elektryczności: 2re albo jeżeli dobry przewodnik jest oftro zakończony, 3cie albo nakoniec, jeżeli się dotyka samego konduktora machiny.

2gie. Niech kto stanie na stołku elektrycznym; daymy mu komunikacyą przez łańcuszek z konduktorem machiny: podczas elektry-

zowania konduktora, człowiek także odosobniony, czyli stojący na stołku elektrycznym, okazywać będzie znaki elektryczności, tak, jak konduktor; bo jeżeli kto inny zbliży do jakiej części jego ciała palec swój zagięty, wyprowadzi z niego iskrę elektryczną; jeżeli zaś trzyma swoją dłoń nad jego głową, nieżą się na niego włosy: i jeżeli mocna jest elektryczność, i to doświadczenie w ciemności się robi, okaże się płomień nad włosami odosobnionego człowieka.

3cie. Kilka konduktorów w niewielkiej odległości od siebie ustaw wszy, i dawszy ostatniemu komunikacją z ziemią; za pierwszym obrotem tafli lub bani, iskry prawie w jednym momencie od jednego konduktora, do drugiego przeskakiwać będą: stąd wnieść potrzeba, że materia elektryczna z wielką prędkością po ciałach się rozlewa. Między innymi Fizykami dochodzącymi prędkości elektrycznej materii, okazał ją Xiądz *Bekarya* Pijar bardzo prostym sposobem. Sznur konopny długi na 500 stóp rozciągnął po różnych miejscach wieszając go na sznurkach iedwabnych: sznura koniec jeden przywiązał do konduktora maszyny, drugi zaś koniec zawieszony na iedwabiu, niezbyt daleko od niego trzymał. Jak tylko zaczęto elektryzować konduktor, w krótkim czasie koniec sznura na iedwabiu będący okazywał także znaki elektryczności: bo gdy sznur był suchy, znaki te widzieć się dały w przeciągu trzech sekund, gdy zaś sznur był mokry, znaki elektryczności pokazywały się w półtorej sekundy. Inni Fizycy, doświadczając prę-

kości materyi elektryczney drótami metalowemi postrzegli, iż w jednéj sekundzie przebiega 2000 sążni: więc, gdy materya elektryczna tak znaczną długość w krótkim czasie przebiega, prędkość iéy iest bardzo wielka.

4tc. Tafelkę szklaną AB DC (Figura 184) wykleymy listkami cyny w ten sposób, iak okazać figura: trzymając tę tafelkę w ręku tak, aby listek przy C był pod palcem, jeżeli zbliżemy tafelkę do konduktora maszyny, iskra z niego wypadająca do listka przy B, przebieży następnie wszystkie, aż do palca; że zaś te listki nie stykają się z sobą, przeto materya elektryczna w przechodzie swoim będzie widoczną. Tym to sposobem można udawać błyskawice, iluminowane litery, słowa, lub iakie rysunki, wykleiając listkami cynowemi tafle szklane, podobieństwa tych figur.

5tc. Gałkę metalową wiszącą na dróćiku przewieśmy przez konduktor maszyny, po naelektryzowaniu konduktora, naczynie, w którym iest eter przybliżmy do gałki, iskra z niéy wypadająca zapali eter. Można to samo doświadczenie różnemi okazywać sposobami. 10d. Jeżeli osoba elektryzująca się trzyma naczynie z eterem, a druga na ziemi stojąca przybliży palec do eteru, natenczas iskra elektryczna wyskakując z eteru do palca, zapali ten płyn. 2rc albo jeżeli osoba elektryzująca się na stołku elektrycznym, przybliży swój palec do eteru, który trzyma inna osoba. Toż samo doświadczenie może się udać ze spirytusem winnym, ale go trze-

ba trochę pierwéy ogrzać , lub dosyć długo trzymać w ręku naczynie to , w którym iest spirytus.

§. 124. Butelka Leydeyska i iéy skutki.

Muschembroek chcąc naelektryzować wodę, nalał iéy w słoý szklanny, i postawiwszy to naczynie pod konduktorem maszyny, spuścił łańcuszek od niego w wodę w słoju będącą: gdy mu zdało się, że już dostatecznie wodę naelektryzował, odsuwał iedną ręką słoý z pod konduktora, a drugą chciał wyciągać łańcuszek z wody; lecz w tym samym momencie, gdy go się dotknął, nastąpiło gwałtowne wstrząśnienie w jego rękach i plecach. Doniósł o tém doświadczeniu *Muschembroek* Panu *Reaumur* członkowi Akademii Paryzkiéy: powtarzano ie we Francyi w R. 1746, i nazwano doświadczeniem Leydeyskiem dlatego, że naprzód w Leydzie było zrobione: naczynie zaś służące do tego doświadczenia nazwano butelką Leydeyską. W początkach zbierano materią elektryczną w butelkę Leydeyską, czyli ładowano ją, nalewając iéy część wodą, i dając komunikacją z konduktorem stronie wewnętrzney butelki, a stronę iéy zewnętrzną trzymając w rękach: postrzeżono potém, że nie sama tylko woda służy do wykonania tego doświadczenia, ale też wszelkie ciała będące dobrými przewodnikami elektryczności: przeto część strony wewnętrzney w butelce wykładano jaką blaszką metalową, równie iak i zewnętrzną stronę bu-

telki. Przygotowie się butelka Leydeyska do doświadczeń, następującym sposobem: trzeba butelkę ze szkła czystego, albo też jakiegokolwiek naczynie szklane wykleić wewnątrz i zewnątrz blaszką cynową, zostawiając z obu stron brzegi naczynia nie okleione, na cał jeden więcący, lub mniey. Figura 185 wystawia butelkę Leydeyską: iey wewnętrzna i zewnętrzna powierzchnia wykleiona jest blaszką cynową do BC: dla dania łatwiejszey komunikacyi stronie wewnętrzney z konduktorem maszyny, wpuszczony jest przez otwór butelki pręt metalowy AD, aż do iey dna, wierzch pręta ma gątkę A; Ładuje się butelka Leydeyska materją elektryczną takim sposobem: trzeba dać komunikacyą stronie wewnętrzney z konduktorem maszyny, a zaś zewnętrzney stronie z ziemią. Następujące doświadczenia okazują skutki butelki Leydeyskiej naładowaney.

Doświadczenie pierwsze: Trzymaj w jedney ręce butelkę Leydeyską obróciwszy gątkę A (Figura 185), od konduktora maszyny, po naładowaniu butelki: jeżeli drugą ręką dotkniesz się gątki A, odbierzesz nagłe i mocne szarpnienie: moc tego szarpnienia zależeć będzie od czulości osoby doświadczający, i od obfitości materji elektryczney zebraney w butelkę. Z tego doświadczenia okazuje się, iż dla odjęcia materji elektryczney z butelki, czyli dla wyładowania iey, trzeba stronę zewnętrzną butelki połączyć dobrym przewodnikiem ze stroną wewnętrzną.

Jeżeli kilka lub kilkanaście osób wezmą się za ręce i pierwsza z pomiędzy nich dotknie się jednéj strony butelki Leydeyskiej, a ostatnia w tym samym czasie dotknie się drugiéj strony, wszystkie uczują w jednym prawie momencie gwałtowne poruszenie w swych członkach. Doświadczenie to uda się chociażby iak najwięcéj osób wzięło się za ręce: To także doświadczenie okazuje wielką prędkość materji elektrycznéj w rozchodzeniu się. Następujące doświadczenie bardziéj to jeszcze pod zmysły wyftawia.

zgie. Po ścianach wielkiéj iakiéj sali przeprowadźmy dróty metalowe, na których pozawieszamy pistolety elektryczne *P. Volty*, nabite kwasorodnym i wodorodnym plynem. (Opisaliśmy pomienionych pistoletów skład i sposób ich nabiłania, w Tomie I. na karcie 361, §. 192). Jeżeli jeden koniec pomienionych drótów ma komunikacyą ze stroną zewnętrzną butelki Leydeyskiej naładowanéj, a drugim ich końcem dotkniemy się strony wewnętrznej; butelka się wyładnie, materja elektryczna przebiegając po drótkach, zapali mieszanię plynów wodorodnego i kwasorodnego, lecz zdawać się będzie, że wszystkie pistolety razem wystrzeliły.

Można butelkę Leydeyską naładować dając komunikacyą z konduktorem maszyny elektrycznéj któręjkolwiek stronie. Jeżeli trzymasz butelkę Leydeyską za gałkę A (Figura 185), a obrócisz do konduktora maszyny powierchnią iéj zewnętrzną; butelka równie się naładnie, iak

gdybyś trzymał za stronę ięý zewnętrzną, a obrócił galkę do konduktora maszyny.

Aby wyładować butelkę Leydeyską bez uczucia najmniejszego szarpnięcia, trzeba używać narzędzia nazwanego *excytator*. Wystawuje go figura 186. Dwa pręty metalowe BC, BC proste, lub w łuki za rzywione, osadzają się w sztukę C, tak, jak nóżki cęrkła, aby były ruchome: na ostrych ich końcach są galki metalowe D, M. Całe narzędzie osadza się na rurkę szklaną CA. Chcąc tedy wyładować butelkę Leydeyską bez uczucia najmniejszego szarpnięcia, trzeba rozdzielić pręty DC, MC, i trzymając *excytator* za rurkę szklaną AC, dotknąć się jedną galką stroną zewnętrzną butelki Leydeyskiej, a drugą wewnętrzną. Można być nawet *excytator* bez rurki szklanej, z jednego tylko pręta metalowego zrobiony, i w łuk zagięty; i takim *excytatorem* można butelkę wyładować bez uczucia szarpnięcia; ponieważ materia elektryczna łatwiej się rozchodzi po metalu, aniżeli po ciele ludzkim.

3cie. Odsobnij butelkę Leydeyską stawiając ją na żywicy, lub stółku elektrycznym, i daj ięý komunikacją z konduktorem maszyny naelektryzowanym, zdejm potem tę butelkę za pomocą tafelki szklanej, lub iakiego złęgo przewodnika: jeżeli dotkniesz się obudwu ięý stron, żadnego nie uczujesz wzruszenia, nawet nie wyprowadzisz iskry, jeżeli powietrze jest suche. To doświadczenie okazuje, iż wtęnczas tylko butelka Leydeyska może być naładowana, kiedy ięý

powierzchnia zewnętrzna ma komunikacją z dobrami przewodnikami.

4te. Zawiesz butelkę Leydeyską na konduktorze maszyny, a drugą do haczyka będącego u dna pierwszój butelki; dać drugiej butelce komunikacją z ziemią: spuszczaiąc od zewnętrznej jej powierzchni łańcuszek do podłogi: Obiedwie te butelki mogą się naładować materją elektryczną.

5te. Dwie butelki Leydeyskie naładowane materją elektryczną, niech będą iakkolwiek od siebie oddalone: jeżeli koniec ieden *excytatora* D (Fig: 186), przyłożysz do powierzchni pierwszój butelki, a zaś drugi koniec *excytatora* M, przytkniesz do galki drugiej butelki; nie wprowadzisz żadnej iskry. Ale jeżeli dasz komunikacją stronom zewnętrznym butelek, przewiązawszy je łańcuszkiem, i dotkniesz się jednym końcem *excytatora* zewnętrznój powierzchni iednej butelki, a drugim jego końcem galki, drugiej butelki, natenczas obiedwie się razem wyładują.

6te. Okręć iedną galkę *excytatora* bawełną, na którą nasyp proszku z kolofonii, dotknij się iedną galką *excytatora* powierzchni zewnętrznej butelki, a drugą galkę, na której jest bawełna przytknij do galki butelki, iskra wypadająca zapali bawełnę: tym sposobem można świecę zapalić używając tak urządzonego *excytatora* zamiast siarniczka.

7te. Wielką butelkę Leydeyską naprzykład gąsior naładowawszy materją elektryczną, sex-

ten kilkoarkuszowy przyłoż do zewnętrznej strony butelki, potem przyłożywszy jedną gałkę do sexterna, a drugą do gałki butelki Leydeyskiej, ta się wyładuje, i materya elektryczna z niej wydobywająca się, cały sextern przebie, i da się uczuć mocny zapach palącego się fosferu w przebitych dziurach papieru: Można to doświadczenie ukutecznić i małą butelką.

3me. Blaszkę bitego złota malarzkiego włóż między dwie tafelki szklane tak, aby końce blaszki z obudwu stron wychodziły: tafelki szklane ściśnij zwolna w prasie, i za pomocą excytatora daj komunikacją jednemu końcowi blaszki ze stroną zewnętrzną butelki Leydeyskiej naładowanej, a drugiemu ze stroną wewnętrzną; materya elektryczna wydobyta z butelki, przejdzie pomiędzy tafelkami szklanymi i stopi w nich blaszkę złotą: przypatrując się téj blaszce przez mikroskop, postreżesz w niej inkruftacją złotą, której, ani wykrobiesz, ani wydobędziesz kwasami.

§. 125. Kwadrat Franklina i tablica czarnosieżka.

Nie sama tylko butelka Leydeyska pomienione skutki okazuje, ale jakakolwiek tafla szklana mająca obiedwie powierzchnie wykleione blaszką cynową tak, aby iéy brzegi z obudwu stron na cał przynajmniej nie były okleione cyną. Wynalazcą tego sposobu pomnażania materyi elektrycznej był *Franklin*: przeto takowa tafla na-

zwana jest kwadratem Franklina. Zrobi się kwadrat Franklina następującym sposobem: taflę szkła, iakiéy do okien używają, wykleić trzeba z obu dwu stron blaszką cynową, lub papierem złotym, zostawiając z każdéy strony brzegi tafli na cał, lub więcéy nieokleione: taki kwadrat Franklina w tén sposób ładować się powinien: trzeba go położyć na pościumentie metalowym, albo też na łańcuszku leżącym na stole i spuszczo-
nym do ziemi; potém od konduktora maszyny elektrycznéy spuścić łańcuszek do wierzchniéy strony kwadratu Franklina, i obracać maszynę; Kwadrat tak się naładuje, iak butelka Leydey-
fka: aby zaś wydobyć z niego materią elektryczną, trzeba jedną gałką excytatora dotknąć się łańcuszka do ziemi spuszczonego, a drugą gałką wierzchniéy strony kwadratu.

Można ieszcze na blaszkę cynową kwadratu Franklina przykleić portret, lub iaki rysunek i osadzić w ramki: tak urządzony kwadrat, zowie się tablicą czarnoxięzką.

Prócz doświadczeń w poprzedzającym paragrafie przytoczonych; można kwadratem Franklina, lub tablicą czarnoxięzką następujące zrobić.

108. Dawszy komunikacją powierzchni zewnętrznej z konduktorem maszyny, a od dolnej powierzchni spuściwszy łańcuszek do ziemi; postawić w pobliżności kwadratu, lub tablicy czarnoxiężkiéy pistolet *Volty*, nabity płynami wodnorodnym i kwasorodnym; pistolet może być taki, iaki jest wyrażony w Tomie pierwszym tego dzieła Tablica 71. Fig: 97. Na wierzchniéy zaś

stronie kwadratu Franklina postawić strzelca figurę z blachy zrobioną, którego strzelba ku tarczy pistoletu jest wykierowana: po zupełnym naelektryzowaniu kwadratu, iskra ze strzelby wypadająca uderzy w gałkę tarczy pistoletu i zapaliwszy w nim dwa płyny, huk podobny do strzelenia sprawi.

2re. W pokoju obok drzwi, powieś na ścianie tablicę czarnoxięzką, od jednéj iéy powierzchni przeprowadź drót do podłogi, która do drzwi wewnątrz pokoju przytyka, czyli raczéy day komunikacją do proga od jednéy powierzchni tablicy czarnoxięzkiéy, potém w pokoju nad drzwiami zawieś na iedwabnych sznurkach pręt metalowy tak, aby otwierająca się drzwi, popychały go aż do zetknięcia się z powierzchnią kwadratu nie mającą komunikacyi z progiem: prócz tego od klamki drzwi powinien iść drót po drzwiach, aby te otwierając się, pręt metalowy opierał się na drócie; przez co klamka drzwi będzie miała komunikacją z drugą powierzchnią tablicy czarnoxięzkiéy: A zatém osoba otwierająca drzwi, stojąc na progu, ma już komunikacją z jedną powierzchnią tablicy czarnoxięzkiéy, trzymając się zaś za klamkę i otwierając daléy drzwi, popchnie pręt na iedwabnych sznurkach zawieszony, aż do zetknięcia się z drugą powierzchnią tablicy, czyli będzie także z nią miała komunikacją: A zatém jeżeli tablica czarnoxięzka jest naładowana materią elektryczną, osoba otwierająca drzwi, naglé

uderzoną zostanie ; tym sposobem można sobie z kogo zabawkę uczynić.

§. 126. Bateria elektryczna i iéy skutki.

Kilka lub kilkanaście butłów, lub słoików wykleionych wewnątrz i po wierzchu cyną bitą w blaszki, składają *Baterią elektryczną*, któręy skutki daleko są mocniejsze, aniżeli butelki Leydeyksięy. Urządźisz baterią elektryczną do doświadczeni, następującym sposobem. Trzeba wybrać kilka butłów lub słoików ze szkła czystego, i wykleiwszy metalem ich powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne, oblać lakiem ich brzegi nie okleione ; pomienione słoie powinny być w szufladzie wykleionęy wewnątrz także blaszką cynową, lub papiérem złotym ; przez co słoików powierzchnie zewnętrzne będą miały z sobą komunikacyą : wewnątrz każdego słoia wchodzi pręt metalowy do dna, wierzchni koniec pręta ma gąkę, przez gąki wszystkich prętów przechodzące inne pręty poziomo, robią komunikacyą powierzchni wewnętrznych wszystkich słoików : ponieważ zatém w słoiach baterią składających, tak powierzchnie zewnętrzne, iako też wewnętrzne, są z sobą złączone ; przeto bateria iest to samo, co butelka Leydeyfska, a zatém w ładowaniu iéy i wyladowaniu na to samo wzgląd mieć potrzeba, iak w butelce Leydeyfskięy ; to iest, daie się komunikacya powierzchni wewnętrzny z konduktorem maszyny, a zaś powierzchni zewnętrzny z ziemią: dla-

go w szufladzie powinna być wpuszczona blacha, na którejby się wspierał dosyć ieden słój, do téj blachy wychodzący za szufladę przywiązany jest łańcuszek znacznie długi, za który zaczepia się iedna gałka exytoratora, a drugą iego gałką dotykać się trzeba któreykolwiek gałki wychodzący ze słoia; baterya naelektryzowana wyładuje się. Do ładowania bateryi i piéty jest stawiać naprzeciw bani, lub tafli konduktor mały, aniżeli wielki: bo z piérwszego nie tak wiele materyi elektryczney w powietrze odpłynie, iak z drugiego.

Do poznania kiedy baterya dostatecznie jest naładowana, służy następujące narzędzie, zwane *Elektrometr* wynaleziony przez *Hanleia*: wystawiony on jest na konduktorze (Fig: 179): składa się ze słupka drewnianego EB, grubego na trzy linie, wysokiego na 4 cale, koniec E ma śrubkę mosiężną, za pomocą której śrubuje się elektrometr, albo w swój postument, albo też w konduktor maszyny elektryczney, iak jest wystawiono na figu ze: kończy się słupek gałką okrągłą B, przy której jest półkole z kości słoniowey przytwierdzone do słupka, i podzielone na 180 stopni: w środku tego półkola osadzony jest na bardzo ruchomym walczyku, cieniutki pręcik drewniany BC. Gdy taki elektrometr osadzony jest na konduktorze maszyny elektryczney, z którym ma komunikacyą powierzchnia wewnętrzną butelki Leydeyskiej, podczas iéy ładowania, pręcik elektrometru BC oddalać się będzie od słupka BE, i przebieży kilkadziesiąt sto-

pni: jeżeli powietrze jest suche, i tafla lub bania znacznie dostarcza materji elektryczney, pręcik BC może się podnieść na dziewięćdziesiąt stopni, ale w tym razie sama butelka Leydeyfska popolicie się wyładuje: elektrometr więc okazać może, iak wielka ilość materji elektryczney zebrana jest w butelkę Leydeyfską, lub w baterją, i kiedy przestać trzeba one ładować. Stawia się zatem elektrometr na baterji, jeżeli ma swój postumencik, albo się tylko śrubuje w konduktor maszyny; dawszy zatem komunikacyą baterji z konduktorem, trzeba póty obracać banię lub taflę, póki pręcik BC nie stanie na 60, a naywięcéy na 80 stopni, i od tego momentu przestać obracać maszynę, boby się sama baterja wyładowała.

Okazmy teraz doświadczeniami dzielność baterji elektryczney.

10d. Ustaw taką baterją, której słoików wykleiona powierzchnia, czyni 30 stóp kwadratowych, potém dróćik metalowy, iakiego na stony do gitar używają, przywiąż iednym końcem do blachy wychodzącéy z szuflady, w której słoją słoie, tym sposobem dróćik będzie miał komunikacyą z wewnętrzną powierzchnią baterji: drugi zaś koniec dróćika przywiąż do iednéy gałki excytatora: po naładowaniu baterji do 60, lub 80 stopni, dotknij się drugą gałką excytatora powierzchni wewnętrznéy baterji; elektryczna materya w wielkiéy obfitości wydobyta, przebiegając po dróćiku stopi go, i w drobnych galeczkach po podłodze rozrzuci; podczas

tego działania przykaią także iskry na wszystkie strony do znaczney odległości, które pochodzą od palących się cząstek drótu, które gwałtowne uderzenie materii elektryczney rozrzuca: jeżeli bateria jest bardzo wielka, po wyładowaniu onéy, drót stopiony na tak drobne cząsteczki rozdzieli się, że ich doyrzec nie będzie można. Powtarzając to doświadczenie na drótach różnych metalów, ładując zawsze baterią do iednakowego stopnia; postrzeżemy, iż iedne metale prędzéy się topią, iak drugie. Jeżeli nakoniec dróciak metalowy, który topiemy za pomocą baterii, leży na tafelce szklannéy; po stopieniu iego, wyobrażają się na tafelce siedem kolorów pierwiastkowych, iakie okazujemy rozbierając światło pryzmatem.

gre. Cienki dróciak metalowy wpuść w rurkę szklanną na trzy linie otwór mającą, wyładuj baterią na ten dróciak; który stopiwszy się, rozdzieli się na drobne gałeczki rozmaitéy wielkości, które się powbliiają w wewnętrzną powierzchnią rurki, z któręy iednak można one łatwo wydobyć. Przypatrując się tym gałeczkom, albo golém okiem, albo, jeżeli są bardzo drobne, przez mikroskop pojedynczy; postrzeżemy, iż są wewnątrz wydęte, i istota ich podobna jest do kwasianu metalicznego (*oxyde metallique*). Czyniąc to doświadczenie, trzeba uważać żeby bateria nie była bardzo mocna, albo też nadto słaba: ponieważ w pierwszym razie obróciły się metal w bardzo subtelny proszek, albo
nawet

nawet w wapory; w drugim zaś razie nie dosko-
naleby się roztopił.

3cie. Day komunikacją iakiemu zwierzęciu naprzykład ptakowi z powierzchnią zewnętrzną bateryi naładowaney i z jedną gałką excytatora, i jeżeli dotkniesz drugą gałką excytatora powierzchni wewnętrzney bateryi, ta wyładując się, gwałtownie wstrząśnie ptaka i zabije. Można jeszcze to doświadczenie tak wykonać: zostaw zwierzątko iakie na stołku elektrycznym, day mu komunikacją z konduktorem machiny, to jest z wewnętrzną powierzchnią bateryi, elektryzuy ją do kilkudziesiąt stopni: potem jedną gałką excytatora dotknij się powierzchni zewnętrzney bateryi, drugą zaś gałką excytatora przykładay do głowy zwierzątka: natychmiast bateria się wyładuje, zwierzątko iakby piorunem uderzone, żyć przestanie.

§. 127. Elektrofor.

Do czynienia niewielkich doświadczeń z elektrycznością, służy następujące narzędzie, wynalezione przez *A. Volta*, i nazwane od niego elektroforem dlatego, iż przez długi czas zatrzymuje w sobie materią elektryczną. Wystawie go Figura 187. Składa się ze dwóch talerzów metalowych A, B, na sobie leżących. Talerz spodni B wylany jest iaką materią żywiczną, lub siarczystą: talerz zaś wierzchni A ma rękoięść szklaną I, i jest trochę mniejszy od spodniego. Obadwa talerze mogą być drewniane i blaszka-

mi cynowemi wykleione. Aby takim narzędziem okazać znaki elektryczności, trzeba najprzód zdjąć talerz wierzchni A, spodni zaś talerz B elektryzować pocierając warstwę na nim żywiczną flanelą białą, czystą, suchą, albo też lisim ogonem: po dostatecznym naelektryzowaniu przez kilkukrotne potarcie, kładzie się na nim drugi talerz A, tak, jak wystawnie figura: potem do wierzchniego talerza przytyka się palec, lub jaki dobry przewodnik; w samym dotykaniu się, wyskoczy iskra z palca, lub przewodnika w talerz wierzchni: nakouiec odiawszy palec, zdeymnie się wyższy talerz za pomocą szklannęj rękoięści I, okaże on mocne znaki elektryczności; ponieważ zbliżywszy go do jakiego dobrego przewodnika, wyskoczy z talerza iskra tak wielka, jak z konduktora maszyny elektrycznëj. Przyłożywszy powtórnie talerz A do talerza B, i dotknąwszy się go palcem, po zdjęciu za pomocą rączki I wierzchniego talerza, znowu z niego iskry elektryczną wydobędziemy, tak dalece, że od jednego naelektryzowania spodniego talerzyka, można wydobyć z talerza wierzchniego 200, lub 300 iskier prawie jednakowych; a zatem można butelkę Leydeyską naładować, i wiele doświadczeń zrobić wyżęj przytoczonych.

Elektrofor bardzo długo zatrzymuje w sobie materją elektryczną: doświadczone bowiem, iż po naelektryzowaniu spodniego talerza, we dwa lub trzy tygodnie, a czasem i w miesiąc, zdjęty wierzchni talerz okazywał jeszcze znaki elektryczności. Dochodzono potem, iaka mieszani-

na żywicznych materyy nayzdatniejsza jest do wydania w znaczney ilości materyi elektryczney. *Cavallo* radzi mieszać lak z żywicą: elektrofor podług niego zrobiony jest prawda dostateczny, ale trochę kosztowny. Podaję nayprostszy sposób zrobienia mocnego elektroforu. Każ zrobić krąg drewniany mający średnicę na łokieć lub półtora, i zbicie go szponami, aby się nie paczył. Wierzchni krąg podobnież drewniany, mniejszy trochę od spodniego, powinien mieć w swoim środku rękojeść szklaną. Trzeba naprzód wykleić obadwa kręgi blaszką cynową, albo też papierem złotym, lub srebrnym; potem rozpuściwszy żywicę sosnową, lub iodłową, wylać nią krąg spodni grubo na kilka linii, albo też więcej, nie mając na to żadnego względu, czy wylana powierzchnia jest gładka, lub chropowata. Jak tylko ostygnie żywica, można robić doświadczenia. Niekiedy zdarza się, iż w początkach elektrofor nie wielkie iskry wydaie, lecz z czasem moc iego powiększy się. Nic nawet nie przeszkadza do dobroci elektroforu, że od częstego przykładania kręgu wierzchniego, warsta żywiczna na kręgu spodnim popada się; jeszcze przez to czasem staie się elektrofor mocniejszym. Kto by zaś chciał, aby się żywica na elektroforze nie popadała, może w topieniu iey przymieszać trochę olejku terpentynowego, przez co zrobi się massa nie tak krucha.

§. 128. Skutek elektryczności w próżni.

Powietrze jest złym przewodnikiem, które, zwłaszcza suche, bardzo się opiera rozchodzeniu materji elektrycznej: usunąwszy zaś tę przeszkodę, płyn elektryczny z wielką łatwością dąży. Stąd można wiele ciekawych doświadczeń okazać. Wyłożmy iedno, które każdy rozmaitemi sposobami wykonywając, coraz odmienne na pozor doświadczenia okaże. Na talerzu maszyny Pneumatycznej postawmy naczynie walcowate szklane, mające osadę metalową u wierzchniego otworu, przez którą przechodzi pręt wewnątrz naczynia z gałką na końcu: Po dostatecznym rozrzedzeniu powietrza w naczyniu, niech iskra elektryczna z konduktora maszyny, lub z elektroforu uderza w pręt metalowy, przez osadę naczynia idący: natychmiast naczynie wewnątrz napełni się światłem purpurowym, ale to doświadczenie trzeba robić w ciemności, aby światło mogło być widziane. Jeżeli gałka metalowa będąca na końcu pręta wpuszczonego w naczynie, ma w sobie kilka sztyfcików ostrych, z tych podczas doświadczenia materya strumieniami płynąc będzie w naczyniu, i okazywać podobieństwo deszczu złotego. Można więc okazywać rozmaite widoki, różnie urządzaiąc przygotowanie.

*§. 129. Skutki elektryczności w wegetacyi
i ekonomii zwierzęcej.*

Czyli elektryczność pomocna jest do wzrostu roślin, i na uleczenie chorób zwierzęcych, następujące doświadczenia okazują.

10d. Weź dwa naczynia równe i napełnione jednakową cieczą: elektryzuy jedno z tych naczyń, cieczą w niem będąca, daleko prędzej ewaporuje, aniżeli w drugim naczyniu, w którym cieczą nie była elektryzowana. Widocznie to doświadczenie okazać można, nalawszy we dwie szklanki spirytusu winnego równe ilości: spuścić łańcuszek od konduktora maszyny w jedną szklankę i elektryzować, druga zaś szklanka niech stoi na boku: po kilku obrotach maszyny ubędzie spirytusu winnego w pierwszej szklance.

11c. Zawieś na konduktorze maszyny za pomocą łańcuszka naczynie metalowe, mające w dnie tak szczupłe dziurki, że woda w to naczynie nalana nie przecieka: mogą też od dna wychodzić szczupłe rurczki dęte: podczas elektryzowania konduktora, woda z naczynia przez szczupłe otwory strumykami płynąć będzie, rozchodząc się na wszystkie strony. Skutki te okazują, że elektryczność przyspiesza ewaporacyą wszelkich cieczy, i ułatwia ich wypływanie z rurek bardzo szczupłych. Stąd wniosł *Mimbray*, że może być pomocna do wegetacyi, przyspieszając cyrkulacyą soków przeznaczonych do wzrostu roślin; i niezaprzeczone, doświadczenia potwierdziły jego wniosek. Postrzegł on w ro-

ku 1746, że dwa mirty elektryzowane wydały większe gałązki i bardziej się rozkrzewiły, aniżeli drugie dwa w takiejże samy ziemi zasadzone, lecz zostawione w stanie naturalnym.

Galabert, Nollet, Bertolon, i inni Fizycy powtarzali też same doświadczenia z podobnymże skutkiem: stąd wnieśli, że elektryczność może być skutecznie przytłoczona do ekonomii zwierzęcej. Pierwsze doświadczenia *Nolleta* były daremne, pomyślniej je nieco wykonali niektórzy doktorowie Włoscy: lecz entuzjazm i szarlatanizm, tak uwielbiał ich sposób leczenia, iż elektryczność uznawać zaczęto za najskuteczniejszy środek przeciw wszelkim chorobom. Okazuje się jednak z codziennych doświadczeń, iż elektryzowanie pomocne jest tylko na niezadawnione reumatyzmy, paraliże, i choroby od zatkania humorów pochodzące.

§. 130. Teorya elektryczności podług *Franklina*.

Z pomiędzy różnych teoryy, które Fizycy podali dla wytłumaczenia skutków elektryczności, naygodniejsze są uwagi, *Franklina* i *Coulomba*.

Franklin stanowi naprzód trzy fundamentalne zasady, które są następujące:

1wsza. Materia elektryczna złożona jest z bardzo subtelnych cząstek, ponieważ może przechodzić przez wszelkie ciało, nawet przez najtwardsze, z taką łatwością, iż zdaje się, jakoby żadnego oporu nie doznawała.

2ga. Materya elektryczna różna jest od pospolitéy materyi, bo cząstki materyi pospolitéy, przyciągają się wzajemnie, iak wiadomo z Chimii, cząstki zaś materyi elektrycznéy wzajemnie się odpychają, iak się okaznie z wyżéy przytoczonych doświadczeń.

3cia. Lecz chociaż cząstki materyi elektrycznéy wzajemnie się odpychają, przyciągane są jednak od cząstek wszelkiéy innéy materyi.

Z tych trzech zasad, to jest subtelności cząstek materyi elektrycznéy, ich wzajemnego odpychania się, i przyciągania przez wszelką inną materyą; wypada, że gdyby iaka ilość płynu elektrycznego otaczała pewne ciało znacznéy wielkości, rozłożyłaby się natychmiast pomiędzy jego piérwotnemi cząstkami. A tak materya pospolita, czyli wszystkie ciała w naturze, ciągną w siebie płyn elektryczny, tak właśnie, iak gąbka bierze w siebie wodę i wszelkie cieczce. Lecz, mówiąc w powszechności, materya pospolita tyle bierze w siebie płynu elektrycznego, ile go może przyjąć: jeżeli zaś go więcéy przydajemy za pomocą machin elektrycznych, natenczas ten nadmiar płynu elektrycznego zoftaie się na powierzchni ciała, które otaczając, robi atmosferę elektryczną; w takim stanie zoftaiące ciało jest naelektryzowane. Tak naprzykład osoba stojąca na stołku elektrycznym, i mająca komunikacyą przez łańcuszek z konduktorem maszyny; gdy podczas iéy obrotu płyn elektryczny wydobyty z bani, lub tafli, oblewa konduktor machi-

ny, i osobę na stolku stojącą, wtedy formuie na nich atmosferę elektryczną.

Przypuszcza *Franklin*, że nie wszystkie ciała jednakowo przyciągają i zatrzymują w sobie materją elektryczną. Wiemy, że płyn elektryczny znajduje się w materji pospolitéy, iakoto w ziemi i w ciałach na nięý będących, ponieważ z nich za pomocą machin elektrycznych możemy go wydobyć. Wiemy, że pospolita materja tyle przyymie w siebie płynu elektrycznego, ile go może pomieścić: jeżeli ięý większą ilość przydamy; ten nadmiar nie wpływa już w materją pospolitą, ale formuie na nięý atmosferę elektryczną. Wystawmy sobie, że iaka część materji pospolitéy zupełnie jest ogołocona z płynu elektrycznego; jeżeli cząstka tego płynu przybliży się skąd do téy materji, zaraz od nięý będzie przyciągniona, weźmie zatem miejsce w ięý środku, albo też tam, gdzie atrakcyja ze wszystkich stron jest jednakowa: jeżeli więcęý ieszcze przybywa płynu elektrycznego, ten zostanie w tém miejscu, gdzie zachodzi równowaga między atrakcyą pospolitéy materji, i odpychaniem cząstek płynu elektrycznego. Ze zaś cząstki płynu elektrycznego odpychając się wzajemnie, rozchodzą się i formują niby tróýkątý; przeto materja pospolita biorąc w siebie płyn elektryczny w postaci tych tróýkątów, te tém bardzięý się ściiskają, im większą mocą ciągnie je ku sobie materja pospolita; i wtenczas to działanie ustaie, kiedy atrakcyja materji pospolitéy równą mieć będzie dzielność,

jak odpychanie cząstek płynu elektrycznego: od tego momentu materya pospolita nie ciągnie już w siebie płynu elektrycznego, lecz tylko utrzymuje go na sobie, czyli ma atmosferę elektryczną. Jeżeli część naturalnego płynu elektrycznego wydobyta będzie z jakiego ciała, natenczas pozostała w niem część płynu elektrycznego rozszerzy się póty, póki nie zabierze miejsca opuszczonego od materyi elektrycznej; jeżeli zaś materya elektryczna, która ubyła, znowu powraca do ciała, natenczas pozostała w niem ścisła się.

Figura atmosfery elektrycznej jest podobna figurze ciała, które otacza; można to na oko pokazać, trzymając w łyżce drobny proszek z żywicy pod konduktorem maszyny: podczas elektryzacji proszek żywiczny uleci z łyżki i obleje całą powierzchnią konduktora, dlatego że atmosfera elektryczna całą tę powierzchnią otacza. Atmosfera elektryczna oblewająca powierzchnią okrągłą jakiego ciała, ze wszystkich jego stron równie jest przyciągana. Ale jeżeli ciało nie jest okrągłe, natenczas z kątów jego bryłowych łatwiej odpływa, aniżeli z powierzchni płaskich. Niech będzie ciało graniaste figury ABCDE (Fig: 188). Dajmy, że jest naelektryzowane; więc ma atmosferę takież figury, jaką samo składa: Przyciąga tę atmosferę powierzchnia ciała kierunkiem prostopadłym; w której części tego ciała jest większa powierzchnia, tam atmosfera elektryczna mocniej jest przyciągnięta: i tak mocniej się trzyma ją części atmosfery

elektryczney FAEG, HABI, KBCL, i t. d. bo się wspierają na większych powierzchniach AE, AB, BC: słabiej zaś trzymają się części FAH, IBK, i t. d. bo się tylko na krawędziach czyli ostrych końcach ciała A, B opierają: a zatem z tych miejsc łatwo materya elektryczna odpłynąć może. Ale najłatwiej odpływa w miejscu LCM, gdzie większa jest iéy obfitość, i gdzie powierzchnia, która ją przyciąga i zatrzymuje, jest bardzo mała, bo tylko prawie w punkt C zakończona. Gdy więc część atmosfery elektryczney LCM z tego ciała odpłynie, następuje na iéy miejsce druga część: bo materya elektryczna, jako płyn, do równowagi dąży; po odpłynieniu znowu téy drugiey części, inna następuje, która się także w powietrze oddala, i t. d. Dla tychto więc przyczyn ciała naelektryzowane, jeżeli mają powierzchnią chropowatą, nie długo zatrzymują na sobie płyn elektryczny. Lecz jako ostre końce naelektryzowanych ciał rozpraszają materyą elektryczną, tak znowu ostre końce ciał nienelektryzowanych mocno ją przyciągają: Skutek ten potwierdzają doświadczenia wyżej przytoczone (§. 122): lecz tłumaczenie jego przez Pana *Franklina* jest niedostateczne. Mówi on, że siła, którą ciało elektryczne zatrzymuje swą atmosferę przyciągając ją, proporcjonalna jest do powierzchni, na której wspierają się cząstki atmosfery elektryczney: np. cztery stopy kwadratowe powierzchni, zatrzymują na sobie cztery razy mocniej swą atmosferę, aniżeli jedna stopa kwadratowa. Lecz,

jako trudno jest wyrwać garść włosów z grzywy konia za jedném szarpnięciem, dokazać zaś tego można wyrываяc po jednym tylko włosku; tak też ciało zaokrąglone wiele częś i materyi elektrycznéy razem ściągnąć nie może, ostro zaś zakońzone ściąga ją powoli, czyli częściami. To porównanie *Franklina* nic nie objaśnia rzeczy założonéy: Z tego nawet tłumaczenia wypada, że końce ostre zwolna ściągaia materya elektryczną; co się przeciwi doświadczeniu, bo zbliżając metal ostro zakończony do konduktora naelektryzowanego, zabieramy z niego w momencie, albo całą atmosferę elektryczną, albo umniejszaią się w nim znaki elektryczności, które natychmiast powracaią po oddaleniu od konduktora, ostro zakończonemu metalu.

Obaczmy teraz, jak wykłada *Franklin* ładowanie się materya elektryczną butelki *Leydeyskiej*. Gdy powierzchnia wewnętrzna butelki ma komunikacyą z konduktorem maszyny, w ten czas materya elektryczna wpływa na wewnętrzną butelki powierzchnią, ale takąż ilość materyi elektrycznéy ubywa z powierzchni butelki zewnętrznej, to jest wewnętrzna iéy powierzchnia ma elektryczność dodatnią, zewnętrzna zaś ujemną: w ten czas zatém cisło jest elektryczne dodatnie, kiedy do naturalnéy iego materyi elektrycznéy nowa jaka ilość iéy przybywa: stanie się zaś elektryczne ujemnie, gdy część swéy naturalnéy elektryczności utraci. Dajmy, że przed ładowaniem butelki *Leydeyskiej*, każda iéy powierzchnia ma ilość naturalnéy sobie elektry-

czności wyrażoną liczbą 20: daymy, że za każdym obrotem bani lub taflı przybywa do wewnętrznej powierzchni ilość materji elektrycznej wyrażona liczbą 1: przeto za pierwszym obrotem bani lub taflı, będzie ilość materji elektrycznej w powierzchni wewnętrznej równa 21, w zewnętrznej zaś 19: za drugim obrotem, powierzchnia wewnętrzna będzie miała 22, zewnętrzna zaś 18, i tak dalej, aż za dwudziestym obrotem, powierzchnia wewnętrzna, będzie miała ilość materji elektrycznej równą 40, na powierzchni zaś wewnętrznej ilość iéy będzie zero: od tego momentu wewnętrzna powierzchnia więcéy materji elektrycznej nie przyymie, bo od powierzchni zewnętrznej już się iéy więcéy nie oddali: jeżeli do powierzchni wewnętrznej usilujemy przydać znaczniejszą ilość, aniżeli ubyła z powierzchni zewnętrznej, ta albo nazad wypłynie, albo potrzaska butelkę.

Ponieważ taka ilość materji elektrycznej przybywa do powierzchni wewnętrznej, iaka iéy ubywa z powierzchni zewnętrznej, więc jeżeli szkło jest bardzo grube, albo butelka stoi na złym jakim przewodniku, w takim razie naładowana być nie może. Y wzajemnie, jeżeli butelka naładowana postawiona będzie na złym przewodniku, nie wydobędziemy z wewnętrznej powierzchni najmniejszój iskierki, bo do zewnętrznej iako odesobnionój materja elektryczna nie przybędzie; gdy zaś butelka naładowana stoi na stole, czyli ma komunikacyą z ziemią, wtedy dotykając się wewnętrznej powierzchni wyprowa-

dzać będziemy iskry, bo z ziemi i z dobrych przewodników może przybyć taka ilość elektryczności do powierzchni zewnętrznej, jaka iéy ubywa, przez dotykanie się z wewnętrzną. Jeżeli zaś mamy komunikacją dobrym jakim przewodnikiem powierzchni wewnętrzną z zewnętrzną, natenczas obiedwie naturalną elektryczność mieć będą, to jest do równowagi pójdzie elektryczność w obudwu powierzchniach, czyli butelka się wyładuje. Wzruszenie, które sprawuje wyładująca się butelka w członkach zwierzęcych, pochodzi od gwałtownego przechodu materji elektrycznej do równowagi w obudwu powierzchniach. Jeżeli powierzchni zewnętrznej mamy komunikacją z wewnętrzną za pomocą dobrego przewodnika, np. butelki Leydeyskiej wierzchnią stronę obwiązawszy drótem i wpuściwszy jego drugi koniec wewnątrz butelki, nie potrafimy iéy naładować; bo materia elektryczna wpływając wewnątrz, przejdzie zaraz do powierzchni zewnętrznej po dróciку, czyli ciąga będzie iéy równowaga.

Jeżeli jaka osoba stoiąca na stołku elektrycznym dotyka się gałki naładowanej butelki Leydeyskiej, którą sam trzymasz w ręku stoiąca na ziemi: za każdym ona dotknięciem weźmie w siebie coraz więcej materji elektrycznej z wewnętrzną powierzchni butelki, czyli osoba na stołku stoiąca, będzie miała elektryczność dodatnią. W tém doświadczeniu, materia elektryczna płynie w osobę z wewnętrzną strony butelki Leydeyskiej, do zewnętrznej zaś iéy stro-

ny przybywa od osoby, która tę butelkę w ręku trzyma.

Niech znowu osoba na stołku elektrycznym stojąca trzyma butelkę naładowaną, a druga osoba na ziemi stojąca niech się dotyka gałki butelki Leydeyskiej: wybierze powoli materią elektryczną z powierzchni wewnętrznej, lecz takąż ię ilość osoba na stołku elektrycznym stojąca, udzieli powierzchni zewnętrznej: W tym razie materia elektryczna płynie z powierzchni wewnętrznej w osobę stojącą na ziemi, do powierzchni zaś zewnętrznej przybywa materii elektrycznej od osoby na stołku elektrycznym stojącej: czyli ta osoba utraci część naturalnej swęj elektryczności, czyli będzie naelektryzowana ujemnie.

Butelka Leydeyska równie mocno naelektryzowana być może (§ 124), czyto trzymamy za ię gałkę, a powierzchnią zewnętrzną obrócimy do konduktora maszyny; czyli też trzymając za powierzchnią zewnętrzną, gałką ię dotykamy się konduktora. Lecz jakim się sposobem ładuje butelka, takim się też wyładuje: jeżeli w powierzchnią wewnętrzną przez gałkę butelki materia elektryczna wpływa, wyładuje się także przez gałkę; jeżeli zaś na powierzchnią zewnętrzną będzie zebrana; z tęj się wyładuje: bo jaką drogą wpłynie materia elektryczna, tąbą też wypłynie. Na okazanie tego, niech będą dwie butelki Leydeyskie naładowane do jednakowego stopnia przez gałki: te dwie butelki, jeżeli zetkniemy z sobą gałkami, nie wy-

ładują się; ponieważ każdej powierzchnia wewnętrzna może tylko wydać materią elektryczną, lecz obiedwie będąc nią równie nasyczone, zachowają ię równowagę; postawmyż iednę z tych butelek na śkle, zdeymimy ią potém ze śkla biorąc za powierzchnią wewnętrzną, to iest za galkę; jeżeli powierzchnią ię zewnętrzną dotkniemy się galki drugiey butelki; obiedwie się razem wyładują. Odmieńmy to doświadczenie ładując iedną butelkę przez powierzchnią wewnętrzną, a drugą przez zewnętrzną: trzymajmy za powierzchnią zewnętrzną tę, która była naładowana przez wewnętrzną, a zaś za wewnętrzną powierzchnią tę, która się zewnętrzną stroną naładowała: zbliżmy galkę pierwszey butelki do powierzchni zewnętrznéy, drugiey; obiedwie się nie wyładują: postawmy tę butelkę na śkle, która była naładowaną przez powierzchnią wewnętrzną, weźmy ią z niego za powierzchnią zewnętrzną, zetknijmy ie z sobą powierzchniami wewnętrznymi, natychmiast obiedwie się wyładują.

Kiedy butelka Leydeyfska zwyczajnym sposobem będzie naładowana, to iest przez powierzchnią wewnętrzną, natenczas wewnętrzną powierzchnia zdolna iest do wydania materyi elektrycznéy, zewnętrzną zaś do przyięcia onéy: lecz ani pierwsza powierzchnia nie może wydać najmniejszey ilości, póki takieyże ilości druga powierzchnia nie przyymie, ani druga nie przyymie, póki pierwsza w tym samém momencie nie wyda; kiedy więc obiedwie mogą to uskute-

cznić, następnie ich wyładowanie gwałtowne i prędkie.

Skło ma zawsze w swęj materji jednakową ilość płynu elektrycznego, którą z największą mocą w sobie zatrzymuje; nie można do jednéj jego powierzchni przydać jakiej ilości materji elektrycznéj, jeżeli takiejże ilości z drugiéj powierzchni nie odbierzemy. Gdy więc takim sposobem dodamy do jednéj powierzchni pewną ilość płynu elektrycznego, a z drugiéj takąż ilość odejmijemy; wtedy materja elektryczna nie jest w szkło ułożona do równowagi, bo jedna powierzchnia jest dodatnie naelektryzowana, a druga ujemnie: nie może zaś z jednéj powierzchni przejść materja elektryczna do drugiéj przez szkło, bo to złym jest przewodnikiem: przywraca się zatem równowaga w obudwu powierzchniach dając im komunikacyą przez ciało, które jest dobrym przewodnikiem elektryczności. A tak cała dziełność butelki Leydeyskiéj zależy tylko od szkła: metal zaś, którym zewnętrzną i wewnętrzną powierzchnią wykładamy, na to jedynie służy, aby materja elektryczna wpływała przezeń do powierzchni wewnętrznej, a wypływała z zewnętrznej. Jakoż można butelkę Leydeyską naładować nie wykładając metalem iéj obudwu powierzchni: i tak szklankę jaką suchą weźmy za powierzchnią zewnętrzną, a zaś powierzchnię wewnętrzną dajmy komunikacyą z konduktorem maszyny elektrycznéj: po kilkokrotnym obrocie tafli, szklanka będzie naładowana: postawmy ją bowiem na stole, dotknijmy się jedną ręką

ką powierzchni ięj zewnętrzney, a drugą powierzchnią wewnętrzną, doznamy takiego szarpnięcia, iak od butelki Leydeyskiej wyłożoney z obudwu stron metalem.

§. 131. *Teorya elektryczności podług Coulomba.*

Coulomb przypuszcza, iż płyn elektryczny składa się ze dwóch szczególnych płynów, które wtedy wydobywają się z ciała, gdy te są naelektryzowane: pierwszy płyn, który się wydobywa z potartego szkła, nazywa *Coulomb* płynem szklanym, albo *elektrycznością szklaną*, drugi, którego dostarcza iedwab, siarka, wosk, żywica, i tym podobne ciała, nazywa *plynem żywicznym*, albo *elektrycznością żywiczną*. Wypada tedy, że elektryczność szklanna *Coulomba* jest to samo, co elektryczność dodatnia *Franklina*, elektryczność zaś żywiczna odpowiada elektryczności ujemney.

Podług *Coulomba* płyn szklany i żywiczny, nie czynią w szczególności płynu elektrycznego, lecz obadwa z sobą połączone składają płyn elektryczny; tak właśnie, iak płyn wodorodny i kwasorodny nie może się nazwać wodą, która się dopiero formuje z proporcjonalnego ich połączenia.

Ciało dwojakim sposobem naelektryzowane być może: ied przez prosty rozbiór płynu elektrycznego, który się w niem znajduje: are przez dodanie mu elektryczności szklanney, lub żywi-

czny: więc aby ciało było naelektryzowane, trzeba z psuć równowagę jego elektryczności naturalnej, przez dodanie lub ujęcie, któregośkolwiek płynu wchodzącego w skład materji elektrycznej. Teorya *Coulomba* wspiera się na dwóch następujących zasadach.

1wsza. Pierwotne cząstki każdego płynu, wchodzącego w skład materji elektrycznej, wzajemnie się odpychają.

2ga. Pierwotne cząstki płynu szklanego, przyciągają cząstki płynu żywicznego, i wzajemnie.

Z tych zasad wynika: 1o że dwa ciała naelektryzowane przez dodanie im płynu szklanego, lub żywicznego powinny się odpychać, dlatego, że się odpychają cząstki tych płynów. 2o. Ze dwóch ciał, jeżeli jedno ma dodaną lub ujętą elektryczność szklaną, a drugie ciało elektryczność żywiczną, te dwa ciała przyciągać się będą, ponieważ cząstki tych elektryczności przeciwnych przyciągają się. 3o. Dla łatwiejszego wytłumaczenia innych okoliczności przyciągania i odpychania, podczas których rozdziela się na swoje pierwiastki naturalny płyn elektryczny, albo w jednem ciele, albo w obudwu razem; uważamy naprzód równowagę płynu elektrycznego w obudwu ciałach, czyli uważamy je w stanie naturalnym.

Niech będzie jedno ciało A, drugie B: ponieważ działania są wzajemne, wyznaczmy więc działanie ciała A na ciało B. To założywszy, oczywista jest rzecz, iż ciało A wywiera na cia-

To B cztery odmiennie działania, to jest elektryczność szklana i żywiczna ciała A odpycha także elektryczności ciała B, i znowu elektryczność szklana w pierwszym ciele, przyciąga elektryczność żywiczną w drugim, i elektryczność żywiczna w pierwszym przyciąga elektryczność szklaną w drugim. Lecz podczas równowagi tych elektryczności, to jest, gdy ciała są w stanie naturalnym, te cztery działania muszą być równe, bo nie byłoby równowagi. A naprzód elektryczność szklana ciała B, tak jest przyciągana od elektryczności żywicznej ciała A, jak jest odpychana od własnej swej elektryczności szklanej; inaczej nie byłoby równowagi, którąśmy założyli. Podobnież elektryczność żywiczna ciała B z tą samą siłą jest przyciągana od elektryczności szklanej ciała A, z jaką jest odpychana od własnej swej elektryczności żywicznej. Mamy więc z obu stron równe siły przyciągające i odpychające; a zatem ich działania będą równe; albowiem ilość elektryczności jednego gatunku w tych dwu ciałach, jest proporcjonalna do ilości drugiego gatunku. Niech więc w ciele A stosunek elektryczności szklanej do żywicznej będzie, jak 8 : 4, w ciele zaś B; niech będzie stosunek elektryczności szklanej do żywicznej, jak 12 : 6. A zatem ilości dwóch płynów ciała A, przyciągających; rozmnożone przez ilości dwóch płynów przyciągniętych ciała B, dają wieloczyny równe, to jest $8 \times 6 = 4 \times 12$. Lecz te wieloczyny okazują siły; ponieważ w każdym z tych ciał ilość przyciągnię-

tęgo płynu, może być brana za masę, ięy zaś prędkość proporcjonalna jest do masy przyciągającej, to jest do ilości płynu przyciągającego; a zatem siły, czyli przyciągania, wyrażone są przez jednakowe wieloczyny, więc te przyciągania są równe. Podobnym sposobem okazać można równość odpychania. Skąd wypada, że dwa ciała zostające w stanie naturalnym, nie wywierają na siebie żadnego działania.

Obaczmy teraz z jaką łatwością tłumaczyć można podług tęy teoryi najzawilsze skutki przyciągań i odpychań elektrycznych. Niech będą dwa ciała A i B dobrami przewodnikami elektryczności, obudwu figura jest okrągła: dajmy, że ciało A jest naelektryzowane przez dodanie mu pewny ilości płynu szklanego, ciało zaś B zostanie w niewielkięy odległości od pierwszego. Płyn zatem szklany otaczający ciało A, odpycha podobnyż płyn składający część płynu naturalnego w ciele B, przyciąga zaś płyn żywiczny z ciała B, który jest drugim pierwiastkiem tego płynu naturalnego. A zatem w ciele B oddzielają się dwa płyny: żywiczny otacza powierzchnią ciała B najbliższą powierzchni ciała A; płyn zaś szklany ciała B trzyma się w dalszëy odległości od powierzchni ciała A. A zatem płyn szklany ciała A mocnięy przyciąga płyn żywiczny ciała B, aniżeli płyn szklany ciała A odpycha płyn szklany ciała B. Więc dla nierówności tych dwóch sił, ciało B powinno się zbliżyć do A aż do zetknięcia: natenczas ilość płynu szklanego, którąśmy dodali do ciała A, łącząc się z płynem

zwyrodnym otaczającym powierzchnią ciała B, zrobi pewną ilość płynu naturalnego, który wchodzi w ciało B; reszta zaś płynu szklanego nie wchodząca w składanie płynu naturalnego, rozdzieli się w pewnym stosunku między ciałem A i B; te więc dwa ciała mając elektryczność szklaną, będą się odpychały. Stąd wypada, że aby ciało naelektryzowane przyciągnęło do siebie inne ciało nienaelektryzowane, musi w niem pierwéy rozdzielić dwa płyny elektryczne, czyli wyprowadzić to ciało ze stanu naturalnego.

Łatwo jest także wytłumaczyć brzmienie dzwonekóv elektrycznych, o których wyżej namieniliśmy (§. 120). Każdy z pobocznych dzwonekóv będąc naelektryzowany, przyciąga naprzód gałeczkę metalową w pobliżności jego wiszącą, daje jej część elektryczności takiego gatunku, iaka mu jest udzielona od konduktora maszyny, i odpycha ją potém ku średniemu dzwonekowi mającemu komunikacyą z ziemią; gałeczka oddawszy swą elektryczność przydaną dzwonekowi średniemu, powraca się do stanu naturalnego, to jest ma tylko elektryczność naturalną, więc znowu się przybliża do dzwoneka skrajnego: to zatém przyciąganie i odpychanie gałeczek, póty trwać będzie, póki się maszyna elektryczna obraca.

Pomniemy inne okoliczności przyciągania i odpychania: te same zasady łatwo przytósować można do wszystkich skutków takiego rodzaju; podobnym sposobem skutki te tłumaczyć można, gdy ciało jest naelektryzowane przez dodanie

płynu żywicznego, albo gdy jedno ciało jest dobrym, a drugie złym przewodnikiem elektryczności, albo nakoniec, gdy obadwa ciała są złymi przewodnikami, i w każdym z nich płyn naturalny jest rozdzielony.

Wykładając skutki elektryczne, powiedzieliśmy (§. 122), że ostre końce mają własność ściągania płynu elektrycznego z dobrego przewodnika, i że długi na konduktorze maszyny elektrycznej zakończonym zamiast gałki sztyftem ostrym, nie można wiele zebrać materji elektrycznej.

Dla wytłumaczenia tego skutku niech będą dwie igły metalowe A i B, nieodosobnione i zestawione w niewielkiej od siebie odległości w kierunku równoodległym, końce ich ostre niech będą obrócone do konduktora maszyny naładowanego płynem szklanym. Płyn szklany zebrany na konduktor, rozkłada w każdej igle elektryczność naturalną, i sprowadza na końce ich ostre płyn żywiczny, odpycha zaś w przeciwnym kierunku, to jest ku drugiemu końcom igieł, płyn szklany. Lecz płyny elektryczne na ostrych końcach igieł zebrane, działają także na siebie, to jest płyn żywiczny zebrany na ostrym końcu igły A, przyciąga płyn szklany zostający na drugim końcu igły B, i wzajemnie płyn żywiczny na końcu ostrym igły B, przyciąga płyn szklany na drugim końcu igły A. Nadto płyny żywiczne na ostrych końcach tych igieł zebrane odpychają się wzajemnie ku przeciwnym końcom, i te działania, tém są znaczniejsze, im bliżej siebie igły

zostają. Stąd wypada, że te rozmaite działania są po części na przeszkodzie, iż elektryczność szklana na konduktorze maszyny zebrana, nie ściąga dostatecznie na końce igieł płynu żywicznego.

Gdybyśmy zamiast dwóch igieł, więcej ich uważali, ustawionych blisko siebie i jedno właśnie ciało składających; na ówczas płyny żywiczne na ostre ich końce zebrane, mocniéj się odpychać będą ku przeciwnym swym końcom, aniżeli się odpychały we dwóch igłach, a zatém słabiéj przyciągać będą płyn szklany z konduktora.

Wystawmy teraz ciało zaokrąglone, stojące naprzeciw konduktora, to chociaż z niewielką dzielnością, ściągać iednak będzie płyn szklany z konduktora, i wzajemnie płyn szklany na konduktorze zebrany przyciągać będzie płyn żywiczny, zostający na okrągłej powierzchni ciała; utrzymują się te dwa płyny przez opór powietrza, które jest złym przewodnikiem, nakoniec gdy znaczna ilość zbierze się płynu żywicznego na okrągłe ciało, i płynu szklanego na konduktor; natenczas przewyciężywszy opór powietrza, łączą się z sobą z wielką prędkością; czyli w tym iednoczeniu się iskra elektryczna od iednego ciała do drugiego przebiega.

Wytłumaczmy teraz podług téj teoryi skutki butelki Leydeyfskiéj. Kiedy trzymam butelkę Leydeyfską za powierzchnią iéj zewnętrzną, i dam komunikacyą wewnętrzną z konduktorem maszyny elektrycznéj, na który dajemy, że

się zbiera plyn szklanny; natenczas plyn szklanny rozlewa się po wewnętrznej powierzchni butelki, i przez swoje działanie rozkłada plyn naturalny powierzchni zewnętrznej: plyn zatem szklanny wypchnięty z powierzchni zewnętrznej od podobnego płynu zebranego w powierzchnię wewnętrzną, oddala się przez rękę w otaczające ciała; pozostały zaś plyn żywiczny utrzymuje się na powierzchni zewnętrznej, przez atrakcyę do płynu wewnątrz butelki zebranego. Tu zaś uważać trzeba: *10d* że każda cząstka płynu szklanego, który się wydobywa z powierzchni zewnętrznej dla siły odpychającej podobnego płynu zebranego w powierzchnię wewnętrzną, przyciągana jest także od płynu żywicznego pozostałego na powierzchni zewnętrznej: aże siła odpychająca wewnętrznego płynu szklanego przeciwnie przyciąga plyn żywiczny na powierzchni zewnętrznej pozostałego; więc ilość płynu szklanego, który się zbiera w powierzchnię wewnętrzną, musi być większa od ilości płynu żywicznego, zostającego na powierzchni zewnętrznej. *2re*. Cząstki płynu żywicznego powierzchni zewnętrznej odpychają się także wzajemnie, lecz tę siłę odpychającą utrzymuje na równowadze atrakcyja płynu szklanego w powierzchni wewnętrznej. Cząstki także płynu szklanego w powierzchni wewnętrznej usiłują oddalić się od niej, dla wzajemnej ich siły odpychania; ta zaś siła nie może zupełnie ulegać przyciągającej sile płynu żywicznego na powierzchni zewnętrznej, ponieważ jego ilość

jest mniejsza, więc musi być utrzymywana na równowadze przez opór otaczającego powietrza, które jest złym przewodnikiem elektryczności. Jeżeli przez ciągły obrot maszyny elektrycznej większa ilość płynu szklanego wpływa w powierzchnię wewnętrzną, proporcjonalna także ilość ubędzie takiegoż płynu z powierzchni zewnętrznej: ale płyn żywiczny w większej obfitości na powierzchni zewnętrznej zostawiony, będzie usiłował oddalić się z niej; trzeba zatem znowu, aby większa ilość płynu szklanego zebrała się w powierzchnię wewnętrzną, która by mogła utrzymać płyn żywiczny na powierzchni zewnętrznej. Lecz znowu wielka ilość płynu szklanego zebrawszy się w powierzchnię wewnętrzną, cząstki jego odpychać się będą wzajemnie, i przemogą nawet opór powietrza; od tego zatem momentu butelka Leydeyska więcej płynu szklanego w powierzchnię wewnętrzną przyjąć nie może, przydany zaś odda się w powietrze, czyli powoli się wyładuje. Tak naelektryzowanej butelki Leydeyskiej, jeżeli jedną ręką dotknę się powierzchni zewnętrznej, a drugą powierzchni wewnętrznej, dam przez to komunikacją dwóm płynom na tych dwóch powierzchniach zostającym; te więc dla wielkiej atrakcyi ku sobie, złączą się, i uformują płyn naturalny, czyli wyładuje się butelka Leydeyska.

Łatwo także okazać można, iż odosobniona butelka Leydeyska naładować się nie może, ponieważ płyn szklany nie mogąc się oddalić z powierzchni zewnętrznej, zostaje zjednoczony

z płynem żywicznym, a zatem i w powierzchnią wewnętrzną płyn szklany zebrać się nie może.

Wytłumaczmy nakoniec podług téj teoryi skutki elektroforu, któryśmy wyżej opisali (§. 127). Po naelektryzowaniu płynem żywicznym talerza spodniego elektroforu, przez kilkokrotne potarcie lisim ogonem, lub włosami iakiegokolwiek zwierzęcia, kładziemy wierzchni talerz, i dotykamy się go palcem. Natychmiast elektryczność żywiczna w talerzu spodnim zebrała, przyciąga do siebie płyn szklany z talerza wierzchniego metalowego; ten nie mogąc przejść przez żywicę, która jest złym przewodnikiem elektryczności, zostaje na powierzchni dolnej metalowego talerza. Płyn żywiczny tegoż samego talerza, będąc odepchnięty od płynu żywicznego spodniego talerza na wyższą jego powierzchnią, i bliżej znajdując się palca, aniżeli płyn szklany; rozkłada zatem w palcu płyn naturalny, i bierze część płynu szklanego równą téj, którą utracił. Natenczas talerz metalowy jest w stanie elektryczności szklanej, to jest ma tę elektryczność szklaną, która przeszła z wierzchniej jego powierzchni do dolnej. A zatem jeżeli odeymiemy palec i podniesiemy talerz za pomocą rączki szklanej ze spodniego talerza; elektryczność szklana znajdująca się na nim, zdolna jest rozłożyć na pierwiastki elektryczność naturalną w otaczających ciałach; a zatem przybliżywszy do tego talerza palec, lub iaki inny dobry przewodnik, iskra z talerza do niego przebieży.

§. 132. *Elektryczność niektórych zwierząt
i minerałów.*

Jest morska ryba, zwana *Raia*, której dotknąwszy się, sprawia odretwienie w rękach; dlatego niektórzy zowią ją *drętwikiem* (torpedo). Własność tej ryby przypisać trzeba iéy elektryczności. Okazał to doświadczeniem *Walsh* członek Parlamentu Angielskiego: ten kazał kilkudziesiąt osobom wziąć się za ręce, z których pierwsza dotykała się strony wewnętrznej, ostatnia zaś strony zewnętrznej, wszystkie w jednym prawie momencie doznały mocnego szarpnięcia. Wiele innych ryb, iakoto drętwik rzeki Nigier, i węź Surynamski obdarzone są podobną własnością. Czyniąc doświadczenia *Walsh* z wężem Surynamskim, wyprowadzał nawet iskry, gdy materya elektryczna z węża przechodziła między dwoma gałkami metalowemi, które miały komunikacyą z ciałami, przez które płynęła materya elektryczna z węża.

Z pomiędzy minerałów, okazują znaki elektryczności Topazy, Rubiny Brezyliskie, wapno cynkowe, czyli kwasian cynkowy (*oxide de zinc*), i Turmalin; te istoty rozgrzane takież skutki elektryczności okazują, iak pospolite kamienie krzemieniste potarte. Rozgrzawszy Turmalin do pewnego stopnia, ieden z jego końców okazuje elektryczność szklaną, a drugi żywiczną podług *Coulomba*, czyli ieden elektryczność dodatnią, a drugi ujemną podług *Franklina*: iednym bowiem końcem przyciąga, a drugim od-

pycha nitkę iedwabną zawieszoną na laku potartym, czyli naelektryzowanym. Dwie szczególności uważać można w elektryzowanym turmalinie. 10d. iż żadnych znaków elektryczności nie okaże, gdy znaczna jest jego sztuka, czyli gdy jego końce są bardzo od siebie oddalone. 2re. że z jednego końca kawałek odtrąciwszy, ten ułomek w swoich końcach okaże znaki dwóch przeciwnych elektryczności.

§. 133. O naturze płynu elektrycznego różnych domysły.

Dochodziemy natury istot dwoiakim sposobem, rozbiorowym i zbiorowym: lecz płyn elektryczny żadnym z tych sposobów doświadczanym bydź nie może: przytaczamy zatem same tylko domysły różnych Fizyków o naturze płynu elektrycznego.

Hanléy mniema, że ciepłoczyn uwięziony, płyn elektryczny, i ogień, pochodzą od iednegoż elementu rozmaicie usposobionego: piérwszy okazuje go w stanie spoczynku, drugi wyftawia poczynający się stopień jego działania, a trzeci wyftawia go w gwałtowném poruszeniu. Postrzegamy zawsze, mówi *Hanléy*, iż dwa ciała zawierające w sobie iednakową ilość flogistyku, czyli ciepłoczynu uwięzionego, potarte o siebie, np. szkło o szkło, metal o metal, okazują bardzo małe znaki elektryczności, albo wcale żadnych. 2re. że wolne pocieranie wydaie znaki elektryczności, z mocniejszego zaś potarcia,

wydobędzie się ogień bez okazania znaków elektryczności; okazują się te skutki pechurając o siebie dwa szkła, lub dwa kawałki drzewa suchego. *3cie.* iż ze dwóch ciał, to które ma większą ilość uwięzionego ciepłoczynu, nabywa także więcej elektryczności; i tak potarłszy szkło o metal, w pierwszym więcej będzie elektryczności, niżeli w drugim. *4te.* że w powszechności, ciała mające w sobie większą ilość uwięzionego ciepłoczynu, udzielają swej elektryczności ciałom mniej onę mającym, to jest, że się elektryzują ujemnie, gdy są potarte o ciała, w których mniejsza jest ilość flogistyku, czyli uwięzionego ciepłoczynu. Wypada z tych postrzeżeń, że materya elektryczna i ogień wydobywają się iednakowemi sposobami.

Lametherie sądzi, że płyn elektryczny pochodzi od zjednoczenia światła z płynem wodnorodnym. O tém tylko zupełnie przekonać się można, że płyn elektryczny ma z ciepłoczynem i światłem niektóre własności spólne, a niektóre odmienne. Płyn elektryczny zapala ciała, topi metale podobnie, iak ciepłoczyn, okazuje się, równie iak światło, w postaci ostrokrogów świetnych, i równie iak światło rozlany jest wszędzie. Wydobywamy płyn elektryczny podobnym sposobem, iak ciepłoczyn, to jest przez tarcie lub przez komunikacyę. Płyn elektryczny i ciepłoczyn, przechodzą łatwiej przez metale i ciała wilgotne, aniżeli przez szkło i drzewo suche: większą dzielność okazują podczas tęgich mrozów, aniżeli podczas upałów słonecznych. Ro-

znia się zaś te płyny od siebie następującemi własnościami. Płyn elektryczny wydaie zapach siarki lub fosforu, którego zapachu nie czujemy, ani w świetle, ani w ciepłocynie. Ciepłoczyn bardzo powoli przeymuie wielkie massy; płyn elektryczny przebiega ie z ni poiętą prędkością. Ciała ogrzane powoli się oziębiaią, gdy tymczasem nagle tracą elektryczność mając komunikacyą z dobrymi iey przewodnikami. Skło przez które światło z łatwością przechodzi, nie przepuszcza prawie płynu elektrycznego. Nakońiec ciała ogrzane, lub świecące nie mają téy własności, iak ciała elektryczne przyciągania i odpychania drobnych ciałek.

§. 134. Elektryczność atmosfery.

Nie same tylko te ciała, któreśmy dotąd uważali, mają własność okazywania znaków elektryczności: wydaie się ona ieszcze w powietrzu atmosferyczném. Okazali to prostemi doświadczeniami X. *Bekarya* *Piir*, i *Cavallo*. Pierwszy przywiązywał do rac pęczki nici konopnych w jednym tylko końcu związane: gdy race do znaczney wysokości w górę wyrzucone były, rozbiegały się nitki, z których pęczki były złożone; przywiązywał niekiedy do rac długie łańcuszki metalowe, które gdy się wzniosły na powietrze, wydawały iskry elektryczne zbliżając do nich iaki dobry przewodnik. *Cavallo* zaś okazał bytność materyi elektryczney w powietrzu puszczałac w górę orla wykleionego z papieru;

sznurek, na którym się orzeł utrzymywał przeplatany był drótem metalowym: różnemi czasy puszczając takiego orła w powietrze, uważał, jaka elektryczność była w atmosferze, naśladował nawet butelkę Leydeyfską, tak w pochmurnym czasie, jako też pogodnym.

Bytność materji elektrycznéj w atmosferze przyczyną jest deszczów gwałtownych, grzmotów, piorunów, i innych meteorów ogniŝtych.

§. 135. *Przyczyna gwałtownych deszczów, grzmotów, piorunów, i t. d.*

Powiedzieliśmy w Tomie pierwszym §. 207, że powietrze stawszy się przesycone wodą, opuszcza ją, która w kroplach spadając na ziemię, sprawia deszcze: nawalnych jednak deszczów nie samo roztopienie się wody w powietrzu jest początkiem. *Libes* w swém dziele *Traité élémentaire de Physique* przypisuje gwałtowne deszcze nagłemu zjednoczeniu się płynów kwasorodnego i wodorodnego, przez iskrę elektryczną. Mniemanie swoje gruntuje na następujących zasadach.

10d. Zmieszawszy płyn kwasorodny z wodorodnym w stosunku 6 : 1 i tę mieszaninę zapaliwszy iskrą elektryczną, zrobi się zawsze woda.

are. Ciepło od słońca sprawione, jako też ciepło właściwe ziemi, czyli centralne, może w niektórych okolicznościach zrobić rozkład wody znajdujący się na powierzchni ziemi, i ten rozkład wody na iey pierwiastki, tém jest obfitszy, im znaczniejszy jest natężenie ciepła sło-

nożnego. *Priestley* utrzymuje, że samo nawet ciepło właściwe ziemi, może w niektórych przypadkach skuteczniej rozbić wodę.

3cie. Powszechnie nawałnice zdarzają się latem; na kilka dni wprzódy panują wielkie upały, przez co znaczna ilość wody rozkłada się na swoje pierwiastki: plyn wodorodny z tego rozkładu powstający, będąc gatunkowo lżejszy od pospolitego powietrza, najwyższe miejsce zajima w atmosferze; drugi zaś pierwiastek wody, to jest plyn kwasorodny, układa się w warstwy pod plynem wodorodnym.

4te. Przed każdą nawałnicą, atmosfera wielkie znaki elektryczności pokazuje. Można się o tem przekonać bardzo prostym sposobem: na miejscu wysokim, np. na jakiejś górze osadzić na żywicy pręt żelazny ostro zakończony; na nim zawiesić kilka gałeczek białych na nitkach jedwabnych, nakoniec od tegoż pręta dać komunikacją do dzwonek, tak urządzonych, jak wystawia *figura 183*. Jeżeli chmura nawałnicę przynosząca nadchodzi, gałeczki od siebie oddalają się, nastąpi brzmienie dzwonek, iskry nawet z drutu z prętem złączonego wypadną będą.

Z tych zasad łatwo tłumaczyć można gwałtowne deszcze. Po wielkich upałach znaczna jest ilość plynów kwasorodnego i wodorodnego w atmosferze; powietrze także przesycone jest wodą, a zatem stawszy się dobrym przewodnikiem elektryczności, ma iéy w sobie wielką obfitość; gdy więc materya elektryczna zapali wodoród z kwasorodem, z tego zjednoczenia się robi się wiel-

wielka ilość wody, która sprawnie nagłą ulewę; lecz wodoród łącząc się z kwasorodem przez iskry elektryczną wielki huk sprawia, i znaczne światło wydać, jak to okazać można za pomocą pistoletu *Volty*; dlatego to po błysnięciu słyszeć się dać grzmot, potem rzęśisty deszcz leie. Niepodobna zaś jest rzecz, aby woda roztopiona w powietrzu, mogła odrazu zebrać się w tak wielkiej ilości, dla sprawienia gwałtownej ulewy. Ktoby utrzymywał, iż gwałtowny deszcz od roztopienia się wody w powietrzu pochodzi, niechże wytłumaczy dlaczego ulewa jest tak gwałtowna, dlaczego wtenczas się tylko zdarza, gdy nawałnica nadchodzi, dlaczego razem z nią ustaie, dlaczego nakoniec tak jest pomocna do wzrostu roślin? Wszystkie te okoliczności dostatecznie przekonują, iż gwałtowne ulewy pochodzą od zjednoczenia się płynów wodorodnego i kwasorodnego, przez iskry elektryczną.

Bytność materji elektrycznej w atmosferze przyczyną jest błyskawic, grzmotów i piorunów: Chmurę, sprawującą także deszcz gwałtowny, uważać można, jak wielkie jakie ciało naelektryzowane. Lecz jakim sposobem chmura staie się elektryczną? Wiemy, że dwoiako ciała naelektryzowane bydź mogą, albo przez potarcie, albo przez komunikacyę. Jeżeli od potarcia nabywają elektryczności, udzielają iey innym ciałom w pewnej odległości zostającym i odosobnionym. Lecz powietrze jest złym przewodnikiem elektryczności, czyli zdolnym do nabycia

ię przez tarcie, a zatém w czasie nadchodzący nawałnicy, chmury w różne strony od wiatru bywają niesione, a przeto warsty atmosfery porcierając się o nie, nabywają własności elektrycznej; powietrze tak naelektryzowane, udzielić może materji elektrycznej innym ciałom, iako to nadchodzący chmurze. Chmura zatém uważana być może, iako konduktor nader wielkiej objętości, odosobniony przez powietrze i naelektryzowany: więc chmura tak naelektryzowana, powinna okazywać też same skutki, lecz z większą dzielnością, iak konduktory machin elektrycznych, to jest, powinna udzielić elektryczności innym ciałom odosobnionym; w niektóre zaś ciała uderzy tylko, sprawi w nich wstrząśnienie, albo też one zapali. Jeżeli więc do naelektryzowanej chmury napędzi wiatr inną chmurę nie mającą jeszcze tej własności, albo gdy się zbliżą ku sobie chmury, z których jedna ma elektryczność dodatnią, a druga ujemną, natenczas materya elektryczna przebiegając z trzaskiem od jednej do drugiej, sprawuje grzmoty i błyskawice. Jeżeli nakoniec materya elektryczna z chmury w ciała ziemskie uderza, skutek ten nazywamy piorunem; piorun zatém nic innego nie jest, tylko materya elektryczna nagle uderzająca w ciała ziemskie; natężenie zaś jego huku pochodzić może, tak od znacznej obfitości materji elektrycznej, iako też od zapalenia się wodorodu z kwasorodem.

Materya elektryczna sprawuje także grady, jeżeli ta wodoród z kwasorodem zapali w naywyż-

szęcy warście powietrza; iak to okazaliśmy w Tomie pierwszym §. 200.

Nakoniec podług tych zasad łatwo tłumaczyć można skutki gór ogień wybuchających: pospolicie góry wulkaniczne położone są blisko morza: przez co łatwa jest komunikacya wody morskiéy z iaskiniami tych gór, z których ognie wybuchają: nadto w tychże górach znajdują się kamienie zwane *piryty*, to jest cząstki żelaza połączone z siarką, które ułatwiają rozbiór wody przez ciepło właściwe ziemi; kwasoród odłączony z wody iednoczy się z żelazem, reszta zaś tego płynu zmieszana z wodorodem i zapalona od materyi elektrycznéy, sprawia trzęsienie ziemi w tém miejscu, które nawet przez komunikacyą w dalszych okolicach uczuć się daie: przytém roztopione różne materyały, ognistemi strumieniami wybuchają na powierzchni ziemi, i okropne spustoszenia przynoszą.

§. 136. Zorza północne (auroræ boreales).

Zorze północne, to jest światła dążące od północy, nie są nowym meteorom: opisywali iego skutki *Arystoteles*, *Pliniusz*, *Seneka*, szczególniejsze zaś okoliczności zorzy północnych uważali z późniejszych *Muschembroek* i *de Mai-ran*; wypada z postrzeżeń tych uczonych mężów, iż te światła okazujące się na północy, rzadko się widzieć daią w części Europy najludniejszey, i w tey która bardzo jest oddalona od

biegunów, czyli że bieguny ziemi są początkiem zorzy północnych. Pominąwszy różnych Fizyków postrzeżenia, i opinie tłumaczące zorze północne, przytoczmy wykład zorzy północnych przez Pana *Libes* podany, który ich początek z następujących zasad wyprowadza.

10d. Zapaliwszy iskłą elektryczną mieszaninę saletrorodu i kwasorodu, powstaje kwas saletrzany (*acide nitrique*), lub płyn saletrzany (*gaz nitreux*), podług ilości płynów kwasorodnego i saletrorodnego w tę mieszaninę wchodzących.

2re. Kwas saletrzany wystawiony na promienie słoneczne, nabiera koloru i ulatnie; najpierw ten skutek uważał *Schelle* Chimik Szwedzki: stawiał on naczynie szklane do połowy nalanę kwasem saletrzany, na działanie promieni słonecznych: po niejakim czasie kwas nabrał koloru, naczynie zaś napełniło się waporem czerwonymi, które się długo utrzymywały, i takim blaskiem świeciły, jak zorza północne.

3cie. W naczyniach szklanych, w których zrobiony jest kwas saletrzany w postaci płynnej, postrzegać zawsze można wapor bardzo czerwony unoszący się nad kwasem, i który się nigdy zgęścić nie da.

4te. Płyn saletrzany złączony z powietrzem pospolitęm wydaie czerwonawe wapory, które się wznoszą w atmosferę.

5te. Płyn wodorodny powstający z rozkładu ciał na powierzchni ziemi będących, zabiera w atmosferze najwyższe miejsce, stosownie do swęj ciężkości gatunkowęj.

6te. Ciepła słonecznego bardzo jest słabe działanie w krainach biegunowych.

Wszystkie te zasady stwierdzone są postrzeżeniami różnych Fizyków i doświadczeniami, nad którymi zastanowiwszy się, następujące wnioski wyprowadzić można: 1od że wydobywanie się wodorodu w kraich biegunowych, bardzo jest nieznaczne, 2re że najwyższe warstwy atmosfery przy biegunach prawie nie mają w sobie wodorodu. 3cie że, ile razy materya elektryczna, dążąc do równowagi, płynie stronami północnemi, nie znajdzie w swoim przechodzie wodorodu, lecz tylko mieszaninę saletrorodu i kwasorodu. 4te. że materya elektryczna powinna te dwa płyny zjednoczyć. 5te. że z tego zjednoczenia, utworzyć się powinien, albo kwas, albo płyn saletrzaný, podług zachodzącego stosunku ilości kwasorodu i saletrorodu, wchodzących w tę mieszaninę. 6te. Ze wydobywanie się płynu saletrzanego początkiem jest waporów czerwonych i ulotnych, które się wznoszą w atmosferę i formują meteor zwany zorzą północną.

Lecz następujący zarzut może kto uczynić: jeżeli zorze północne biorą swój początek od zjednoczenia się proporcjonalnego saletrorodu z kwasorodem za pomocą materyi elektryczney, dążący do równowagi, czemuż się nigdy nie formują w strefie gorący, lub w strefach umiarkowanych, gdzie wszelako zawsze się znajdują trzy pierwiastki wchodzące w skład kwasu, lub płynu saletrzanego, który jest początkiem zorzy północnych?

Odpowiedź na ten zarzut jest bardzo prosta. W strefach umiarkowanych, osobiłwie zaś w strefie gorący ciepło słoneczne jest bardzo natężone, i przez długi czas swoją działalność wywiera: skąd wypada, że w tych krainach znaczna obfitość wodorodu wydobywać się powinna, który dla tak wielkiej obfitości nie mogąc się złączyć z ciałami ziemskimi, ani być rozbranym na swoje pierwiastki, to jest na ciepłoczyn i wodoród, przez pospolite powietrze, wznosi się w najwyższe warstwy atmosfery: A zatem ile razy tylko materya elektryczna dąży temi strefami do równowagi, natrafia zawsze na mieszaninę trzech płynów, wodorodu, kwasorodu i sałetrorodu; ale wiadomo jest z doświadczenia, że mieszaninę tych trzech płynów zapalwszy iskrą elektryczną, uformuje się tylko woda, to jest, że łatwiej i prędzej iskra elektryczna zjednoczy kwasoród z wodorodem, aniżeli z sałetrorodem. W czasie tego iednoczenia się, huk słyszeć się daje, i robi się proporcjonalna obfitość wody do ilości kwasorodu i wodorodu. Skutki te zdarzają się zawsze w strefie gorący, i w strefach umiarkowanych: tam iskra elektryczna uwięźa mieszaninę kwasorodu i wodorodu, z tego zjednoczenia pochodzą grzmoty, pioruny i gwałtowne ulewy, nigdy zaś te skutki nie trafiają się w kraich biegunowych. Gdy tam materya elektryczna do równowagi powraca, nie znajduie w wyższych warstwach atmosfery wodorodu, całą więc swoją działalność wywiera na mieszaninę kwasorodu i sałetrorodu: z tego zjednoczenia

powstaie kwas, albo plyn saletrzany podlug zachodzącego stosunku między kwasorodem i saletrorodem. Z tego tłumaczenia łatwo można poiać, dlaczego bieguny są początkiem zorzy północnych, dlaczego pod biegunami, ani grzmoty, ani pioruny słyszeć się nie dają, dlaczego strefa gorąca i strefy umiarkowane, są szczególniejszém miejscem piorunów, dlaczego burze i grzmoty daleko się częściej trafiają, i mocniejsze skutki okazują w strefie gorącej, aniżeli w strefach umiarkowanych.

Szczególniejsze skutki zdarzające się podczas okazywania się zorzy północnych, nayłatwiej podlug poprzedzających zasad wytłumaczyć można.

1wszy skutek. Z pokazującemi się zorzami północnemi słyszeć się częstokroć daje lekki łoskot i szelest: przyczyna tego jest następująca. Powiedzieliśmy, że w krainach biegunowych dla słabego działania ciepła słonecznego, prawie się nie wydobywa plyn wodorodny; lecz że w tamtych stronach słońce przez sześć miesięcy zostaje na horyzoncie, a zatem iakąkolwiek ilość wodorodu uformować się może, ten plyn zabrawszy naywyższe miejsce w atmosferze łączy się z kwasorodem, gdy materya elektryczna do równowagi dążąc tamtemi stronami płynie; lekki przeto łoskot sprawić może, który częstokroć podczas formowania się zorzy północnych słyszeć się daje.

2gi skutek. Większa część zorzy północnych zdaie się posuwać od północy ku poł-

dniowi, czasem też zbaczaią w stronę wschodnią lub zachodnią. Skutku tego taka jest przyczyna: Kwas lub płyn saletrzany, z których formułą się zorze północne, w największej obfitości tworzy się pod biegunami. Te więc istoty wydają świecące wapory, które wzniosłszy się w atmosferę, powinny płynąć w tę stronę, gdzie najmniej doznają odporu: skąd wypada, że te świetne wapory płynąć muszą ku południowi, gdzie zawsze powietrze daleko jest rzadsze, aniżeli na północy dla znacznego ciepła; może się także zdarzyć, że w tym samym czasie, gdy uformułą się świetne wapory, wiatr panujący w górnej części atmosfery, przepędzi je, albo ku południowi, albo nareszcie ku wschodowi, lub zachodowi, gdy w tamtych stronach znaczniejsze jest ciepło.

3ci skutek. Zorze północne czasem się wydają w kształcie kolumn świetnych, których są rozmaite figury i położenia. Niektóre bywają piramidalne, inne walcowate, są nawet kształtu kołowego. Kiedy znaczną prędkością dążą, okazują się nad głową patrzącego: które zaś prędzej płyną, mogą się wydawać na boku, względem patrzącego: które nakoniec z największym pędem od wiatru są niesione, te zdają się dotykać horyzontu południowego. Gdy więc materia elektryczna dążąc do równowagi zjednoczy wielką obfitość płynów kwasorodnego i saletrorodnego; wapory świetne z tego zjednoczenia pochodzące, wielką rozległość zajmują w atmosferze. Tak obszerna świetna masa pę-

dzona od północy ku południowi, rozdzielić się może na rozmaite części, z których jedne płyną prostopadle do horyzontu, drugie ukośnie; dlatego zorze północne wydają się patrzącym w rozmaitych kształtach i położeniach. Może się nawet zdarzyć, że północne zorze wydawać się będą przez czas nieiaki w jednémże miejscu względem horyzontu. To się w ten czas zawsze przytrafi, kiedy wiatr północny pędzi mgłę świetną, ku którejkolwiek stronie południa, z taką siłą, z jaką wyziewy powietrzne od strony południowej ku północnej płyną.

4ty skutek. Nie wszystkie zorze północne mają jednakowe światło, niektóre bladym, inne żywym kolorem świecą. Tego skutku taka jest przyczyna: wapory wydobywające się z kwasu saletrzanego wystawionego na słońce, świecą blade żółtawym kolorem: które zaś unoszą się nad kwasem saletrzanym płynnym, są koloru ciemno czerwonego: które nakoniec powstają z płynu saletrzanego złączonego z pospolitým powietrzem, są naprzód ciemno-czerwonego koloru, który potem staje się jaśniejszy, im wyżey wapory wznoszą się w atmosferę. Owe zatem kolumny, czyli miotły świecące, które nam wystawiają zorze północne, będą się wydawały w rozmaitych kolorach, jeżeli wyziewy, od których mają początek utworzone są z kwasu, lub płynu saletrzanego!

Przebiegłszy znakomitsze skutki pochodzące od zorzy północnych, okażemy niedostateczny ich wykład od innych Autorów podany. Niektó-

rzy utrzymują, że sama materya elektryczna dążąca do równowagi, dostaje się do biegunów, i sama jest początkiem owych światła, które północnemi zorzami nazywamy. Mniemanie swoje następującem popieraia doświadczeniem. Iskrę elektryczną wpuściwszy w butelkę, w której powietrze jest naydokładniey rozrzedzone, cała się napełni światłem, podobnem do światła zorzy północnych. Z tego doświadczenia wnoszą, iż zorze północne od saméy tylko materyi elektrycznéy pochodzą. Tak rozumia utrzymujący to mniemanie; lecz łatwo okazać można, iż ich rozumowanie jest błędne. Albowiem, 10d w przytoczoném doświadczeniu, jeżeli powietrze w butelce jest naydoskonaley rozrzedzone, okaże się wewnątrz iey po wpuszczeniu iskry elektrycznéy, światło podobne do światła zorzy północnych. 2re. Niedokładnie rozrzedziwszy powietrze, światło okaże się bardzo blade. 3cie. Nie wyciągając wcale powietrza z butelki, nie uyrzemy w niéy po wpuszczeniu iskry elektrycznéy, żadnego światła. Skąd wypada, że plyn elektryczny nie może żywego światła wydawać, tylko płynąc przez próżne miejsce; a zatem jeżeli sama tylko elektryczność przyczyną jest zorzy północnych, te powinnyby się formować wyżej ieszcze nad atmosferą otaczającą ziemię: Lecz niepodobna jest, aby się zorze formowały w tak znaczney odległości od ziemi; owszem przekonać się można, iż nie bardzo są od niéy oddalone; ponieważ 10d zawsze się pokazują w postaci mgły, w takiej od nas odległości, w ja-

kię zwyczajnie inne chmury widzimy. 2re. Ponieważ częstokroć się zdarza, iż iednegoż czasu nie można widzieć iednéyże zorzy północny ze dwóch miejsc nie bardzo od siebie odległych. 3cie. Ponieważ gdy się zorze północne pokazują, słyszymy częstokroć lekki łoskot w powietrzu, któregobyśmy usłyszeć nie mogli, gdyby się nad atmosferą ziemską formowały. 4te. Niekiedy się zdarza, iż mgła świetna czyli zorza stała się utrzymuje przez czas nieiaki w jednakowéy wysokości nad horyzontem, skąd wypada, że się razem obraca z atmosferą: bo ponieważ ziemia obraca się codziennie koło swojej osi; więc zorze północne, raz wyżéy, drugi raz niżéy względem patrzącego pokazywaćby się powinny, gdyby były wyższe nad atmosferę.

Do tych przyczyn dodamy ieszcze świadcstwa Fl. yków, naytrofkliviéy uważających zorze północne. *Muschembroek* twierdzi, że zawsze formują się w atmosferze: *Kraff*, który w przeciągu iedenastu lat, 141 zorzy północnych uważał, zapewnia, iż skutki przy nich zdarzające się, dostatecznie przekonąć mogą, że w atmosferze początek swój mają.

Okazuje się więc, iż miejsce zorzy północnych iest w atmosferze; iezeli tak iest w rzeczy samey, wypada stąd, że sama materya elektryczna nie iest ich przyczyną, ponieważ ta wtenczas tylko świeci, kiedy przez próżne miejsce płynie. Wnieść zatém potrzeba, że sama elektryczność nie może sprawić zorzy północnych; tyle tylko przykłada się do ich uformowania,

że jednoczy z sobą istoty powietrzne, z których zorze północne powstają.

Lecz przypuściwszy, iż zorze północne formują się nad atmosferą, czyli że sama elektryczna materya jest ich początkiem, iakże można wytłumaczyć skutki, które się przy nich zdarzają?

10d. Prawda że płyn elektryczny zostający w próżni, żywe światło wyda, lecz przy takim skutku żadnego łoskotu, żadnej detonacji słyszeć nie można. Jakaż jest przyczyna owego łoskotu, który przy okazywaniu się niektórych zorzy północnych częstokroć słyszemy, jeżeli te pochodzą od samej tylko materyi elektrycznej płynącej próżnym miejscem, to jest nad atmosferą?

2re. Jeżeli północnych zorzy początkiem jest płyn elektryczny unoszący się nad atmosferą, więc powinnyby się częściej pokazywać i w żywszych kolorach, w tych krainach, w których większa jest obfitość płynu elektrycznego, i gdzie więcej jest przyczyn dopomagających mu do rozszerzenia się i wzniesienia nad atmosferę. Lecz 10d. w atmosferze strefy gorącej płyn elektryczny daleko jest obfitszy, aniżeli w atmosferze biegunowej; bo w strefie gorącej, wznosi się w powietrze wielka obfitość wyiewów, które zabierają płyn elektryczny z ziemi, podług doświadczeń PP. *Volta* i *Saussure*, potwierdzonych przez doświadczenia PP. *Lavoisier* i *de la Place*. 2re. Przyczyny ułatwiające rozszerzanie się płynu elektrycznego i jego wyniesienie nad atmosferę, dostateczniejsze są w stre-

nie gorący, aniżeli lodowaty. Bo w strzefie gorący ciepło jest najmocniejsze, a zatem powietrze bardzo rozrzedzone: powietrze zaś rozrzedzone, ułatwia przejście materji elektrycznej w atmosferę; skąd wypada, że pólnoce zorze powinnyby się częściej okazywać pod ekwatorem, aniżeli w krainach biegunowych, gdyby od samy tylko materji elektrycznej początek swóy brały.

R O Z D Z I A Ł II.

O sposobach zabezpieczających życie i majątek od piorunów, czyli o stawianiu konduktorów.

§. 137. Z czego się składa konduktor.

OKAZAWSZY (§. 135), że pioruny pochodzą od materji elektrycznej w wielkiej obfitości zebranej, wyłóżmy sposoby, któremi przeciwko nim zabezpieczyć się można: narzędzie do tego służące, zowie się przewodnikiem, czyli konduktorem; jest to pręt metalowy, np. żelazny ostro zakończony, znacznie długi, na wysokim miejscu wystawiony, od którego dróty metalowe, albo pas blaszany do ziemi dochodzi:

po takim konduktorze materya elektryczna, czyli co jest iedno piorunowa, spływa z chmury w ziemię nie naruszając tego miejsca, na którym stoi konduktor. Składa się więc konduktor ze dwóch części, z pręta metalowego i drótu, który od niego do ziemi dochodzi. Na tablicy o konduktorach, Figura 1. wystawuie całego konduktora. A jest konduktor, B jest przedłużenie iego do ziemi, zrobione z blachy szerokiej, lub drótu grubego.

§. 138. Przykłady okazujące, iż konduktory zabezpieczają przeciwko piorunom.

Pan *Reimarus* w Dziele pod tytułem: *vom Blitze*, wylicza bardzo wiele przykładów, z których się pokazuje, że ile razy piorun, w jaki dom uderzywszy, na metal natrafi, po nim spływa, nie naruszając części domu, tych nawet, które się naybliżej tego metalu znajduą. Przytacza także przykłady przekonujące, że gdy piorun w konduktor dobrze zrobiony uderzy, spływa po nim w ziemię, nie szkodząc bynajmniej temu domowi, na którym jest konduktor wystawiony, nawet nie przynosząc żadney szkody poblížszym domom. Aby więc dowiodł, iż przez wystawienie konduktora możemy ubezpieczyć życie i majątek od piorunów; przytoczę kilka przykładów potwierdzających tę prawdę, wyjętych tak z pomienionego dzieła, iako też z innych Autorów: nie można bowiem téj prawdy dowodzić rozumowaniem, przykłady są naylep-

szemi w téj materyi dowodami: bo z tego co się stało w jedném miejscu; wniesć należy, że i w drugiem to samo stać się może: przeto gdy okażą przykładami, że konduktory zabezpieczyły domy od piorunów, każdy wniesie, iż ie zabezpieczyć mogą; skutków bowiem naturalnych jednego gatunku te same są przyczyny.

1wszy Przykład. Pan *Franklin*, wynalazca konduktorów, w liście do *P. Dalibard* pisanym z *Filadelfii* w R. 1755 donosi: że gdy się znajdował w *Newbury* mieście *Nowej Anglii*, pokazywano mu szkody, które piorun w tamtejszym kościele przed kilką miesiącami poczynił. Wieża kościelna była wysoka na 140 stóp Angielskich, (łokci naszych 70), dzwon zegarowy wisiał wysoko od ziemi na 35 łokci, blisko niego znajdował się młot godziny wybijający: do trzonka młota uwiązano drót, przez dwie podłogi przeciągnięto go i przywiązano do zegaru znajdującego się pod dzwonem niżej na 10 łokci. Piorun w pomienioną wieżę uderzywszy, część iéy wychodzącą nad dzwon, zgruchotał, sztuki z niéy w około opadły; niższéy części, czyli między zegarem i dzwonem będącéy nie naruszył: więc piorun przebiegł po drócie, którym dzwon z zegarem był złączony: w podłogach, przez które drót przechodził, dziury powiększył, lecz sufity nie nadwreżył: że zaś po drócie piorun przebiegł, to pewna, ponieważ go stopił, dlatego, że był zbyt cienki; część iégo długa blisko na dwa cale wisiała przy młocie, druga część drótu równie długa wisiała przy zegarze, reszta

zaś drótu spalona została: na ścianach, około których, i sufitach, przez które drót przechodził znajdowała się plama czarniawa na calów trzy, albo cztery szeroka; blisko końców drótu mniey, we środku bardziéy czarna. Nakoniec w części ostatniéy wieży, to jest pod zegarem będącéy; znaczne szkody piorun poczynił; kamienie bowiem z niéy powysadzał, i na 10 lub 15 łokci opodal odrzucił.

Pokazuje się z tego opisu, że piorun najwyższą część wieży zruynowawszy, dlatego drugiéy między dzwonem i zegarem będącéy nie tknął, iż po drócie do niższéy spłynął. Drót od młota do zegara idący, dlatego stopił. że był bardzo cienki, grubego zaś, iak gęsie pióro, z którego dano perpendykuł, nie zepsuł. Naostatek ostatnią część wieży skołatał, bo w niéy nie znalazł metalu, po którymby spłynął.

Pomienioną wieżę poprawiono, i postawiono na niéy konduktor. Uderzył w nią piorun roku 1765, i nie naruszywszy iéy, po konduktorze w ziemię wpłynął. Oto pierwszy dowód przekonujący, iż konduktor od klęski piorunowéy domy zastrania.

2gi Przykład. W roku 1760 dnia pierwszego Listopada z *Charles-town* miasta *Karoliny* południowéy pisano do *Franklina*, donosząc, iż tam uderzył piorun w konduktor, który Pan *Ra-uen* na swoim domie wystawił. Takowy konduktor zrobiono ze sztaby grubéy, długiéy na kilka fóp, wystawiono na nim kilka precików ostro zakończonych, konduktor ugruntowano na ko-

minie

minie: blisko komina inną sztabę w ziemię wbito: od konduktora do sztaby w ziemię wbitey, dano cienki drót mosiężny, to jest ciekim drótem przedłużono konduktor. W izbie dólney, na kotlinie komina owego, na którym był konduktor, stała fuzya oparta o bok komina, około którego szedł drót mosiężny. Piorun uderzywszy w konduktor, pręcików na nim stojących nie naruszył, lecz drót mosiężny, zacząwszy od konduktora, aż do tego miejsca, na którym fuzya stała, stopił; w tém miejscu drót opuściwszy, przez bok komina przebiegł do fuzyi, w tym przechodzie dziurę w nim wybił, rury fuzyi nie stopił, ale kolbę potrzaskał: w całym domu nad przytoczoną szkodę innę nie uczynił; pierwey jednak nim wystawiono konduktor, wielkie szkody od piorunów ponosił.

Z tego przykładu wnieść powinniśmy i o d. że gdy piorun po konduktorze ciągnie, żadney mu szkody nie przynosi. *zre.* jeżeli przedłużenie konduktora jest bardzo cienkie, piorun je stopi; dlatego to przedłużenie z grubego drótu, albo z blachy szerokię dawać potrzeba: bo okazuje przykład pierwszy, iż piorun nie topi grubych drótów, jak gęsie pióro, zaczęm takimi drótami konduktory do ziemi przedłużać się powinny: można je także przedłużać blachą cienką, ale szeroką, o czém niżej mówić się będzie. *zcie.* Nie tylko przedłużenie konduktora zbyt cienkie, ale nawet sam konduktor, jeżeli jest bardzo cienki, stopiony bydź może od pioruna, jak się przytrafiło w *Indiandland* mieście Ka-

roliny południowey. Tam Pan *Maine* na swoim domu wystawił konduktor (*Tablica o konduktorach Figura 2.*) złożony ze dwóch części X, Z. Część X zrobił ze trzech drótów przygrubszych, ich końce w górę idące dobrze zaostrzył i posrebrzył, aby nie prędko rdzewiały: niższe osadził w śrubie żelazney ∂ , mającay średnicy dziewięć linii, albo trzy części cala. (Na figurze 3, kładę cale, już Polkie, już Francuzkie podzielone na linie, aby każdy rozmiary konduktora dokładnie pojął: cale Angielskie bardzo mały różnią się od naszych, przeto jedne za drugie brać można). Drótów części g, h, i , były długie na calów Angielskich 4, części zaś a, b, c , wysokie na calów 6, albo 7. Dróty a, b, c , składały trójkąt równoboczny. Drót a , od drótów b, c , oddalony był na calów 6, albo 7, na tyleż calów oddalone były b , od a, c , i c od a, b . Śrubą ∂ , w której dróty utrzymywały się wchodziła w pręt Z, czworograniasty gruby na pół cala: pręt Z ugruntowany był na kominie, od tego pręta spuszczone do ziemi łańcuch zrobiony z ogniw dość od siebie odległych k, k , grubych blisko na pół cala; ostatnie ogniwo o wkopane było w ziemię głęboko na kilka łokci. Roku 1760 w Sierpniu uderzył piorun w ów konduktor, dróty a, b, c , i śrubę ∂ , stopił i rozproszył, ponieważ nic z nich nie zostało: przedłużenie porozrywał: około kółek k, k , cożkolwiek potopił, ziemię około ogniwa o na 8 lub 9 calów wyrzucił, w domu niektóre szkody po-

czynił, to jest w izbach dolnych naczynia kuchenne porozrzucał, a niektóre podziurawił.

Z tego przypadku pokazuje się, *1o*d. że konduktor zbyt cienki, może być od pioruna zepsuty. *2re*. Jeżeli konduktor z kilku ostrych precyków składa się, kilka piorunów prawie razem w niego uderza. *3cie*. Gdy przedłużenie nie jest jednostrajne; czyli wiele ma w sobie ogniw, materia elektryczna, czyli piorunowa może je porozrywać, jeżeli z jednego ogniwa do drugiego przeskakuje.

3ci Przykład. Roku 1777 dnia jedenastego Maja uderzył piorun w *observatorium* Padewskie; że na niem znajdował się konduktor, więc po nim spłynął nie uczyniwszy najmniejszej szkody. Pewna zaś jest rzecz, iż spłynął po konduktorze: albowiem jego przedłużenie złożone było ze trzech drótów, i do kółka na konduktorze będącego przywiązane: po uderzeniu pioruna dróty blisko kółka znacznie oddaliły się od siebie, oprócz tego mur w tém miejscu pokazał się okopciały; wreszcie mieszkańcy w pobliżności *observatorium* jednostrajnie twierdzili, iż widzieli kulę ognistą na *observatorium* spadającą. Z tego wnosić potrzeba, iż w rzeczy samej w *observatorium* piorun uderzył, ale że w niem żadnej szkody nie uczynił, więc musiał spłynąć w ziemię po przedłużeniu konduktora.

4ty Przykład. W *Syenie* bardzo często pioruny panowały, i wiele domów, a osobliwie wież ruynowały. Z rozkazu rządu wyftawiono konduktor na najwyższej wieży zwaney *Torre della*

plazza, w którą pierwéy kilkadziesiąt razy piorun uderzał, i wielkie szkody czynił. Pospółstwo wyftawienie na niéy konduktora poczytało za zabobon. Gdy przeto w roku 1775 dnia 18 Kwietnia, chmura piorunami zagrażająca ku miastu ciągnęła, pospółstwo tłumem zbiegło się na plac, na którym wieża stała, i co z nią piorun uczyni, z niecierpliwością oczekiwało. Tym czasem uderzył piorun, ale najmniejszy szkody w wieży nie uczynił: stąd przekonało się pospółstwo, iż piorun po przedłużeniu konduktora w ziemię spłynął; widziało bowiem, że od wierzchołka wieży, aż do iéy fundamentów światło przebiegło, przytém dał się uczuć mocny zapach spalonéy siarki; przekonało się więc pospółstwo, że konduktory zachowują domy od piorunów.

Konduktor *Syński* w ten sposób do ziemi był przedłużony. Od konduktora *a* (*Tabl. o konduktorach Fig: 4.*) na wierzchołku kopuły *k* stojącego, po wierzchu iéy dano drót gruby *d* do dzwona zegarowego *c*: od młota *m*, który godziny wybiiał, przeprowadzony był także drót aż do zegaru; od zegaru inny drót *D*, znacznie gruby przepuszczono wewnątrz wieży do okienka *o*, niezbyt wysoko nad ziemią będącego: naostatek przeciągnąwszy drót przez okienko po wierzchu muru, wpuszczono go w ziemię: przeto pospółstwo spływającą materią piorunową na dół, widziało dwa razy, to jest, gdy po wierzchu kopuły i po murze spływała, i przekonało się, dla iakiéy przyczyny wieży nie naruszył.

Przyznać jednak trzeba, że konduktor *Syetsk* nie był tak, jak należy zrobiony, bo nie miał jednostaynego przedłużenia: ponieważ go naprzód przedłużono do dzwona zegarowego; powtóre od młota dzwonu, aż do zegaru, młot zaś nie leży na dzwonie, lecz od niego jest oddalony, aby, gdy godziny wybiła, głosu dzwonu nie tłumił, zaczęm między dzwonem i młotem był przedział; więc piorunowa materya, czyli elektryczna nie ciągle płynęła od dzwonu do młota, ale przeskakując: ile zaś razy takim sposobem dąży materya piorunowa, wielkie szkody przynosi, iak się okazało w przykładzie pierwszym i drugim. Ze jednak wieża żadney szkody nie poniosła, przyznać to trzeba małej obfitości materyi piorunowey w chmurze, która chociaż skokiem przebiegała, najmniejszy nie uczyniła szkody. Gdyby zaś piorun nadwerężył, albo dzwon, albo młot, albo w wieży najmniejszą szkodę uczynił, ugruntowałoby się było tamteysze pospólstwo w swoim przesądzie, i stawianie konduktorów osądziłoby za rzecz niepożyteczną i szkodliwą.

Pomiłam inne przykłady, których znajduie się wiele *in Trans-Philos-Londin*: bo przytoczone dostatecznie przekonacby powinny, iż stawiając konduktory, możemy życie i majątek od piorunów zabezpieczyć. Też same przykłady podają nam sposoby do wystawienia dostatecznych konduktorów.

S. 139. Jaka być powinna grubość i szerokość konduktorów.

Gdy zrobiono konduktor gruby na pół, albo trzy ćwierci cala, to jest, gdy zrobiono czworograniasty, dając bok każdy szeroki na pół, albo na trzy ćwierci cala, przekonano się, że piorun uderzywszy w niego kilka razy, nie stopił go, inne zaś cieńsze potopił: wniesiono zatem, że powinny być konduktory grube na pół, albo na trzy ćwierci cala; takież tedy grubości konduktory są dostateczne. Na Figurze 5, i 6, wystawione są konduktory poziomo przecięte. Figura 5 wystawia przecięcie konduktora grubego na pół cala; Figura zaś 6 okazuje grubość konduktora na trzy ćwierci cala. Można jednak grubsze stawiać konduktory, lecz takie od piorunów bardziej nie ochronią, a więcej będą kosztowały. Można nareszcie kazać robić konduktor o dwóch bokach przeciwnych szerokich, innych zaś dwóch także przeciwnych węższych, jak wystawia Figura 7, byleby boki szerokie wraz z węższymi w około wzięte uczyniły calów dwa, albo trzy, albo trochę więcej: takowych wymiarów trzymać się radzę, aby konduktor był gruntowny i niekosztowny: lecz komu się podoba, może grubsze postawić, ale będą droższe.

Jeżeli konduktor ma stać na najwyższej części domu, dosyć będzie dać mu wysokości na łokieć, albo na półtora łokcia, albo na koniec na dwa łokcie: krótszych stawiać nie radzę, ponieważ materya piorunowa, czyli elektryczna

z chmury wypadłszy, nie tylko uderza w ciała, na które natrafia, ale nawet gwałtownie porusza powietrze, które je otacza, tak gwałtownie poruszone powietrze, pobliskie ciała wywraca. Skutek ten piorunów podobny jest owym, które się przytrafiają podczas strzelania z armat: wtedy bowiem okna zamknięte pękają, ludzie głuchną, albo szum w głowie uczują: a zatem gdyby konduktor był bardzo krótki; powietrze od uderzającego nań pioruna wzruszone wstrząsłoby domy, i porozrzuciłoby dachówki; zaczęłoby unikać takowych przypadków, radzę dać konduktor wysoki na łokieć, albo więcéy.

Nie trzeba iednak obawiać się, aby za każdym grzmotem i błyskawicą pioruny były w konduktory: w ten czas tylko uderzą, kiedy bardzo wielka obliwość materji elektryczney znajduje się w chmurach. Lecz takie przypadki, osobliwie w naszym kraju, rzadko kiedy zdarzyć się mogą: co więc tu mówićmy o uderzaniu piorunów w konduktory, trzeba rozumieć raczéy o wolném przez nie ściąganiu materji elektryczney, która iednak mogłaby w dom uderzyć, gdyby na nim konduktor nie był wyftawiony.

Powiedziałem, że gdy konduktor ma stać na najwyższej części domu, dosyć jest, aby na łokieć był wysoki; lecz gdy ma być założony na takiéy części domu, którą inne przewyższają, trzeba go zrobić tak wysokim, aby wszystkie części domu przewyższał: ale w tym razie konduktor, jako bardzo wysoki, będzie zbyt kosztowny; nadto wiatr będzie nim miotał, i

ruynował część domu, na której stoi. Radzę więc dawać konduktory na najwyższej części domu podług podanych rozmiarów, np. na kominach, lub wieżach.

Doświadczenie uczy, że piorun bardzo łatwo słomę zapala; aże u nas domy wiejskie, stodoły, spichlerze i t. d. słomą poszywają, więc gdyby na takich budynkach konduktor był wystawiony, piorun w niego uderzywszy, zapaliłby poszycie, i w tej okoliczności konduktor byłby szkodliwy. Aby więc wspomniane domy od piorunów ocalały, radzę stawiać konduktory blisko nich; to jest od domu jakiego słomą pokrytego oddal na łokci trzy, potrzeba wkopać słup przewyższający domostwo, i na nim konduktor ugrunтовać, jak wystawie Figura 8.

Osadzając konduktor na kominie (Fig: 9) łatwo go można umocnić, dosyć bowiem wmurować go w komin na pół łokcia: powiedziałem zaś wyżej, że konduktor ma być wysoki na łokcie, lub trochę więcej: w ten zatem wymiar nie wchodzi część, którą go umocować trzeba, przeto gdy konduktor w komin jest wmurowany, powinien być pół łokciem dłuższy nad podane wymiary, to jest tą częścią dłuższy, która w komin ma być wpuszczona. Niektórzy radzą stawiać konduktory na kominie krzywe, takie, jakie wystawie Figura 10, a to dlatego, aby od dymu znacznie były oddalone, i żeby piorun uderzywszy w konduktor, dymu nie zapalił i szkody jakiej nie narobił: taka atoli rada mniey jest użyteczna, ponieważ wiatr może dym pędzić na

konduktor według jego figury skrzywionéj: nadto piorun uderzywszy w konduktor, po nim spływa, jak się pokazało w przykładzie drugim; więc dymu nie zapali, i przeto lepiej jest proste stawić konduktory.

Gdyby konduktor trzeba było ustawić w drzewie blisko szczytów, albo gdyby gwiazd, lub chorągiewek na domie stojących miejsce miał zastępować; w pierwszej okoliczności można koniec niższy zrobić nakształt śruby, i w drzewo wkręcić: przeciwnie w drugim przypadku można koniec niższy dać podobny do cybantu, albo wideltek, jak wystawie figura 11 i 12; w cybancie, lub w widelkach dziury porobić, przez nie śruby, albo ćwieki w drzewo wpuścić; tym sposobem ugruntowany będzie konduktor. Na słupach wystawionych przy stodółach, oborach, domach rolniczych, umocujesz konduktor, albo w słup wkręcając, albo przybijaając za widelki, jak okazują figury 11, i 12.

§. 140. Kapelusz blaszany i część mosiężna.

Umocowawszy konduktor na drzewie, iako to na szczycie, na słupie, i t. d. nad drzewem utrzymującym go potrzeba dać nakrycie, to jest, z blachy iakiejkolwiek potrzeba kazać zrobić kapelusz, albo talerz blaszany, w nim dziurę wyciąć tak wielką, aby przez nią przechodził konduktor; takowy kapelusz potrzeba opuścić aż do drzewa, i do konduktora przylutować, woda po nim spłynie na bok, i drzewo nie będzie pro-

chniało; taki kapelusz Figura 13 okazuje, już przecięty, już w perspektywie; kapelusza mieysce deska może zastąpić, byle była obszerna, aby po nię woda na bok spływała. Gdyby zaś nie chciał kto dawać kapelusza blaszanego, przy konduktorze na słupie stojącym, niechże przynajmnię słup u góry da spadzisty, aby woda po nim łatwo spływać mogła.

Doświadczenie uczy, że piorun nad inne ciała nayprędzēy bije w metale czyste i nie zardzewiałe, żelazo zaś zostawione w powietrzu, bardzo prędko rdzewieje; więc zardzewiałego nie cawyta się tyle piorun, ile czystego, bo rdza nie jest metal, co Chimikom wiadomo; dotego ostry koniec konduktora moc pioruna naybardziēy osłabia, o czēm wiedzą Fizycy; gdy zaś zardzewieie, staje się tępy, ponieważ rdzę łatwo wiatr odnosi, zaczēm tępy nie osłabia tyle piorunu, ile ostry. Aby więc koniec ostry konduktora nie prędko rdzewiał, radzę dawać go z mosiądzu, ponieważ mosiądz dobrze wypolerowany i pokostowany bardzo późno rdzewieie, to jest, konduktor radzę robić z dwóch czēści, jedney żelazney, drugiej mosiężney; czēść żelazna ma byđ długa na łokieć, albo więcey, czēść zaś mosiężną dosyć bēdzie dadz długą na całów dwa, albo trzy, aby nie wiele kosztowała. Mosiężną czēść można robić tróygraniastą podobną do bagnetu (Fig: 14), węgły *aa*, węgł pefny *W* czyniące, mogą mieć gradusów 30, 31, aż do 40. Czēść mosiężną dawać tróygraniastą dlatego radzę, bo iēy koniec może byđ bar-

dzo ostry, a boki szerokie; więc go piorun nie łatwo stopi, co przez się oczywista; oprócztego ostrza boków części mosiężney bardziéy materią piorunową przyimują, niż okrągłe.

Pomienioną część w konduktor można wśrubować, albo na nim zatknąć, lecz do niego lutować nie potrzeba. Wiemy bowiem z doświadczenia, że gdy piorun uderza w konduktor, koniec ostry topi, zaczęm potrzeba go zdjąć i zaostrzyć, to zaś łatwo wykonać, gdy część mosiężna na żelazną jest zatknięta; trudniéy, jeżeli w nią wśrubowana, bo gdy gwinty zardzewieją, nie łatwo z pomiędzy siebie wychodzą, zaczęm część mosiężną wśrubowaną w potrzebie trudno byłoby odjąć. Jeżeliby zaś na żelazną była zatknięta, bez najmniejszéy trudności można ją zdjąć, i albo inną na téy miejsce założyć, albo też tę samą ostro zakończywszy zasadzić. Gdyby zaś część mosiężna do żelazney była przylutowana, jedney od drugiéy nie możnaby odłączyć, tylko w ogniu, to jest, lutowanie odtapiając, to zaś i czasu i pracy wiele kosztuje, nie radzę więc części jedney z drugą lutować.

Przy domach rolnicznych bez części mosiężney można się obejść, ponieważ rolnik może po drabinie wnieść do konduktora, część jego ostro kończącą się odchędożyć i zaostrzyć; przeto przy nich części mosiężney do konduktora można nie przydawać.

§. 141. Konduktor pojedynczy doskonalszy.

Jeżeli pręt metalowy ostro kończący się, ieden i bez odnóg na domie, albo przy domie iest ugruntowany, zowie się konduktor pojedynczy, przeciwnie mający trzy, albo więcéy odnóg ostro zakończonych, zowią złożonym (Fig: 2). Niektórzy mniemają, że konduktor złożony, doskonaley od pojedynczego piorun przeprowadza; przeto ieden dawali go o trzech odnogach równie długich, inni o pięciu, z których średnia nad inne znacznie w górę, wybiegała (Fig: 15). Dlatego zaś niektórzy konduktor złożony dawać radzili, że każdy koniec ostry piorun przeprowadza, zaczęm mówili daléy, im więcéy konduktor ma końców ostrych, tém silniéy moc pioruna osłabia, przecieź ich rozumienie sprzeciwia się doświadczeniu, które uczy, że piorun prędzey psunie konduktor złożony, niż pojedynczy; doświadczenie znajduje się w wnioskach przykładu drugiego, to iest, że w konduktorze *P. Mainc* część mosiężną złożoną ze trzech drótów stopił piorun. Tego przyczyna bydz' może, że każdy ostry koniec ciągnie piorun, zaczęm gdy przewodnik złożony ze trzech, albo czterech, albo pięciu części ostrych, tyleż piorunów w niego uderzy i szkody poczyni: gdy zaś ieden tylko koniec ostro zakończony, w niego ieden piorun bije, i szkodzić tyle nie może, ile trzy, albo cztery wraz wypadające zaszkodzą. Na tym fundamencie Pan *Hanley* radził stawiać konduktor pojedynczy na miejscu ze trzech prętów, złożonego; bo gdy R.

1772 w Londynie uderzył piorun w konduktor ze trzech prętów ostrych złożony, wystawiony na kaplicy P. *Whitfield's*, nadwerżył go, i w kaplicy szkody poczynił; gdy konduktor poprowiano, Pan *Hanley* radził dać pojedynczy, co też uczyniono z moim więc zdaniem konduktory pojedyncze doskonały od piorun: ubezpieczają niż złożone, i takowe stawiać radzę.

§. 142. Na domie ile konduktorów stawiać trzeba.

Nie potrzeba się spodziewać, żeby konduktor znaczną okolicę, albo miasto, albo wioskę od piorunu zasłonił, bo z obserwacyi; które po miastach, miasteczkach, wsiach, mających konduktory czyniono, przekonano się, iż jego skutek nad stóp 40, albo łokci naszych 20, dalej się nie rozciąga, to jest spostrzeżono, że domy krótsze nad 40 stóp konduktory mające od piorunu ocalały, inne zaś więcéy niż na stóp 40, od konduktora odległe, klęski piorunowéy nie uniknęły. To się przytrafiło w Anglii w prowincyi *Essex*, w pomienionéy bowiem prowincyi w *Purflet* na prochowni był wystawiony konduktor; że zaś prochownia była bardzo długa, uderzył piorun w iéy róg od konduktora na stóp 50 odległy, chociaż konduktor był wysoki na stóp 10; z tego pokazuje się, że moc konduktora na stóp 40, dalej się nie rozciąga, czyli że konduktor okolicę dyamentru stóp 80 mającą, a nie większą, od piorunu zasłania. Zaczém jeżeli dom długi jest

na stóp 80, albo łokci czterdzieści, dosyć jest w środku, czyli w połowie długości dać jeden konduktor, który go od piorunu zastąpi; gdyby zaś dom był dłuższy na przykład na stóp 100, albo łokci 50; radzi *Franklin* dać na nim dwa konduktory, i od jednego do drugiego dróty grube, jak gęsie pióro przeciągnąć (Figura 16), albo wierzch domu blachą pokryć, tak dom od piorunu będzie ubezpieczony; to jest; jeżeli dom długi jest na stóp 100, konduktory o podal szczytów na stóp 20 stawiać potrzeba, tak jeden od drugiego na stóp 60 będzie oddalony; zacznij w pierwszy, lub drugi piorun wpłynię, od tego w który naprzód wpłynął, przejdzie do drugiego, i po przedłużeniach obudwóch w ziemię spłynie.

Przy stodołach także dworskich, oborach; owczarniach dla teyże samoy przyczyny po kilka, albo kilkanaście konduktorów dawać radzę, i oneż drótami, jak gęsie pióro grubemi połączyć, aby majątek zupełnie od pioruna ubezpieczyć. Wiad także aby ubezpieczyć, konduktory w namienionych odległościach dawać radzę, toż rozumieć o miastach.

Chorągiewki, albo gwiazdy blaszane, któremi domy zdobiją, zastępują miejsce konduktora, jeżeli wszystkie części domu przewyższają, i ostro się kończą: ponieważ piorun nad inne ciała nayprędzey bie w metal iakieykolwiek figury i kształtu, zacznij w chorągiewki i gwiazdy uderzywszy, po nich domu nienaruszając w ziemię wpływa. Można więc konduktory ro-

bić nakształt chorągiewek (Fig: 17), niemł domy przynajmniej dachówką nakryte zdobć, i od piorunu zasłaniać; dodałem, że konduktorami nakształt chorągiewek zrobionemi domy przynajmniej dachówką nakryte od piorunu można zasłonić: bo części chorągiewki nie są doskonale spoione, przeto piorun w nie uderzywszy, z części do części przebiegając, może je łtopić, (przykład drugi, wniosek trzeci); gdyby więc konduktor podobny do chorągiewki stał na domie słomą poszytym, albo gontami pobitym, metal stopiony zapaliłby słomę, albo gonty: zaczął na domach ostatnich nie radzę dawać konduktorów podobnych do chorągiewek; gwiazdy zaś mogą onegoż miejsce zastępować, byle tylko wszystkie części domu znacznie przewyższely, bo części ich są pospaiane.

§. 143. Przedłużenie konduktora.

Aby życie i majątek od pioruna ubezpieczyć, nie dosyć jest na najwyższej części domu, albo też przy nim na słupie wystawić konduktor, to jest, pręt metalowy ostro zakończony, lecz oprócz tego potrzeba od niego aż do ziemi przeciągnąć drót żelazny gruby, iak gęsie piero, albo pas blaszany; to jest, od konduktora aż do ziemi, dla piorunu potrzeba drogę nieprzerwaną metalem utorować, ponieważ z historyi, w której skutki piorunów są opisane, a w szczególności z przykładu pierwszego, pokazuje się, że piorun trafiwszy na metal ciągły i

nieprzerwany, po nim płynie, po nim bieży, innych ciał metalowi przyległych nie naruszając: przeto od konduktora na najwyższej części budynku, albo przy nim na słupie stojącego, metal ciąży do ziemi paścić należy.

Dawniejszych czasów na przedłużenie konduktora używano drotów zbyt cienkich, lecz że je piorun łatwo topił (przykład pierwszy), i w budynkach, na których konduktory stały, znaczne szkody czynił, wniesiono, że przedłużenie znacznie grube dadeż należy: po wielu doświadczeniach przekonano się, że gdy przedłużenie w około ma długości calów trzy, iż go piorun nie topi, nie rozprasza; zatem tak grube dawać radzono i dawano. Prawda, że przedłużenia mającego w około długości calów trzy piorun nie topi, lecz je dawać bardzo trudno: bo aby w około miało calów trzy, okrągłe ma mieć dyamentru cal jeden, a zaś czworograniastego bok każdy powinien mieć szerokości dziewięć linii, albo trzy ćwierci cala: tak grube zaś przedłużenia byłyby drogie, zwłaszcza przy domach znacznie wysokich, i według potrzeby nie możnaby ich giąć i krzywić, potrzeba zaś przedłużenie giąć, krzywić, bo gdyby od konduktora proste aż do ziemi iść miało, iako *o, o, o*, pokazując (Fig: 16), nie możnaby go dawać tylko przy domach osobno stojących, w miastach zaś nie byłoby na nie miejsca, nawetby domy osobno stojące szpecify, co przez się oczywista. Niektórzy grube przedłużenia z części krzywych *aa* (Figura 16), według wyskoku gzymsów robili, sru-

bami

bami łączyli, podpory pod nie dawali, iako *mmm* (Fig: 4), pokazuje, lecz to wszystko wydatku przyczyniało. Nakoniec gdy pilnie uważono przedłużenie, po którym piorun spłynął, spostrzeżono, że na wierzchu jego ślady zostawił, a że wewnątrz onegoż ledwie co wpywał, wniesiono zatem, że przedłużenia nie potrzeba robić grubego na cal, albo na trzy ćwierci cala, lecz że dosyć jest przedłużyć konduktor blachą niezbyt cienką, szeroką na calów trzy, albo cztery, albo pięć. Ze więc pewna jest, iż piorun prawie po wierzchu metalów spływa, zaczęm przedłużanie z blach dawać zaczęto, i takie robić radzę, ponieważ blachę nie zbyt grubą i szeroką, łatwo po dachu spuszczać, według wysokości gzymsu giąć, do ziemi około ściany prowadzić; dotego konduktor blachą przedłużony nie zbyt wiele będzie kosztował.

§. 144. Przedłużenie dokąd dawać?

Spostrzeżono, iż piorun *10d.* bie w metale, *2re.* w ludzi i zwierzęta, *3cie.* w wodę, albo w powszechności mówiąc w wilgoć, aby więc po konduktorze zbiegając ludziom i zwierzętom nie szkodził, jego przedłużenie w wodę, zwłaszcza bieżącą wkładać, albo w ziemię cokolwiek wilgotną wpuszczać należy, żeby piorun z przedłużenia wybiegający łatwo w ziemię wpłynął. Niektórzy radzili przedłużenie konduktora w studnie głębokie opuszczać, albo w ziemię na kilka łokci zakopywać; dlatego, że na kilka łokci wgłębsz

ziemia jest zawsze wilgotna: wnosili zatem, iż gdy przedłużenie w ziemię głęboko jest wkopane, znayduie się w wilgoci, i piorun po nię rozchodzi się; lecz wolni od przesądu taką radę za szkodliwą osądzili; albowiem piorun uderzając, na wszystkie strony rozpycha, rozrzucając, przeto gdyby przedłużenie w studnię głęboką było wpuszczone, albo w ziemię na kilka łokci wkopane, piorun wodęby w górę wyrzucał, studni cębrowkę wzruszał, ziemię iak miny wysadzał, fundamenta domu wstrząsał, kamienie, albo cegły z nichby wywalał, iako się przytrafiło PP. *Maine* i *Raven*; przeto przedłużenie konduktora dosyć' dadz do miejsca wilgotnego, iakoto do dołka, w który z dachu woda spływa, albo do kanału lub rzeki, jeżeli są blisko: między oborami można je wpuścić w gnoiówkę, do sadzawki zaś albo stawu, w których są ryby, przedłużenia dawać nie radzę, boby piorun ryby mógł wybić, ponieważ, prędzay biie w zwierzęta, niż w wodę. Jeżeliby zaś miejsca wilgotnego blisko nie było, przedłużenie można na wierzchu ziemi rozłożyć, albo w ziemię naywięcący na łokieć wkopać; koniec przedłużenia można dadz ostry, albo według Fig: 18 porościany, bo w ostre konce materya piorunowa łatwo wchodzi i z ostrych łatwo wychodzi. Koniec przedłużenia od domu na łokci trzy, albo cztery oddalać potrzeba, to jest, część przedłużenia długą na łokci trzy, albo cztery, potrzeba po ziemi, albo pod nią puścić, zaczém koniec na tyleż łokci od domu będzie oddalony.

Naostatek miejsce, na którym się kończy przedłużenie, należy oparkanic, albo płotem wysokim ogrodzić, albo sztachetami otoczyć, aby się ludzie, lub zwierzęta blisko końca konduktora nie znajdowały. Miejsce, na którym się kończy konduktor, można ogrodzić w cyrkuł, albo w kwadrat; jeżeliby się podobąco ogradzać w cyrkuł, ogrodzenie powinno mieć dyamentru przynajmniej łokci cztery, przeto wszystkie jego części od końca przedłużenia, który we środku ogrodzenia być powinien, będą oddalone na łokci dwa; ogradzając w kwadrat, boki ogrodzenia od końca przedłużenia także na łokci dwa oddalać należy; jeżeli miejsce, na którym się kończy przedłużenie, tak obszerne, albo też obszerniejsze będzie ogrodzone, piorun przez konduktor przebiegłszy w ziemię wpłynie, i ludziom albo zwierzętom nie zaszkodzi.

§. 145. Konduktor malować.

Wiadomo każdemu, że czyste żelazo na wolnym powietrzu zostawiwszy rdzewieje, rdza nie ma własności metalów, o czem przeświadczeni są Chimicy; a że według spostrzeżeń piorun nad inne ciała najpierw płynie do metalów, i w nie uderzywszy, po nich bieży, innych ciał nie naruszając, przeto żeby konduktor z żelaza zrobiony skutecznie piorun przeprowadzał, potrzeba go od rdzewienia zachować. Pominąwszy sposoby, które podał *Swedenborg* zapobiegania, aby żelazo nie rdzewiało, najłatwiej i najbez-

pieczniewy jest pomalować je farbą oleyną, bo takowa farba wilgoci nie przyymnie, przeto żelazo farbą oleyną pomalowane, przez lat kilkanaście nie zardzewieje, więc piorun skutecznie będzie przeprowadzać. Farby olejne nie tylko żelazo od rdzewienia zachowają, ale też służyć będą do uważania drogi piorunowey, albo raczej do spostrzeżenia, jeżeli po konduktorze piorun przebiegł do ziemi. Spostrzeżono bowiem, że gdy piorun po konduktorze i przedłużeniu pomalowanych przebiegł, iż z téy części, po której płynął, farba odstała i odpadła. Gdy więc konduktor i przedłużenie jest pomalowane, łatwo poznać, czyli i którądy po nich piorun do ziemi przebiegł.

Część mosiężną można pokostować, lecz iéy malować nie należy, ta bowiem część nayszybsza bydź powinna, a że ich zawsze dwie, albo trzy bydź ma, więc gdy jedna zardzewieje, potrzeba ją zdiąć, a inną na iéy miéysce zasadzić.

Niektórzy koniec ostrego konduktora każą złocić na grunt, to jest sposobem malarzów; lecz że w złocie, którego malarze używają, jest bardzo wiele małych dziurek, przeto piorun przez dziureczki przebiegając, złoto i żelazo pod nim będące prędko topi, koniec ostrego psunie, zaczęm teraz odrzucając połączenie końca ostrego, lecz go czyfsto chędożą; toż radzę robić.

§. 146. Czyli potrzeba konduktor odosobnić.

Materya piorunowa od elektryczney obfitości, albo wielkością różni się, przeto terazniejszy Fizycy materyą piorunową nazywają elektrycznością naturalną, tę zaś, którą wydaje burztyń, szkło, lak, dyament, iedwab, i t. d. zowią sztuczną; a że materya elektryczna sztuczna nie rozchodzi się po szkłe, żywicy, siarce, i t. d. wniesiono zatem, że i piorunowa po nich nie może się rozchodzić. Aby więc piorun uderzwszy w konduktor, domu, na którym stoi nie nadwerężył, radzili niektórzy wyłączać go, to jest, ustawić w szkłe napełnioném żywicą z siarką zmieszaną; pierwsze konduktory podług ostatniego wykładu stawiano; lecz gdy późniejszych czasów spostrzeżono, że piorun w metal uderzwszy po nim bieży do innych ciał niewybaczając, przestano odosobniać konduktory. Co się powiedziało o konduktorze, toż rozumieć o jego przedłużeniu, to jest, że przedłużania także odosobniać nie należy, bo dobrze zrobione piorun do ziemi przeprowadzi.

§. 147. Jak ratował ludzi, których piorun dotknął?

Pan Reimarus w Dziele wyżey wspomnioném wielu przykładami dowodzi, że piorun nie zawsze człowieka o śmierć przyprawia, lecz w tenczas, gdy w jego głowę prawdziwie uderza; jeżeli zaś w inną część człowieka, a nie w głowę uderzy.

na ów czas życia wprawdzie nie odbiera, lecz 10d. nerwów dzielność osłabia i bicie pulsu słabe sprawuje; 2re. Krwi cyrkulacją w niektórych częściach tamuje, czyli niektóre części martwemi czyni; 3cie. po uderzeniu pioruna w człowieka, niektóre części brzmieją, puchną; 4te. nakoniec piorun niektóre części przypieka, nadpala. Ze zaś *Reimarus* był Doktorom, podał sposoby ratowania ludzi w którymkolwiek z wyliczonych przypadków znajdujących się, mówi więc 10d. Jeżeli piorun uderzywszy w człowieka dzielność nerwów osłabił, to jest, moc w ręce albo nogę odjął, że nią człowiek władać nie może; jeżeli po uderzeniu pioruna puls bardzo słabo bije, takowego człowieka potrzeba na zimno wynieść, zimną wodą, albo spirytusami mocny zapach sprawującemi często kropić, rękę albo nogę osłabioną trząć, nawet gdy człowiek podobny jest do umarłego, i znaków życia nie daje, można mu dawać enemy tytuniowe. 2re. Gdy piorun niektóre części martwe uczyni, potrzeba krwi trochę upuścić, zwłaszcza z karku, aby krew do głowy nie biła. 3cie. Aby części nabrzmiałe, nadpuchłe uzdrowić, potrzeba je rzeczami chłodzącemi okładać, to jest obwijać chustami zmoczanemi w wodzie zimnej, do której wpród octu przylać i soli ammoniackiej wsypać należy. Martwe części można także okładać winem, w którym gotowały się zioła rozwalniające (*aperitiva*), i do którego spirytusu kamfory przylano. Oprócz okładania części nabrzmiałej, potrzeba choremu dawać lekarstwa, któremi febrę

gubią, krwi zaś puszczać nie należy. W ostatnim przypadku żadnych lekarstw nie potrzeba dawać, bo części nadpalone, przypieczone, same przez się z czasem przydą do siebie.

§. 148 Budyńki ratować.

Gdy piorun w dom uderzywszy zapali, ogień stopniami powiększa się, to jest część, w którą piorun uderzył naprzód się pali, od niej ogień, którego piorun początkiem, tak się pomnaża, iak zwykły pomnażać się na kominie, albo w piecu rozniecony; lecz iak ogień rozniecony, tak od pioruna pochodzący w początkach łatwo przytłumić i gasić można. Przeto skoro piorun w dom gontami pobity, albo słomą poszuty uderzy, potrzeba snopki wydrzeć, gonty zrzucić, albo dach zwalić i zalać; to uczyniwszy każdy z własnego doświadczenia przekona się, iż do zalewania ognia piorunowego nie potrzeba koziego mleka, iak mniema nasze nieoświecone społeczeństwo. Ze zaś ogień od piorunu mający początek ugasić można, rzecz pewna, ponieważ czytamy w historyach, iż w oświeconych krajach, pożar piorunowy zawsze ugaszano, gdy do ratowania domu podpalonego rzucono się, zaczem i u nas także uratowany bydź może.

R O Z D Z I A Ł III.

O M A G N E T Y Z M I E.

§. 149. Co iest Magnes.

MAGNES jest kamień metaliczny, znajdujący się pospolicie w rudach żelaznych i miedzianych: nazwisko jego poszło od miasta Magnesy w Azyi mniejszej, gdzie go najpierw znalaziono. Magnes podobny jest bardziej do kamienia, jak do metalu: jest twardy i kruchy, pospolicie koloru szarego lub czarnego, znajduje się jednak czasem koloru białawego: nie waży tyle, co żelazo, ale daleko jest cięższy od innych kamieni, twardością do niego przystępujących. Dawniejsi to tylko wiedzieli o magnesie, iż żelazo ku sobie przyciąga; własność ta szczególniejszą była dla nich podziwieniem, jak się okazuje z następujących wyrazów *Pliniusza Lib: XXXVI. c. XVI. Quid lapidis rigore pigrius? Ecce sensus manusque tribuit illi natura. Quid ferri duritie pugnacius? sed cedit et patitur mores: trahitur namque a Magnete lapide, domitrixque illa rerum omnium materia ad inane, nescio quid currit, atque ut propius venit, assistit teneturque, et complexu haeret.*

W teraźniejszych czasach okazano, iż magnes nie na samo tylko żelazo działa, ale nawet na inny metal zwany *Nikiel*. Okazał to P. *Vauquelin*: oczyścił on dobrze od obcych cząstek kawałek *nikielu*, który *l'abbé Haüy* namagnesował: nikiel po udzielonéy sobie własności magnetycznéy utrzymywał ciężar wyrównywiający trzeciéy części własnego ciężaru: ta zatem własność nie pochodziła od cząstek żelaznych, które się nie oddzieliły w czyszczeniu nikielu, lecz służy równie obudwu metalom.

Sześć jest dotąd znaiomych własności Magnesu: przyciąganie: odpychanie: kierunek: udzielenie swych własności żelazu: zboczenie: nachylenie.

§. 150. *Przyciąganie.*

Puśćmy dwa korki na wodę, połóżmy na jednym kawałek żelaza, a na drugim magnesu, natychmiast zbliżą się ku sobie, i mocno się zetkną; stąd wypada, że między magnesem i żelazem jest jakaś siła przyciągająca. Przez tę własność naprzód był poznany magnes od starożytnych. *Pliniusz* powiada, że ią pasterz jakiś odkrył, który chodząc po skale, uczuł, że jego obuwie, które było podbite żelaznemi ćwieczkami, i kiy okuty żelazem, jakaś siła na miejscu zatrzymała. Jnni znowu mówią, że utkwwszy swój kiy okuty żelazem w ziemię, żądnym sposobem wydobydź go nie mógł: zdziwiony nad tym przypadkiem okopał kiy do o-

koła, i postrzegł, że jego koniec żelazny był przymocowany do kamienia, który potem magnesem nazwano.

Każdy magnes ma dwa punkta, w które się moc jego największa zlewa: znajdują się te punkta następującym sposobem. Na tafelce szklanej kładzie się kawałek magnesu, i obsypuje się na około opilkami żelaznymi: stuka się lekko w brzegi tafelki szklanej, dla ułatwienia ruchu cząstkom żelaznym, podlegającym sile przyciągania magnesu; natychmiast opilki żelazne ułożą się regularnie, jak okazuje Figura 189, gdzie opilki ułożone są w linii proste AA, BB, w tych punktach, w których największa jest moc magnesu; i w linii krzywe AEB, AEB, na bokach magnesu oddalonych od jego punktów AA, BB, największą dzielność okazujących. Wyznaczywszy te punkta w magnecie, położymy go na korku pływającym na wodzie; postrzeżemy, iż jednym z tych punktów obróci się ku północy, a drugim ku południowi; przeto te punkta nazywano biegunami magnesu, jeden północnym, który się obraca ku północy, drugi południowym, który się wykręca ku południowi, Anglicy zaś przeciwnie nazywają bieguny magnesu: ten który się obraca ku południowi, zowią biegunem północnym, który zaś obraca się ku północy, nazywają biegunem południowym.

Osią magnesu zowie się linia prosta AB (Figura 189) idąca od jednego bieguna do drugiego. Równikiem magnesu zowią płaszczyznę prostopadłą do środka osi: płaszczyzna zaś prostopa-

dłe idąca przez oś magnesu AB, zowie się jego południkiem.

Własność ta magnesu, iż ma dwa bieguny, służy wszystkim magnesom, bo na kilka kawałków rozdzieliwszy magnes, każda jego cząstka okaże dwa bieguny.

§. 151. Wzmocnienie magnesu (armatura).

Chociaż magnes zostający w stanie naturalnym przyciąga żelazo, stal, i nikiel; w mocniejszym jednak stopniu własność tę okazuje, kiedy jest wzmocniony, to jest oprawiony we dwie tabliczki żelazne, sposobem, który zaraz opisujemy. Przyczyna tego być musi, iż gdy magnes nie jest oprawiony, moc jego przyciągania, zawarta we dwu biegunach, wielkie miejsce zajmuje, czyli rozdzielona jest po całej rozciągłości, na której znajdują się bieguny. Zdać się więc, że oprawianie magnesu we dwie tabliczki żelazne, natęży jego siłę przyciągania: przeto takie przygotowanie magnesu zowie się jego wzmocnieniem (armatura). Najlepszy i najdogodniejszy sposób wzmocnienia magnesu jest następujący, opisany przez *Muschembroeka*. Znalazłszy dwa boki w sztuce magnesu, w których znajdują się bieguny północny i południowy; trzeba te boki poucinać prostopadle od osi magnesu, przez co boki, na których znajdują się bieguny, będą od siebie równoodległe: potem, trzeba je polerować jak najszybciej, aby tabliczki żelazne, które się do nich przykładają ma-

ią, dobrze! przyftawały: Nadewszystko starać się trzeba, aby długość osi magnesu nie była bardzo mała; na ten koniec wybiera się bryła magnesu długa, szeroka i gruba na kilka cali; w téj znalazłszy miejsca biegunów, i wyrobiwszy ją w bryłę kostkową, zostanie się sztuka na trzy lub cztery cale długa: gdy więc ós magnesu taką długość mieć będzie, spodziewać się po nim można, iż wzmocniony, wielką siłę przyciągania okaże. Są jednak dobrze wzmocnione magnesy, mające długość osi na dwa tylko cale lub mniej.

Dawszy kształt kostkowy sztuce magnesu, trzeba przyłożyć do iéy boków, w których znajdują się bieguny, tabliczki żelazne. Doświadczenie pokazało, iż powinny być z żelaza miękkiego, i w którym żyłki idą w linią prostą; Figura 190 wystawnie jednę taką tabliczkę. AB jest tabliczka płaska żelazna, prawie tak długa, jak jest wysoki magnes, szerokość zaś iéy CC, GG równa grubości magnesu. Pod tą tabliczką jest podstawk DSE żelazny, jednęż sztukę czyniący z tabliczką, szerokość jego DS jest jednostrayna zaczawszy od B aż do końca DS: długość jego BS powinna być dwie trzecie szerokości DS. Kończy się zaś ten podstawk okrągło zaczawszy od S, D, aż do E, tak, iż szerokość niższej jego części bliżkiéy E, jest trzecią, lub czwartą częścią wyższéy jego szerokości DS. Istotną jest także rzeczą dać stosowną grubość tabliczce CCGG, bo jeżeli nadto jest gruba, lub nadto cienka, podstawk iéy DS mniejszy ciężar utrzy-

mywać będzie. Ale trudno jest wyznaczyć grubość tabliczki: samém tylko doświadczeniem i rozmaitem probowaniem może być wyznaczona. Na ten koniec trzeba mieć przygotowanych cztery tabliczek z jednakowego żelaza, z których dwie służyć będą do probowania, iaka ich grubość być powinna; drugie zaś dwie zrobią się takiéy grubości, iaka się okazała najsłabsza z doświadczenia dwóch pierwszych; więc dwie pierwsze na nic się nie zdadzą, drugie zaś dwie przyłożą się do boków magnesu. Cała ta robota uskuteczni się takim sposobem: wypolerują się pierwsze tabliczki z tych stron, któremi mają być przyłożone do magnesu, i oprawiwszy w nie magnes, tak, jak wystawie Figura 191, do ich podstawka m i n , przytyka się podkładka żelazna $DABC$ z haczykiem L , która zaraz od podstawka magnesu utrzymaną zostanie. Nadto zawiesza się iaki ciężar na haczyku L : daymy, że tabliczki na cal grube, utrzymują ciężaru funtów z , zapisawszy dla pamięci ich grubość, iako też ciężar, który utrzymały, spiliują się potem tabliczki ze stron zewnętrznych, tak, aby miały naprzykład grubości po pół cala; daymy, że po tém doświadczeniu utrzymuje magnes ciężaru funtów sześć, trzeba więc zapisać grubość tabliczek, i ciężar, który był utrzymany: po trzecim, czwartém, piątém, podobnémże doświadczeniu daymy, że coraz większy ciężar magnes utrzymuje; trzeba więc probować ieszcze dalej, np. za szóstém doświadczeniem grubość tabliczek jest na 2 lini-

ie; a ciężar utrzymany od magnesu jest funtów 24; doświadczyć jeszcze trzeba, czyli cieńsze tabliczki, bardzėy nie wzmocnią magnesu: dajmy im *np.* grubość po półtory linii; jeżeli po tém doświadczeniu, magnes większy ciężar utrzyma; można jeszcze ścieniać tabliczki, lecz jeżeli mniejszy już ciężar utrzyma, *np.* jeżeli w siódmém doświadczeniu, gdy tabliczki były grube na półtory linii, utrzyma magnes funtów 20, a zaś w szóstém doświadczeniu, gdy tabliczki były grube na dwie linie, utrzymał magnes funtów 24; więc pierwsze dwie tabliczki odjąć potrzeba, a drugie przyprawić takię grubości, iak w szóstém doświadczeniu.

§. 152. *Odpychanie się biegunów iednegoż imienia.*

Dwa magnesy przyciągają się, albo się też odpychają podług położenia, które mają względem siebie. Jeżeli je obróciemy ku sobie biegunami iednegoż imienia, natenczas się odepchną; jeżeli zaś przeciwnie, obrócone są ku sobie biegunami odmiennego imienia, przyciągać się będą. To przyciąganie, lub odpychanie tém jest mocniejszy, im mniejsza jest odległość między biegunami ku sobie obróconemi. Można to doświadczenie nayprościej wykonać, położwszy na dwóch korkach pływających na wodzie, dwa kawałki magnesu, w których wyznaczone są bieguny sposobem wyżey podanym (§. 150). Jeżeli obróciemy korki ku sobie tak, aby biegun

północny w jednym magnesie odpowiadał biegunowi północnemu, w drugim w takim razie odpechną się, czyli korki odpływać od siebie będą; jeżeli zaś biegun północny jednego magnesu odpowiadać będzie biegunowi południowemu w drugim, natenczas zbliżą się do siebie, co okażą korki ku sobie przyplływające. Przyczyna tego skutku jest niewiadoma.

Jeżeli przetniemy magnes AB (Figura 192), na dwie części w podłuż osi DD, dwie te części magnesu SAN, SBN, które pierwéy były złączone, po rozdzieleniu, odpychać się będą. Bo po rozdzieleniu magnesu w podłuż jego osi, bieguny S i N nie odmieniały swego położenia; więc po przecięciu, biegun północny N części SAN, jest blisko biegun północnego N, części SBN: podobież w drugim biegunie S części SAN, SBN mają południowe bieguny S, S przy sobie, a zatém te odpychać się będą; więc i części magnesu SAN, SBN oddalą się od siebie, ponieważ ich bieguny się oddalaia. Jeżeli przeciwnie, rozdzielimy magnes SN (Figura 193), na dwie części w poprzecz osi SN, czyli w podłuż jego równika FF; natenczas dwa bieguny przeciwne, które pierwéy były złączone, po takim rozdzieleniu magnesu rozłączają się, aże są bieguny odmiennego nazwiska, więc się przyciągać będą: albowiem biegun północny n z części SEF, położony jest przy biegunie południowym s, z części NEF.

Skutki te wzajemnego przyciągania i odpychania w magnesach, iako też przyciąganie że-

laza przez magnes, nie mogą być nawet osłabione przez srodkowanie jakiego ciała stałego, lub płynnego: osłabiają się tylko przez znaczną odległość. Niektórzy jednak utrzymywali, iż żelazo między dwa magnesy włożone, moc ich przyciągania się lub odpychania unnieysza, lecz to nie zawsze doświadczenie potwierdzi.

§. 153. *Kierunek Magnesu.*

Magnes położony na korku pływającym na wodzie, wykręci się jednym ze swych biegunów ku północy, a drugim ku południowi. Własność ta magnesu jest nayużyteczniejsza w żegludze. Igła bowiem magnesowa, o której zaraz powiemy, wskazując północ, wyznacza tém samém inne główne części świata. Szczęśliwy zatem wypadek igły magnesowey od téj własności wziął początek.

Muschembroek zrobił ciekawe doświadczenie od téjże własności pochodzące: w tygielék złotniczy na mocny ogień wystawiony wsypywał, albo proch z utluczonego magnesu, albo też drobne opiłki żelaza: po niejakim czasie wyiąwszy tygielek z ognia, i ostudziwszy go, następujący skutek postrzegal; iż ta strona tygielka, która w ogniu obrócona była ku północy, miała własności bieguna północnego: ta zaś, która w ogniu obrócona była ku południowi, posiadała własność bieguna południowego; o czém przekonywał się zbliżając ku stronie północney tygielka biegun północny igły magnesowey, a ku stro-

stronie południowey biegun południowy, w o-
budwu razach igła magnesowa odepchniętą zo-
stała. Jeżeli zaś strona tygielka południowa od-
powiadała biegunowi północnemu igły magneso-
wéy, albo też strona północna biegunowi połu-
dniowemu, natenczas igła magnesowa przyciąga-
na była od tygielka.

§. 154. Sposoby magnesowania żelaza.

Kawałek żelaza lub stali potarty o magnes ;
albo o jego bieguny, lub też o podstawek wzmo-
cnionego magnesu, nabywa mocy magnetyczney ;
czyli staie się sztucznym magnesem. Magnes by-
najmniey nie utracą swéy siły udzielając iéy że-
lazu, lub stali : ale osłabia się iego dzielność ;
a czasem i zupełnie ustaie ; kiedy się stłucze, wy-
pali się w ogniu, zardzewieie, lub nakoniec gdy
zostaie w bliskości innego magnesu.

Żelazo za pierwszym dotknięciem magnesu ,
nabywa iego własności ; lecz kilkakrotne dotknię-
cie powiększa w niém magnetyczną siłę : na to
tylko wzgląd mieć potrzeba, aby żelazo w jedną
zawsze stronę o magnes pocierać, np. od prawey
ręki ku lewey, albo też od lewey ku prawey :
lecz pocierając ie w przeciwną stronę téy, od
którey się zaczynało pocierać, przez to, albo się
nie namagnesuie, albo też bardzo słabą siłę mieć
będzie. Najprostszuy tedy iest sposób magnesow-
wania kawałków żelaza, pocierać ie w jedną stro-
nę o magnes, i takiego trzymano się w począ-
tkach. Poźniejszy czasów doświadczczenia oka-

zały, że w magnesowaniu żelaza na następujące okoliczności wzgląd mieć potrzeba. 1o*d*. Jż żelazo pocierane o ieden tylko biegun magnesu, daleko większj mocy nabiera, aniżeli potarte o inną jaką stronę tego kamienia; naywiększą zaś siłę odbiera, jeżeli jest potarte o który podstavek umocnionego magnesu: na ten koniec odiać trzeba postawek DABC (Figura 191) i kawałek żelaza, który magnesować mamy, pocierać w jedną stronę o podstavek *m* lub *n*. 2*re*. Im wolniej, w pocieraniu, posuwa się żelazo, i bardziej się przyciska do bieguna magnesu, czyli do podstawa *m* lub *n*, gdy ten kamień jest wzmocniony, tém większj siły nabiera. 3*cie*. Skuteczniej się pociera czyli magnesuje żelazo o ieden tylko biegun, aniżeli następnie o dwa bieguny, bo w takim razie żelazo bierze od obudwu biegunów siłę magnetyczną, przeciwnemi kierunkami, i których skutki wzajemnie się niszczą. 4*te*. Daleko lepij magnesuje się żelazo, wodząc je iednostaynie i iednakowym kierunkiem po biegunie magnesu, to jest raczj po długości biegunu, aniżeli po jego szerokości. 5*te*. Stal polerowana, albo téż kawałek hartowanego żelaza większj siłę magnetyczną przyymuje, iak kawałek pospolitego żelaza téż samj figury, co piérwsze: nadto, mocniej się magnesuje żelazo długie, cienkie i na końcach oftre, iak innj iakij kołwiek figury. 6*te*. Im dłuższy jest kawałek żelaza, tém mocniej się magnesuje; więc jeżeli długość żelaza, które magnesować mamy, jest nie wielka, trzeba je złączyć z innm żelazem

daleko dłuższem, lecz jednakowéj szerokości, i po namagnesowaniu obudwu, rozłączyć je, natenczas mniejszy kawałek znaczą siłę magnetyczną okazywać będzie.

155. *Igła Magnesowa.*

Igła magnesowa robi się ze stali hartowaney, powinna mieć kształt równoległoboku ukośnego, osadza się na sztyfcie żelaznym tak, aby iéy środek ciężkości na nim się utrzymywał, przez co będzie miała położenie horyzontalne: powinna być bardzo ruchoma; dlatego w srodku iéy wstawia się kawałek iaspisu, agatu, lub nareszcie szkła wklęsłego, i tém osadza się na sztyfcie żelaznym; przez to znacznie się umniejsza tarcie, i staje się igła bardzo ruchoma. Różne są sposoby magnesowania igły. Pociéra się tak, jak zwyczajnie żelazo, albo o bieguny kamienia magnesowego, albo o podstawki magnesu wzmoconiego, albo nakoniec o bieguny sztucznego magnesu. Można do tego, naprzód użyć kamienia magnesowego: na ten koniec część igły, która się ma obracać ku północy pociéra się o biegun południowy, podobnym sposobem iak się powiedziało o magnesowaniu żelaza: druga zaś część igły, która się powinna obracać ku południowi, pociéra się o biegun północny, i całe przygotowanie igły magnesowéj będzie zrobione.

Drugi sposób magnesowania igły jest taki: trzeba przygotować dwie tabliczki stalowe dłu-

gie na 10 lub 12 calów ; szerokie na 5 lub 6 linii ; grube na 3 lub 4 linii: te tabliczki magnesu ią się naprzód zwyczajnym sposobem (§. 154), na ich końcach znaczą się bieguny, *np.* północny czyli *norð* literą *N*; południowy, czyli *suð* znaczy się literą *S*. Potem układają się tak, iak wystawie figura 194. *SN, NS* są dwie tabliczki stalowe namagnesowane, ułożone równoodległe od siebie tak, aby ich końce przy *M* odpowiadały sobie odmiennego imienia biegunami; to iest *Norð* *N*, *Suð* *S*, podobnież drugie końce przy *C* odpowiadają sobie także biegunami odmiennego imienia. Między te dwie tabliczki kładzie się ieszcze trzecia *B*, ale drewniana, takiej długości, szerokości i grubości, iak dwie pierwsze stalowe: Nakoniec do końców *M* i *C* przytykają się dwa kawałki miękkiego żelaza, które będą utrzymane od namagnesowanych tabliczek *NS, NS*. Takie ułożenie tabliczek stalowych namagnesowanych koniecznie iest potrzebne, aby się w nich siła magnetyczna utrzymała; wreszcie aby nie rdzewiały, chowają się tak ułożone w szufladce drewnianej. Tego sztucznego magnesu użyć można dostatecznie do namagnesowania igły, takim sposobem: trzeba od niego naprzód odjąć kawałki miękkiego żelaza *M, C*, potem tabliczki *SN, NS* rozłączyć, ale nie pojedynczo, lecz obiedwie razem, rozkładając je, iak nóżki cyrkla, i w linią prostą je ułożyć, tak aby się stykały biegunami odmiennego imienia, iak wystawie figura 195, gdzie dwie tabliczki *sn, ns* w linią prostą ułożone stykają się w końcach swoich biegunami od-

miennego imienia *n, s.* Na tych tabliczkach kładzie się igła *aa* tak, aby iéy środek przypadał na zetknięcie się tabliczek *n s.* Przycisnąwszy palcem igłę we środku, wyciąga się razem z jednej strony tabliczka magnetyczna *B*, z drugiej *A*; i przez to jedno potarcie, igła wielkiej mocy magnetycznej nabierze. Tego sposobu użył pierwszy *Knight* Anglik magnesując igłę do *Busoli*, mającej służyć do kierowania okrętów, które wysyłano do Indyy zachodnich.

Można nakoniec magnesować igłę następującym sposobem: położywszy ją na jakiej płaszczyźnie gładkiej, trzeba wziąć dwa magnesy oprawione w armatury, i położyć je we środku igły, tak aby biegun północny jednego magnesu odpowiadał biegunowi południowemu drugiego, potem te magnesy odwrócić od siebie aż do końców igły, przez co jedna iéy część będzie pociągana biegunem południowym, a druga północnym, azatem pierwsza obracać się będzie ku północy, a druga ku południowi, potarwszy takim sposobem dwoma biegunami magnesów uarmowanych dwadzieścia kilka razy igłę, ta wielkiej mocy magnetycznej nabierze. Najdogodniejszy jednak sposób jest magnesowania igły pociągając ją o jeden podstawek uarmowanego, albo też sztucznego magnesu.

§. 156. Od czego pochodzi osłabienie mocy magnetycznej.

Siła magnetyczna, która się udziela sztuce żelaza lub stali, dopóty w nich zostaje, póki

gwałtowne iakie działanie nie osłabi iey, albo też zupełnie nie zniszczy, iakoto *np.* mocne uderzenie, wypalenie i tym podobne okoliczności, o których wyżej powiedzieliśmy (§. 154). Są jednak niektóre drobniejsze okoliczności psujące moc magnetyczną w żelazie najlepij namagnesowaném. Przytaczamy z nich znaczniejsze. 10d. Pocierając żelazo o biegun bardzo mocnego magnesu, nabędzie znaczney siły magnetyczney, tak *np.* że podniesie kawałek żelaza wążącego trzecią część swojego ciężaru: jeżeli tak namagnesowane żelazo pocieramy o podobny biegun innego iakiego magnesu, który jest słabszy od pierwszego; natenczas to żelazo mnieyszą siłę magnetyczną okaże, to jest taką tylko, iakieyby nabyło, gdybyśmy je pocierali o biegun drugiego magnesu. 22c. Potarlszy tabliczkę żelazną lub stalową o biegun magnesu, jeżeli powtórnie pocieramy ją o tenże sam biegun, ale w przeciwną stronę, siła magnetyczna téy tabliczki zniszczy się, trudno ją nawet będzie przywrócić pocierając tabliczkę w iedną już stronę o biegun magnesu. 30c. Aby utrzymać moc magnetyczną w żelazie, trzeba mieć na to baczość, żeby kiedy nie było mocno uderzone. Udzielono bowiem tabliczce stalowéy wielkiey mocy magnetyczney pocierając ją o silny magnes uzbroiony, pemieniona tabliczka znaczne ciężary podnosiła: bito ją potem na kowadle, utraciła przez to tyle ze swoiey mocy, że ledwie drobne opiłki żelaza przyciągać mogła, i tenże sam skutek okazał się, gdy ją kilka razy rzucano na mar-

mur, lub na jakie inne ciało, o które mogła być mocno uderzona.

§. 157. Sposoby magnesowania żelaza bez użycia magnesu.

Nie zawsze potrzeba kamienia magnesowego, albo też sztucznego magnesu do udzielania siły magnetycznej żelazu lub stali, częstokroć te ciała magnesują się naturalnie bez pomocy żadnego magnesu. Y tak jakkolwiek kawałek żelaza figury podługowatej zostający przez czas nieaki w położeniu prostopadłym, czyli pionowym, staje się magnesem, tém mocniejszym, im dłuższy czas w takim położeniu jest zostawiony. Długiego krzyża żelazne na wieżach niektórych Kościołów w *Chartres*, *Delft*, *Marsylii* i gdzie indziej, stały się doskonałemi magnesami iedyńe dla pionowego swego położenia. Można się o tém także przekonać następującym sposobem: kawałek żelaza, które piérwéj przez długi czas miało położenie pionowe, utkwic w korek i puścić na wodę, potem igłę magnesową przybliżyć do tego żelaza z korkiem pływającego, postrzeżemy, iż albo będzie odpływało od igły magnesowej, albo się też do niéj przybliżało, podług położenia biegunów jednego, lub odmiennego imienia żelaza z korkiem pływającego i igły magnesowej.

Z czasem także piorun uderzywszy w żelazo udziela mu wielką siłę magnetyczną: jak się zdarzyło w jedném miejscu we Francyi, gdzie pio-

run uderzył w pakę kupiecką, w której były noże, widelce i inne narzędzia żelazne, lub stalowe: piorun wpadł na pakę kierunkiem południowym, wiele nożów lub widelców stopił i pokruszył, które zaś z nich ocalały, nabyły przez to uderzenie znaczny siły magnetyczny, mogły bowiem podnieść wielkie ćwieki lub kółka żelazne: ta zaś siła tak mocno była im udzielona, iż nawet nie utraciły jej, przez wypalanie ich w ogniu do czerwoności.

Szyna żelazna nie dotykając się magnesu może mieć jego własności, to jest może okazać bieguny magnetyczne stałe, lub odmiennie: o czém łatwo przekonać się można za pomocą igły magnesowey. Na ten koniec trzymamy szynę żelazną w położeniu horyzontalnem nad igłą magnesową bardzo ruchomą na swoim sztyfcie; ta najmniejszego poruszenia nie okaże: jeżeli zaś trzymamy szynę żelazną w położeniu pionowem nad igłą magnesową, natychmiast wyższy koniec szyny przyciąga do siebie koniec północny igły magnesowey, a zaś koniec niższy szyny przyciąga biegun południowy igły: przewróćmy znówu końcami szynę żelazną, zawsze jednak wyższy jej koniec, to jest ten, który pierwey był na dole, przyciągać będzie biegun północny igły magnesowey, koniec zaś szyny niższy, czyli ten, który pierwey był na górze, przyciągać będzie biegun południowy igły magnesowey. Skąd oczywście się okazuje, że położenie pionowe żelaza wyznacza w niem bieguny magnetyczne, to jest, że koniec jego wyższy zawsze jest

biegunem południowym, koniec zaś niższy jest biegunem północnym w półkuli ziemi północnej: aże położenie końców żelaza odmieniać możemy, więc się także mogą odmieniać jego bieguny. Aby zaś w żelazie lub stali nie odmieniały się bieguny, następującego sposobu użyć potrzeba. Rozpala się szyna żelazna lub stalowa, kładzie się potem na płaszczyźnie południowej dla oziębienia, natenczas koniec ię obrócony ku północy, będzie stałym biegunem północnym, koniec zaś obrócony ku południowi, będzie nieodmienionym biegunem południowym. Lecz, aby się udało to doświadczenie, powinna być proporcjonalna grubość i długość szyny: naprz. kład szyna gruba na $\frac{1}{6}$ cala, powinna mieć długości przynajmniej 30 calów, jeżeliby zaś była grubsza lub dłuższa, nie będzie mogła nabyć nieodmienionych biegunów.

Powiedzieliśmy, że mocne uderzenie magnesu odbiera mu jego własności: podobnież uderzenie żelaza, które się nigdy nie dotykało magnesu, udziela mu niekiedy mocy magnetycznej. Położono na wielkiem kowadlu, którego płaszczyzna była obrócona ku południowi, szynę żelaza długą i cienką, bito potem w koniec ię obrócony ku północy, natychmiast stał się biegunem północnym: bito podobnież drugi koniec szyny obrócony ku południowi, ten został biegunem południowym: trzeba zaś na to względ mieć w tym doświadczeniu, aby długość szyny proporcjonalna była do ię grubości: podobnyż skutek będzie urzynając pilnikiem którykolwiek koniec

szyny żelazney położoney na płaszczyźnie południowey. Same nawet pilniki i inne narzędzia ślusarskie nabywają czasem mocy magnetyczney, kiedy używając ich znacznie się rozgrzeją.

Magnesuie się także szyna żelaza miękkiego, którego iednak proporcjonalna jest grubość do jego długości, przez samo łamanie lub zgięcie w którymkolwiek iéy końcu. Tymto sposobem namagnesowano szynę żelaza miękkiego i ciągłego, długą na półtery stopy, a grubą na palec małeńki. Ściśnięto ją w śrubstaku na 5 calów od iéy końca, i uginając ją w jedną i drugą stronę, złamano: każdy koniec ułamany przyciągał mały ćwieczek żelazny. Włożono potem w śrubstak dłuższy kawałek szyny, i ściśnięto go w odległości na pół cala od końca ułamanego, wyginano go z kilkanaście razy w jedną i w drugą stronę, i po tém doświadczeniu znacznie się powiększyła moc magnetyczna w końcu ułamanym, gięto go potem ośmią razami posuwając się zawsze ku środkowi, i natenczas koniec ułamany mógł podnieść cztery ćwieczki. Ale kiedy zaczęto giąć kawałek szyny w większey odległości od iéy końca ułamanego, iak był iéy środek, natenczas zmniejszała się moc magnetyczna w końcu ułamanym, a powiększała się w drugim końcu, który nie był złamany. Jeżeliby zaś szyna żelazna była ułamana w samym iéy środku, nie okaże najmniejszey mocy magnetyczney.

Nakoniec *Marcel* członek Towarzystwa Londyńskiego wynalazł także sposób udzielenia siły magnetyczney kawałkom żelaza nie używając za-

dnego magnesu. Trzeba kawałek stali, który magnesować chcemy, położyć na gładkiem kowadłe, potem szyną żelazną w jednym końcu zakrzyżloną i gładką pociierać je zawsze w jedną stronę; mając bacność na to, aby szyna żelazna, którą się stał pocięra, miała zawsze położenie pionowe: po kilkudziesiąt potarciach, stal nabierze takiej mocy magnetycznej, jak gdyby pocięrała o najsilniejszy magnes. Tymto sposobem magnesował *Marcel* igły do Bussoli, iako też i tabliczki stalowe, z których sztuczne magnesy składał. W kawałku stali tym sposobem magnesowanej, ten koniec, od którego zaczyna się pocięranie, obraca się zawsze ku północy, drugi zaś koniec ku południowi, iakieżkolwiek będzie położenie stali na kowadłe. Wreszcie doświadczenie to daleko lepiej się uda, kiedy kawałek żelaza, lub stali, który tym sposobem magnesujemy, tak położony jest na kowadłe, iż jeden jego koniec wypada na północ, a drugi na południe.

§. 158. Zboczenie igły magnesowej.

Igła magnesowa obracając się iednym końcem ku północy, a drugim ku południowi, wyznacza tēm samę liniją południową: znalazłszy zatem liniją południową na płaszczyźnie horyzontalnej przez uważanie długości cienia rzucanego od sztyftu utkwionego na tęg płaszczyźnie, i postawiwszy na nię puszkę z igłą magnesową, ta powinna wziąć położenie linii południowej na

pląszczyźnie znalezionej. Tym czasem jednak igła magnesowa, której jest własność, iż jednym końcem obraca się ku północy, a drugim ku południowi oddala się od takiego położenia na wschód albo na zachód: to oddalenie się, zowie się zбочzeniem igły magnesowey. Gdyby to zбочzenie było iednostayne, nie czyniłoby żadnego, albo bardzo małe uchybienie w wyznaczeniu prawdziwey linii południowey za pomocą magnesowey igły, ale się odmienia na wszystkich prawie mieyscach z emi, i w każdym czasie: nawet nie można wyznaczyć prawidła, podług którego zachodzi ta odmiana. W Tranzakcyach Filozoficznych na rok 1757, znajduje się tablica okazująca zбочzenie igły magnesowey na wszystkich częściach ziemi: *Halléy* wyznaczył na karcie Jeograficzney zбочzenie igły magnesowey w różnych punktach ziemi. Są iednak pewne mieysca, w których położenie igły magnesowey zupełnie się zgadza z linią południową: takich jest trzy mieysc na ziemi wyznaczonych liniami na kartach jeograficznych: pierwsza linia zaczyna się od Karoliny w Ameryce, przechodzi przez ocean atlantycki i morze Murzyńskie: druga linia zaczyna się od Chin, idzie ku południowi, przechodzi przez wyspy Filipińskie, Borneo i Nową Holandya, trzecia nakoniec linia zaczyna się od Kalifornii i rozciąga się ponad brzegiem morza spokojnego. Wiele zatem jest mieysc ziemi, w których położenie igły magnesowey zgadza się z linią południową; gdy tymczasem w j dnych stronach ziemi zbacza ku zachodowi, w drugich ku wschodowi: zbacza

nawet bardziej, lub mniej w jednémże miejscu nie tylko każdego roku, ale także każdego dnia. Jakaż jest przyczyna takich odmian? wyznajmy szczerze w tém naszą niewiadosć. *Halley* mniema, iż ziemia nasza zamyka we wnętrzościach swoich wielki magnes obracający się na własney osi, że ten magnes przyciąga do siebie to wszystko, cokolwiek ma siłę magnetyczną, i że przez swój ruch nieustanny przyczyną jest ustawiczny odmiany w zбочeniu igły magnesowey. Tenże *Halley* przypuszcza cztery bieguny magnetyczne wewnątrz ziemi, to jest dwa stałe, a dwa ruchome, dla łatwiejszego tłumaczenia odmiany zбочenia zachodzącej w każdym czasie w jedném miejscu. Nakoniec *Albert Euler* w *Historii Akademii Berlińskiéj* na rok 1757, obszernie traktuje tę materiyę; mniema on, iż przypuściwszy dwa bieguny magnetyczne ruchome na powierzchni ziemi, łatwo tłumaczyć można zбочenie igły magnesowey: lecz te domysły, wspierając się na słabych zasadach, do niczego doprowadzić nie mogą. Aby można wygodnie uważać zбочenie igły magnesowey, trzeba naprzód wyznaczyć dokładnie linię południową na płaszczyźnie poziomey w miejscu jakim oddalonym od murów i tych stron, gdzieby się znajdowało żelazo: potem na téj linii południowey postawi się puszkę z igłą magnesową, czyli bussolę, któręj dno podzielone jest na stopnie i minuty, igła zaś magnesowa na sztyfcie, powinna być bardzo ruchoma, i linija południowa, którą igła wyznaczać powinna, ma przypaść na linię po-

łudniową znalezioną na płaszczyźnie: natenczas koniec igły magnesowéj obrócony ku północy oddalając się na wschód, lub na zachód od prawdziwej linii południowéj okaże zboczenie igły w stopniach i minutach.

§. 159. Nachylenie igły magnesowéj.

Daymy, że igła stalowa, któręj mocy magnetycznéj udzielić chcemy, osadzona na sztyfcie, ma położenie poziome: iak tylko ją namagnesujemy, zaraz odmieni to piérwsze położenie; to jest nachyli się bardziéj, lub mniéj do horyzontu, wyiawszy pewne miejsca ziemi; o których zaraz powiemy: to drugie zboczenie igły magnesowéj, zowie się iéy nachyleniem. Jako zboczenie, tak też i nachylenie igły magnesowéj różnym odmianom podlega: tém znaczniejszy jest, im większa jest szerokość ieograficzna: pod równikiem (*aequator*), gdzie szerokość ieograficzna jest zero, nachylenie igły magnesowéj jest nieznaczne, tak dalece, że wszystkie iéy punkta są prawie równoodległe od ziemi, czyli poziome: lecz oddalając się od równika, ku któremukolwiek biegunowi świata, to jest odmieniając szerokość ieograficzną, powiększa się nachylenie igły magnesowéj: w tém zaś nachyleniu, żadnego stosunku naznaczyć nie można do szerokości ieograficznéj iakiego miejsca, kiedy nawet w jednymże miejscu, co godzina inne nachylenie mieć może.

R O Z D Z I A Ł IV.

O GALWANIZMIE.

§. 160. Początek Galwanizmu.

Dotykając się jakim metalem nerwów, lub mięskulów zwierzęcych, następuje w nich gwałtowne wzruszenie; naprzód skutku tego przyczyny dochodził *Galvani* Professor w Bononii w roku 1787; zrobił on wiele w téj mierze doświadczeń na zwierzętach, tak żywych, iako też świeżo zabitych, i tę drażliwość sprawioną przez dotknięcie się metalem nerwów, lub mięskulów przypisał materji elektryczney właściwey zwierzętom, która się w nich oddziela w czasie dotykania. Inni Fizycy własność tę zwierzęcą nazwali *Galwanizmem* od nazwiska *Galwaniego*, który się nad nią najpierwszy zastanawiał; przyczynę zaś iey okazywania się przyznawszy szczególnemu płynowi wydobywałacemu się ze zwierząt, nazwali go *plynem galwanicznym*.

Galwanizm winien swój początek szczególniejszemu przypadkowi. Gdy *Galvani* iednego wieczora czynił doświadczenie ze swemi przyjaciółmi; ieden z nich dotknął się końcem anatomicznego noża nerwu grzbietowego zabki rozplataney, gdy w tym samym czasie ktoś inny wprowadzał iskry z machiny elektryczney, nastąpi-

to gwałtowne wzruszenie w częściach żaby, które trwało przez czas niejaki. Skutek ten zadziwił przytomnych, utrzymywali zaraz, iż nie samo dotykanie się końcem noża, ale także wypływanie materji elektryczney z konduktora maszyny, sprawiało poruszenie w mięśniach zwierzęcia. Galvani zastanowiwszy się głębiej nad tem doświadczeniem, domyślał się, iż niekoniecznie jest potrzebne wydobywanie iskry elektryczney do poruszenia mięśni zwierzęcia, że samo tylko dotykanie się końcem noża nerwów, może być przyczyną tego skutku. Dla sprawdzenia swego domysłu, dotykał się końcem noża takichże nerwów w innych żabach, gdy maszyna elektryczna była w spoczynku, ale najsłabszego znaku poruszenia w mięśniach nie dostrzegł; często powtórzać to samo doświadczenie, podobnyż miał wypadek. Nakoniec po licznych doświadczeniach różnemi sposobami odbytych, przyszedł do tego, iż sprawił poruszenie w mięśniach zwierzęcia przez dotknięcie się metalem jego nerwów, chociaż maszyna elektryczna była w spoczynku. Y tak koniec nerwu grzbietowego żaby położył na talerzyku srebrnym, mięsień zaś położył na listku cynowym, dał komunikacją tym dwom metalom przez drót mosiężny zakrzywiony; natychmiast w mięśniach zwierzęcia gwałtowne nastąpiło wzruszenie. Z tego doświadczenia wniósł, iż jest właściwy płyn elektryczny w zwierzętach, który się z nich podczas dotykania dwoma różnemi metalami wydobywa.

Pierwszy Autor doświadczeń galwanicznych, był także pierwszym do ułożenia teorii skutków postrzeżonych. Chociaż teoria *Galwaniego* od iednych Fizyków przyjętą została, od drugich atoli wcale była odrzucona; przytaczamy ją wszelako, ponieważ wyniknęła z licznych iego doświadczeń, ponieważ ją *Galwani* założywszy, rozumiał, iż odkrył tajemnicę organizacyi zwierząt i ich życia. Mówi on, iż nerwy, które są rozłożone po różnych częściach mięskulów, i które przyymują lub przepuszczają płyn elektryczny, biorą swój początek od mózgu, i że niepodobna jest, aby same nerwy, które tak różnego są kształtu w ekonomii zwierzęcy, mogły bydz siedliskiem płynu iednorodnego, sprawującego ściąganie w mięskulach. Utrzymuje więc: *1o*. Ze wszystkie zwierzęta mają właściwą sobie elektryczność, która się oddziela w mózgu, płynie nerwami i rozkłada się po całym ciele. *2o*. Ze szczególniej ta elektryczność zwierzęca, zbiera się w mięskulach, których każda żyłka może bydz uważana, jakoby miała dwie powierzchnie, a przez to samo, jakoby zawierała dwie przeciwne elektryczności, to jest *dodatnią* i *ujemną*: każda zatem żyłka może bydz brana za małą buteleczkę *Leydeyską*, której konduktorami są nerwy, za pomocą których wyładować się może. Jeżeli więc iedna część mięskulów, czyli powierzchnia wewnętrzna butelki *Leydeyskiej* ma komunikacyą z zewnętrzną powierzchnią przez dotykanie się łukiem metalowym nerwu i mięskulu, natychmiast materya elektryczna zwierzę-

ca do równowagi się układa, i następuje poruszenie, czyli ściąganie się mięśni.

Części zwierzęcia, przez które materia elektryczna dąży do równowagi, nazywają łukiem zwierzęcym: np. koniec nerwu grzbietowego położony na jakim metalu, mięsień zaś na innym metalu; czynią łuk zwierzęcy, bo z jednéj części, jako to z mięśnia płynie elektryczność w nerwy, metale zaś zowią armaturą czyli uzbrojeniem tych części: nakoniec łuk metalowy, którym się dotyka dwóch uzbrojeń, zowie się łukiem wzbudziącym. Następujące doświadczenia czynione, tak przez *Galwaniego*, inko też przez jego stronników, objaśniają przytoczoną teorią.

f. 161. Łuk zwierzęcy.

Doświadczenie 1wsze. Oddzielają się zupełnie dwa uda z żaby odartej ze skóry, tak, że tylko są z sobą złączone nerwami, kładą się te nerwy na listku cynowym, lub ołowianym, pod udo zaś którekolwiek podkładają kawałek srebra, czyli ta część zwierzęcia uzbraja się. Zrobiwszy komunikacją tym dwom metalom przez drót mosiężny, okazuje się natychmiast poruszenie, ale tylko w udzie położoném na metalu.

2gie. Przygotuje się żaba zwyczajnym sposobem, ale tak aby część wyższa tułuba, głowa i uda, łączyły się za pomocą nerwów ze grzbietem żaby. Kładzie się wyższa część tułuba na listku ołowianym, uda leżą na kawałku

srebra ; czyli uzbraiają się te części zwierzęcia, nerwy zaś nie są uzbrojone: daie się potem komunikacya między ołowiem i srebrem, stawia się jeden koniec łuku metalowego na ołowiu, drugi na srebrze, czyli łączy się przez to tułów z udami ; natychmiast okazuje się poruszenie w udach.

3cie. Bierze się udo z żaby, przewiążą się w środku nerwy niciami, część nerwu z jednej strony przewiązana kładzie się na cynowey, lub ołowianej tabliczce, udo zaś będące z drugiej strony przewiązania, kładzie się na tabliczce srebrnej: daie się komunikacya tym dwóm uzbrojeniom za pomocą łuku metalowego, okazuje się natychmiast poruszenie. Do tego doświadczenia trzeba używać świeżey żaby i żywey ; bo nie byłoby najmniejszego wzruszenia, gdyby użyto żaby wycienzoney długimi doświadczeniami.

4te. Przecina się w pośrodku nerw z jednéy nożki, uzbraiają się te dwie części nerwu: daie się im komunikacya przez łuk metalowy ; okazuje się natychmiast poruszenie, tak właśnie, jak kiedy nerw nie był przecięty. Jeżeli dwie części nerwu przeciętego są tylko koło siebie położone, ale się nie stykają z sobą, nie będzie w nich żadne wzruszenie po daney komunikacyi. Dwie części nerwu przeciętego oddaliwszy od siebie, jeżeli im damy komunikacyą za pomocą nici, nie nastąpi żadne poruszenie, jeżeli zaś nitka jest wilgotna, może się okazać wzruszenie, ale to doświadczenie nie zawsze się uda.

5te. Oddzielają się od iednéyże żaby dwa uda, kładzie się jedno na kawałku srebra, a drugie na ołowiu: daie się kómmunikacya tym dwóm uzbroyenióm, łukiem metalowym, okazuje się zaraz poruszenie w obudwu udach.

6te. Oddalić trzeba od siebie dwa uda żaby na trzy stopy; przez odległość tę niech idzie dróćnik metalowy łączący końce nerwów: dawszy potem kómmunikacyą łukiem metalowym dwóm uzbroyenióm; okaże się zaraz poruszenie w obudwu udach.

7me. Odarłszy dwie żaby ze skóry, i oddzieliwszy ich uda od tułubów, łączą się nerwy iednéy żaby z nerwami drugiey: kładą się potem uda iednéy żaby na tabliczce cynowéy, drugiey zaś uda na tabliczce ołowianéy; skoro się da kómmunikacya ołowiu z cyną za pomocą drótu metalowego, natychmiast okaże się poruszenie w obudwu żabach. Jeżeli jedna z nich zmordowana jest poprzedniczém doświadczeniem, ta zoftaie w spoczynku, wszelako przemieniwszy ich uzbroyenia, następuje w obudwu poruszenie.

8me. Oddzieliwszy nerw z muskułów uda żaby, kładzie się koniec tego nerwu na kawałku srebra, pod środek zaś jego poddaje się kawałek ołowiu, przez to mięsień nie jest uzbroyony, tylko dwa końce nerwu. Dawszy potem kómmunikacyą ołowiu ze srebrem za pomocą drótu metalowego, następuje poruszenie w części, od której nerw nie jest oddzielony, mięsień zaś, od którego nerwy są odłączone, zostanie w spoczynku.

9tc. Kładzie się udo żaby na talerzu miedzianym posrebrzonym, i na tabliczce cynkowej, tak aby leżało i na talerzu i na cynku: okaże się poruszenie w tym razie, chociaż na pozór nerw nie jest dotknięty dwoma metalami, i same tylko mięskły składają niby łuk zwierzęcy.

10te. Kładą się między uzbroieniami części żaby, których doświadczamy, kawałki mięskłów lub nerwów z innych żab: okaże się wszelako poruszenie; gdy mamy komunikacją dwóm uzbroieniom.

11ste. Nie odziera się żaba ze skóry, ale się kładzie na czterech szpilkach w stół utwierdzonych: listek cyny poddaie się pod brzuch żaby, listek zaś srebrny kładzie się na iey grzbiet: dawszy komunikacją cyny ze srebrem, za pomocą drótu mosiężnego, okaże się słabe poruszenie w żabie, mocniejsze tylko da się widzieć w udach. Nie kładąc w tém doświadczeniu listka cynowego na brzuch żaby; po dotknięciu się łukiem metalowym uzbroionego iey grzbietu, i samego tylko brzucha, nie okaże się najmniejsze poruszenie. W powszechności, doświadczenia te daleko są mocniejsze, gdy żaby odarta są ze swej skóry, aniżeli gdy są całkowite.

Z przytoczonych doświadczeń następujące wnioski wyprowadzić można. 10d. Ze łuk zwierzęcy może się składać, albo z nerwów i mięskłów między niemi zawartych, albo tylko z samych nerwów. 11e. Ze tém samym istotna część łuku zwierzęcego, składa się iedyńie z nerwów; ponieważ mięskły są zawsze poprzeplatane bar-

dzięć, lub mnięć nerwami. 3*cie*. Ze wszystkie części łuku zwierzęcego, powinny być ciągłe; albo też z sobą złączone. 4*te*. Ze przewiązanie nerwu, albo też jego przecięcie, nie przerywa ciągłości łuku zwierzęcego, byle tylko części przewiązane, lub przecięte łączyły się z sobą. 5*te*. Ze różność części składających łuk zwierzęcy, czyli to je bierzemy z jednego zwierzęcia, czyli też z różnych, nie przerywa ciągłości łuku zwierzęcego, byle tylko te części były z sobą połączone. 6*te*. Ze przerwany łuk zwierzęcy może się złączyć inną jaką istotą, *np.* drótem metalowym, byle tylko ciągłość łuku zwierzęcego była zachowana. 7*me*. Ze te tylko mięskły ściągają się przez działanie płynu galwanicznego, w których się kończą nerwy składające łuk zwierzęcy: skąd wypada, że w tych częściach mięskły, mocniejszy jest wzruszenie, które są odleglejsze od końców łuku zwierzęcego. 8*me*. Ze gdy początek wszystkich nerwów składających łuk zwierzęcy obrócony jest ku jednemu z jego końców; natenczas mięskły odpowiadające drugiemu końcowi, wystawione są na działanie płynu galwanicznego. 9*te*. Ze gdy łuk zwierzęcy składa się z różnych nerwów, których początek odpowiada środkowi tego łuku; natenczas mięskły okazują jednakowe poruszenie na obu dwu jego końcach. 10*te*. Ze zoftawiona skóra na zwierzętach, osłabia znacznie skutek galwanizmu.

§. 162. Łuk wzbudzający.

Łuk wzbudzający składa się ze trzech części: ze dwóch uzbroień metalowych, z których jedno dotyka się nerwu, drugie muskułu, i z łuku metalowego dającego komunikacją tym dwóm uzbroieniom. Trzy te części składające łuk wzbudzający, są pospolicie z różnych metalów; i chociaż to ułożenie części zdaje się być potrzebne, okazemy jednak, iż niekoniecznie są istotne do wzbudzenia skutków galwanicznych.

Doświadczenie 1wsze. Daje się komunikacya ołowiu dotykającego się nerwu, ze srebrem dotykającym się muskułu za pomocą łuku miedzianego; okazuje się poruszenie: to okazywać się także będzie, ale w różnych stopniach, jeżeli następujące metale, biorąc je po trzy, składać będą łuk wzbudzający, to jest: złoto, srebro, platyna, cyna, ołów, miedź, cynk, nikel, antymonium, żelazo. Używając dwóch tylko metalów odmiennych dla zrobienia łuku wzbudzającego, można je rozdzielić na trzy części, albo tylko na dwie, jak okazuje następujące doświadczenie.

2gie. Sztuka srebra dotyka się muskułu, nerw nie jest uzbroiony: łuk miedziany, lub złoty dotyka się jednym końcem gołego nerwu, drugim zaś sztuki srebra leżący pod muskułem: okazuje się poruszenie w muskule.

3cie. Pod nerwem leży kawałek cyny, lub srebra, muskuł nie jest uzbroiony: dotykając się jednym końcem łuku złotego, gołego muskułu,

drugim zaś uzbrojenia nerwu, okazuje się poruszenie w muskule za dotknięciem się nerwu.

4te. Urządza się odarta ze skóry żaba, tak aby ięć części zadnie łączyły się z przedniemi samemi tylko nerwami: głowa ięć kładzie się na tabliczce ołowianey, nerwy i uda nie są uzbroione. Za pomocą łuku mosiężnego dotknąć się trzeba z jednéj strony ołowiu, z drugiey zaś nieuzbroionych nerwów; natychmiast muskuły udowe gwałtownie się poruszają.

5te. Grzbiet żaby odartey leży na tabliczce ołowianey, uda nie są uzbroione. Łuk srebrny dotyka się iednym końcem naprzód udów, potem drugim końcem ołowiu leżącego pod grzbietem; okaże się poruszenie w udach za dotknięciem ołowiu, na którym grzbiet spoczywa: nie byłoby zaś poruszenie, gdybyśmy naprzód dotknęli się ołowiu, a potem udów.

Obaczmy teraz, jaki skutek sprawuje łuk wzbudzający ze trzech części złożony.

6te. Dwa uda żaby odartey są od siebie oddzielone, i łączą się tylko z sobą odpowiadającemi nerwami, czyli to kładąc je na sobie, czyli też dając im komunikacyą drócikiem ołowianym: jedno udo leży na tabliczce srebrney, drugie na tabliczce ołowianey. Dotykając się łukiem srebrnym tabliczki srebrney i ołowianey, okażą się skutki galwanizmu w obudwu udach. Jeżeli żaby zwyczajnym sposobem przygotowanej, nerw jest uzbroiony srebrem, muskuł zaś złotem, i łuk łączący te dwa uzbrojenia jest także ze złota; natenczas żadnego nie będzie

poruszenia, chociażbyśmy użyli innych sposobów wzbudzających drażliwość w zwierzęciu, o których niżej powiemy. Podobnyż byłby skutek, gdybyśmy użyli dwóch uzbroień srebrnych, i łuku dającego im komunikacją z żelaza lub miedzi. Stąd wypada, że łuk wzbudzający złożony ze dwóch tylko metalów, słabszy skutek okazuje, aniżeli ten, który się składa ze trzech metalów.

Obaczmy nakoniec, jaki skutek sprawuje łuk wzbudzający z jednego tylko metalu złożony.

7me. Kładzie się żaba, albo tylko iéy części na merkurjusz czystym i suchym, tak aby nerw wolno wisiął, mięsień zaś nad nim będący dotykał się powierzchni merkurjuszu: dawszy komunikacją nerwu z merkurjuszem, okaże się poruszenie w udach. Tenże sam skutek będzie kładąc żabę, albo iéy części na srebro, ołowiu, lub węglu czystym.

8me. Metal dobrze oczyszczony od obcych istot, rozdzielą się na dwie części, jedna kładzie się pod nerw żaby, druga pod iéy mięsień, zbliżają się potem ku sobie te dwa uzbrojenia; skoro się tylko zetkną, okaże się poruszenie w udach.

9te. Biorą się trzy kawałki z jednego metalu oczyszczonego, dwa służą za uzbrojenia: jeden do nerwu, drugi do mięśnia, trzecim zaś kawałkiem daje się komunikacja tym dwóm uzbrojeniom; okaże się podobnyż skutek iak w poprzedzającym doświadczeniu. Trzeba tylko na to mieć wzgląd, że te doświadczenia nie udadzą się na żabach słabych, lub zmordowanych poprzedniczą-

mi probami; i że nie każdego dnia i czasu podobnyż skutek okazują.

Z tych doświadczeń wypada, że łuk wzbudziący złożony z jednego metalu, nie tak jest skuteczny, jak składający się ze dwóch metalów, i że w powszechności, tém mocniejsze są skutki galwaniczne, im więcej wchodzi metalów w skład łuku wzbudzającego.

§. 163. Działanie płynu galwanicznego na człowieka.

108. Humboldt kazał być sobie postawić na plecach dwa wezykatorya, humor wyciekający z bembłów nie miał żadnego koloru, lecz za przyłożeniem tabliczki srebrnej do jedney rany, gdy się ię dotknięto kawałkiem cynku, znowu humor płynąć zaczął, nastąpiło bolesne uczucie: humor zaś tak był ostry, że części ciała, które skrapiał, miały na sobie pręgi. Dano potem komunikacją drugiey ranie z tabliczką srebrną, za pomocą łuku cynkowego, nastąpiła mocniejsza jeszcze bolesć, i muskuły na plecach i szyi ściągały się na przemiany. Nakoniec pod jednę tabliczkę srebrną wpuszczono kilka kropel wody, mającý w sobie rospuszczony potasz, natychmiast drżenie muskułów i bolesć okazały się w mocniejszym stopniu.

212. Postaw na tabliczce srebrnej kubek cynkowy, lub cynowy napełniony wodą, dotknij się srebra ręką zmoczoną, a zaś wody w kubku będącý, końcem języka; doświadczysz szczegól-

niejszego smaku kwaśnego. Podobnież nastąpi uczucie, podłożywszy pod język kawałek srebra, a na wierzchu jego kawałek cynku, i dawszy komunikacją tym dwóm uzbrojeniom jakimś łukiem metalowym.

3cie. Przyłóż kawałek srebra do jednego oka, do drugiego zaś kawałek cynku: dawszy komunikacją tym dwóm metalóm obaczysz nakształt błyskawicy przed oczyma.

§. 164. O wpływie różnych przyczyn w skutki galwaniczne.

10d. Okazano licznemi doświadczeniami, iż wydaie się skutek galwanizmu za poruszeniem części zwierzęcych, i że wtenczas ustaie, gdy te są w spoczynku.

are. Elektryczność znacznie dopomaga do wzbudzenia w zwierzętach skutków galwanicznych, iak okaznie następujące doświadczenie. Weź żabę zmordowaną poprzedniczemi doświadczeniami galwanicznemi, i w której iuż najmocniejsze łuki wzbudzające, iako to srebro i cynk najmniejszego poruszenia nie sprawują, przybliż ią do elektroforu naładowanego, tak aby z wierzchniego talerza iskra na nią wypadła. Ta żaba wystawiona znowu na zwyczajne doświadczenia galwaniczne, takie skutki okaże, iak gdyby świeżo była użyta.

3cie. Spirytus winny, i kwas solny przesycony kwasoczynem (*acide muriatique oxigéné*), są przeciwne skutkóm galwanicznym, iak się o-

kazuje z następujących doświadczeń. Trzymaj zanurzony nerw i mięsień żaby w spirytusie winnym przez dwie, lub trzy minuty, wyjąwszy potem te części ze spirytusu, słabe okażą się w nich znaki galwanizmu. Zanurzając je powtórnie, najmniejszego znaku poruszenia nie okażą, chociażby były pobudzane najmocniejszymi łukami.

Zanurz w kwasie solnym przesyconym kwasoczynem części żab osłabionych poprzedniczemi doświadczeniami, nie odzyskają bynajmniej dawniejszhey sposobności okazywania znaków galwanizmu.

Zanurz udo rzeźwéy żaby w wodzie, w której jest potasz rozpuszczony, okażą się lekkie ściągania w iednym mięśniu, i nieustające drżenie.

Nakoniec ciągłe doświadczenia szkoły lekarskiéy w Paryżu okazały, iż zwierzęta uduszone od waporów z węgla, lub od płynu wodorodnego siarkowego (*gaz hydrogène sulfuré*): nieczulemi były na doświadczenia galwaniczne. Te zaś, które utraciły życie pod dzwonem maszyny pneumatycznéy po rozrzedzeniu powietrza, lub w płynie wodorodnym, kwasie siarczanym, i solnym przesyconym kwasoczynem, okazywały znaki galwanizmu, dotknięte wzbudzającemi łukami.

f. 165. Kolumna galwaniczna.

Przytoczone wyżej doświadczenia były przez czas niejaki granicą wynalazków w galwanizmie; lecz kiedy *Alexander Volta* Nauczyciel Fizyki i

Historji Naturalnej w Pawii, usilując znaleźć stosunek między płynem elektrycznym i galwanicznym, wiele nowych czynił doświadczeń okazujących podobieństwo tych dwóch płynów; natenczas umiętność ta obszerniejsze pole do czynienia postrzeżeń Fizykom zostawiła. Narzędzie ułatwiające robotę doświadczeń, wynalezione przez *Volte*, składa się z następujących części. Na postumencie jakimkolwiek *A* (Figura 196), ustawiają się prostopadle trzy, albo cztery słupki szklane, lub drewniane polakierowane, między nie wkładają się talerzyki dwóch różnych metali po parze, i każda para przekłada się płatkami wilgotnym: niech będą dwa metale, cynk i miedź, tedy ułożenie kolumny tym będzie porządkiem: położy się na postumencie *A* talerzyk, np. cynkowy, na nim miedziany, potem się kładzie na talerzyku miedzianym płatek wilgotny, na nim druga para, mając nato wzgląd, aby zawsze w każdej parze był cynk na spodzie, a miedź na wierzchu, i pary były oddzielone od siebie wilgotnymi płatkami: takich par talerzyków ułożywszy 50, 80, albo 100. i t. d. gotowa będzie kolumna do czyszczenia doświadczeń. Można zaczynać ustawianie kolumny od miedzi, a natenczas w każdej parze cynk będzie na wierzchu. Ponieważ pospolicie trzeba dawać komunikacyą spodniemu talerzykowi przy *A*, z wierzchnim talerzykiem *D*; przeto dla większy w tém razie wygody, idą od talerzyków *A* i *D* dróty metalowe z gałeczkami *B* i *C*, albowi też pod talerzyk *A* podkłada się tabliczkę

mosiężna z łańcuszkiem; podobną tabliczka kładzie się na talérzyku D: w tym razie każdy może użyć sposobu, jaki się mu będzie zdawał najwygodniejszy. Co się tycze płatków wilgotnych, te albo mogą być zmaczane w wodzie pospolitej, albo w wodzie w której jest rozpuszczona sol kuchenna, lub ammoniakowa. Tak ustawivszy kolumnę galwaniczną, następujące doświadczenia czyścić można.

§. 166. Wzruszenie, iskry, palenie ciał.

Trzeba zmoczyć obie ręce w wodzie pospolitej, albo jeszcze lepiej w wodzie, w której jest sol jaka rozpuszczona, trzymając potem jedną ręką za galkę B kolumny galwanicznej (Figura 196), a drugą ręką za galkę C, uczuć się da wstrząśnienie w obu rękach aż do łokciów, i to póty trwać będzie, póki ręce dotykają się dwóch końców kolumny. Obłożwszy zaś ręce zmaczane blaszką ołowianą, lub cynową; po dotknięciu się obu galek, nastąpi nierównie mocniejsze szarpnięcie, jak pierwej.

Jeżeli przez kilka minut dotykasz się palcami końców kolumny; po odjęciu ich uczujesz w palcach jakoweś ściąganie.

Jeżeli kilka osób weźmie się za ręce, i pierwsza z nich dotyka się jednego końca kolumny, ostatnia zaś drugiego, uczują wszystkie razem wstrząśnienie w rękach, które tém słabsze będzie, im większa liczba stanie osób do tego doświadczenia: jeżeliby zaś te osoby stały na stoł-

kach elektrycznych, doznałyby mocniejszego uczucia.

Do gałki B (Figura 196), trzeba przywiązać dróćik żelazny, tak długi, jak jest kolumna galwaniczna: dotykając się drugim jego końcem gałeczki C, wydobędzie się iskra świetna z drutu nakształt gwiazdy. Gdybyśmy zaś w tém doświadczeniu użyli drótu ze złota lub platyny, pokazałby się tylko na nim punkt świecący. Skąd wypada, że te iskry gwiazdki wydające, pochodzą od palenia się metalów, ponieważ ich nie wydaie złoto i platyna, które najmniej się palą z pomiędzy metalów.

Palenie metalów za pomocą kolumny galwanicznej było okazane w szkole Politechnicznej przez OO. *Hachette* i *Thenard* w przytomności sławnych Chimików Francuzkich *Fourcroy* i *Vauquelin*. Ustawiono kolumnę z ośmiu par talerzów, z których każdy miał średnicy 10 cali. U spodniego i wierzchniego talerza wisiały dróty mosiężne: jeden z nich miał na końcu dróćik żelazny w wężyka skręcony. Napelnwszy potem dzwon stojący na merkuryuszu płynem kwasorodnym (*gaz oxigène*), wpuszczono weń dróty u końców kolumny galwanicznej wiszące; zbliżano je potem ku sobie; jak tylko dróćik żelazny dotknął się drótu mosiężnego, natychmiast szczyrwieńiał i zaczął się palić żywym blaskiem, rozrzucając iskrawe iskry na wszystkie strony, reszta drótu żelaznego niespalona zakończyła się w gałkę okrągłą. Czynione to doświadczenie w płynach duszących, iako to wodorodnym, sz-

letnorodnym, lub kwasie węglowym, nie okazało podobnego skutku: drót się tylko zaczerwienił, ale się nie palił.

§. 167. Rozbór wody za pomocą kolumny galwaniczney.

Panowie *Nicolson* i *Carlisle* Anglicy rozebrali wodę na dwa iéy pierwiastki, za pomocą kolumny galwaniczney następującym sposobem. Rurkę szklaną mającą pół cala średnicy napełnili wodą rzędną; zatkawszy potém obadwa iéy otwory korkami, przepuścili przez nie dróty metaliowe, tak aby ich końce wewnątrz rurki będące były od siebie odległe na 1. cal $\frac{3}{4}$ calu: ustawili kolumnę z trzydziestu sześciu par talérzyków srebrnych i cynkowych wielkości talara, dali nakoniec komunikacją drótom wychodzącym zewnątrz z obudwu końców rurki szklanney, z wierzchem i spodem kolumny galwaniczney; natychmiast zaczęły się wydobywać drobne buleczki powietrzne z końców tego dróciaka, który miał komunikacją ze spodem kolumny, to jest z talé-rzem srebrnym, koniec zaś przeciwnego dróciaka mający komunikacją z talerzykiem cynkowym na wierzchu kolumny, żadnych bulek nie wydawał, lecz odmieniał kolor swój metaliczny, to jest wydawał się naprzód ciemno pomarańczowy, a potém czarny. Kiedy przewrócili rurkę szklaną, zaczął się wydobywać płyn z końca tego drótu, który przypadł na dół, a zaś z pierwszego weale ustał, tylko jego koniec podobnie jak piérwszy

wszy odmieniał swój kolor. Dawszy znowu pierwsze położenie rurce, okazały się takie skutki, iak w pierwszym doświadczeniu. Takiego urządzenia nie odmieniano przez pół trzeciej godziny: wyższy dróćik zaczął się powlekać mgłą nakształt piany białej, która przy końcu doświadczenia odmieniła się w zieloną, i wisiała w nitczkach prostopadłych; jeżeli które z nich odpadały, mąciły wodę i osiadały potem na dnie rurki zachowując kolor blado zielonawy.

Drót niższy długi na $\frac{3}{4}$ cala ciągle wydawał bulki powietrzne, chyba tylko w ten czas uftawał, kiedy iakim innym przewodnikiem dano komunikacyą obudwóm końcom kolumny, lecz po przerwaniu iey, znowu po upłynionych dwóch sekundach zaczęły się wydobywać bulki powietrzne. Płyn sprężny wydobywający się ze spodniego dróćika, napełnił rurkę na $\frac{1}{16}$ cala sześciennego w przeciągu półtrzeciej godziny: zmieszano go z równą ilością pospolitego powietrza, i wypuściwszy tę mieszaninę na palący się stoczek, dał się słyszeć huk podobny do palącej się mieszaniny płynów wodorodnego i kwasorodnego. Przewrócono potem kolumnę galwaniczną, przez co cynk poszedł na spód, a srebro na górę, natenczas i skutki były odwrotne, to jest dróćik z wierzchnim talérzykiem kolumny mający komunikacyą, zaczął wydawać bulki powietrzne, dróćik zaś mający komunikacyą ze spodnim talérzykiem odmieniał swój kolor metaliczny.

Czyniący to doświadczenie zadziwili się nad tym szczególniejszym rozbiorem wody, to jest, że wydobywał się plyn wodorodny przez dotykane się iednego dróciku wody, gdy tym czasem kwasorod, drugi pierwiastek wody, łączył się z drugim drócikiem odległym od pierwszego prawie na dwa cale. Nowy ten skutek nie jest jeszcze wytłumaczony. Ponieważ odległość między dróćikami znaczną jest okolicznością w tym wypadku, trzeba było dochodzić, iaka bydz powinna odległość naywiększa. Użyto naprzód rurki na 36 calów długiey, i nalawszy ją pełno wodą, wpuszczono z obudwu iey końców dróty, dając im taką od siebie odległość, iak w poprzedzającym doświadczeniu, ale żadnego skutku nie było. Nie doświadczano iednak, iak powinny bydz odległe od siebie dróćiki wewnątrz rurki wpuszczone; okazać tylko można w powszechności, że tém prędszy iest rozbiór wody, im bardziey dróty ku sobie są zblizone; byle się tylko nie stykały, bo w takim razie żadnego skutku nie będzie.

P. Carlisle powtarzał toż samo doświadczenie używając drótów miedzianych i wody błękitno zafarbowanęy turnesolem. Drót rdzewiejący czyli łączący się z kwasorodem był na dole i miał komunikacyą z cynkiem: woda ta prawie w dziesięciu minutach odmieniła się w czerwona, w téy części rurki, przez którą dróćik przechodził, reszta wody zachowała kolor błękitny. Zapewne się tedy utworzył iakowyś kwas, albowi też kwasorod łączący się z iistotą kolor wodzie dająca, sprawił na nię skutek kwasu. Pan Nicolson uwa-

żał, że kolumna galwaniczna przez dwa, a czasem przez trzy dni swoje skutki okazywała, że tak wszystkie iéy pary talérzyków, jako też w szczególności każda para rozbiór wody uskutecznić może, że rdzewiejąca powierzchnia wilgotna talérzyków cynkowych, czyli łącząca się z kwasorodem wydaie plyn wodorodny, że sol pospolita, która się rozpuszcza w wodzie dla zmocnienia skutków kolumny, rozkłada się także na swoje pierwiastki, to jest na kwas solny i sodę; ponieważ soda pokazuje się na brzegach talérzyków cynkowych.

PP. *Nicolson* i *Carlisle* mając inne prywatne swoje zatrudnienia, nie mogli razem czynić doświadczeń z kolumną galwaniczną; przeto sam *Nicolson* robił je w następujący sposób. Kazał bić blaszki z cynku grube na $\frac{1}{21}$ część cala i ze srebra czystego, tak cienkie, iak tylko je można było wybić; to jest miały grubości na $\frac{1}{1000}$ cala: z takich blaszek metalicznych zrobił dwie kolumny galwaniczne, iedna miała 16 talérzyków cynkowych i tyleż srebrnych szerokich na dwa cale; druga kolumna z tyluż par złożona, miała talérze szerokie tylko na $\frac{2}{3}$ cala. Czynił naprzód doświadczenia z kolumną mnieyszą, potem z większą; nareszcie z taką kolumną, któręy talérzyki dosyć znaczną grubość miały; z tych się okazało, że większa liczba par talérzyków znaczniejsze skutki okazuje, tak w rozbiórze wody, iako też w wzruszeniu ciała ludzkiego, aniżeli większa ich powierzchnia. Rozumie także, że grubość talérzyków bynajmniej skutku

nie powiększa ; mogą zatem być iak nacyjcieńsze, lecz w tém będą niewygodne, iż przez częste polerowanie tak ścięnczeią, że się na nie nie przydadzą.

Okazał potem *Nicolson* rozbiór wody używając dwóch drótów z platyny, to jest z tego metalu, który, iak wiadomo, naytrudniey rdzewieie, czyli łączy się z kwasorodem: ieden z tych drótów był na końcu zaokrąglony i miał grubości na $\frac{1}{20}$ cala: drugi, takieyże prawie massy, był płaski i miał szerokość na $\frac{1}{20}$ cala: wpuścił ie w rurkę mającą średnicę na $\frac{1}{4}$ cala. Dawszy komunikacyą iednemu drutowi z wierzchem kolumny, a drugiemu z iey spodem, następujący był wypadek: drócić złączony z talerzykiem srebrnym wydawał obficie bulki powietrzne, drócić zaś z cynkowym talerzykiem złączony mniejszą ilość płynu dostarczał: lecz nie pokazała się żadna mgła w wodzie, nie widać było skwaszenia, czyli odmiany koloru w powierzchni metalu, chociaż cztery godziny trwało doświadczenie. Naturalny wypadał wniosek, że liczniey wydobywające się bulki powietrzne, to jest z dróćika złączonego ze srebrem, były płynem wodorodnym, drugi zaś płyn w mniejszej obfitości zbierający się z dróćika odpowiadającego talerzykowi cynkowemu, był kwasorodny. Powtórzył toż samo doświadczenie z podobnymże skutkiem na dwóch blaszkach szerokich z bitego złota. Użył potem dróta mosiężnego i blaszki złotey ; kiedy drót mosiężny miał komunikacyą z talerzykiem srebrnym, obadwa płyny wydobywały się przez

dwie godziny i nie rdzewiał metal, tak iak w poprzedzających doświadczeniach; lecz kiedy, po przewróceniu Kolumny, złączył drót mosiężny z talerzykiem cynkowym, a blaszkę złotą z talerzykiem srebrnym, natenczas drót mosiężny żadnego płynu nie wydał, tylko rdzewiał, tak właśnie, iak gdy dwa dróty mosiężne były użyte. Kiedy znowu złączył blaszkę złotą z talerzykiem cynkowym, a drót mosiężny z talerzykiem srebrnym, i przez dłuższy czas trwało doświadczenie; nstenczas blaszka złota przy końcu czerwienieć zaczęła, czyli nabierała koloru miedzi. Trudno dociec w tym przypadku, czyli skutek ten pochodził od skwaszenia się złota, czyli też od skwaszenia miedzi, którey $\frac{1}{70}$ część swiego ciężaru blaszka w sobie zawierała.

Rozbior woły na dwa iéy pierwiastki za pomocą drotów platynowych, zachęcił *Nicolsona* do zabrania osobno tych dwóch płynów. W tym zamiarze ustawił dwie kolumny obok siebie: iedna składała się z trzydziestu sześciu par talerzyków, i miała na spodzie srebro, a na wierzchu cynk; druga złożona z trzydziestu dwóch par talerzyków miała na spodzie cynk, a na wierzchu srebro: spody dwóch tych kolumn miały z sobą komunikacyą: przeto dwie te kolumny można było uważać za iedną na połowę rozdzieloną; iakoż dotykając się obudwu wierzchów rękami u naczanemi, dawało się uczuć mocne w nich szarpanie. Tak przygotowawszy kolumny, następujące zrobił doświadczenie: Wziął dwie rurki szlanne, przez ieden koniec każdej przepuścić

drót platynowy, przez drugie zaś końce przechodziły druty mosiężne stykające się z pierwszemi: rurki po wierzchu posmarowane były tłustością, aby stawszy się wilgotnemi, nie przepuszczały płynu galwanicznego. Zanurzył koniec rurek, z których wychodziły druty platynowe, w naczynie z wodą, w którym stały dwa małe słoiki napełnione wodą, i obrocone otworami na dół, iak pospolicie stawiają się naczynia do zbierania płynów sprężnych: pod te dwa słoiki poddane były druty platynowe z końców rurek wychodzące, odległość między ich końcami była na dwa cale; dał potem komunikacyą drotém mosiężnym z wierzchami kolumny; natychmiast z końca każdego drótu platynowego zaczął się wydobywać plyn sprężny, obficiey iednak z tego, który był złączony z talerzykiem srebrnym: bulki powietrzne zdawały się wydobywać ze wszystkich części wody w słoikach będącący, i osiadały na wewnętrznych bokach tych naczyń. Trwało to doświadczenie przez trzynaście godzin, potem wyjął dróty ze słoików, i przepuścił płyny w nich zebrane we dwie buteleczki: ieden z nich był plynem wodorodnym, to jest ten, który się wydobywał z drócika odpowiadającego talerzykowi srebrnemu: drugi zaś był plynem kwasorodnym, który się wydobywał z drótu złączonego z talerzykiem cynkowym.

*§. 168. Działanie kolumny galwanicznej
na pospolite powietrze.*

Biot i Cuvier Akademyj Francuzcy doświadczali, jakie jest działanie kolumny galwanicznej na pospolite powietrze. W tym zamiarze ułożyli kolumnę z talerzyków cynkowych i miedzianych, przekładając każdą parę suknem maczanym w wodzie, w której była rozpuszczona sól amoniacka. Postawili tę kolumnę na wodzie i przykryli ją dzwonem, przez co komunikacja powietrza w dzwonie będącego była przecięta od zewnętrznego: od końców téj kolumny szły zewnątrz dzwona droty żelazne przez rurki szklane zakrzywione i napełnione wodą. Stała tak kolumna 48 godzin; woda podniosła się w dzwonie na piątą prawie część jego objętości, skąd oczywisty wniosek, że powietrza w nim ubyło: pozostałe w dzwonie powietrze, miało własności płynu saletrorodnego (*azote*); było bowiem lżeysze od pospolitego powietrza, gasiło ogień, odbierało życie, i t. d.

Przekonawszy się, iż płyn kwasorodny przez kolumnę strawiony został, wypadło zapewnić się, czyli ten płyn powiększał iéy skutki. Na ten koniec postawili kolumnę na wodzie, przykryli ją dzwonem wysokim wiadoméj objętości, dali komunikacją zewnątrz od dwóch końców kolumny przez dróćki żelazne idące przez rurki szklane napełnione merkuryuszem: potem gdy wyszła część powietrza z dzwona, którym przykryta była kolumna, podniosła się w nim woda

do pewej wysokości. Tak urządzona kolumna, stała przez 17 godzin, w czasie którym wyżej jeszcze woda podniosła się w dzwonie, stąd wnieśli, że powietrze w nim zostawione utraciło swój kwasorod, kolumna t.kże żadnego skutku nie okazywała. Wpuścili potem w ten dzwon naysztazszego płynu kwasorodnego tyle, aby zabrał miejsce wody w nim będącój, natychmiast kolumna odzyskała swoją dzielność, okazując tak mocne skutki, iak przed doświadczeniem, po niejakiem czasie znowu zaczęła woda w dzwon podnosić się, skąd wnieśli, że ubywało kwasorodu.

To doświadczenie przekonało, iż kwasorod w niektórych przynajmniej okolicznościach wiele pomaga do powiększenia skutków kolumny: pozostało tylko dowiedzieć się, czyli ten kwasorod koniecznie jest potrzebny do wyprowadzenia iej skutków. W tym zamiarze ustawiwszy znowu kolumnę na talerzu maszyny pneumatycznój, nakryli ją dzwonem wysokim, przez którego wierzch przechodził pręt metalowy dotykający się wierzchu kolumny: można zatem było łatwo dać komunikacją obudwom końcom kolumny pod dzwonem będącój, łącząc drot z talerzem maszyny pneumatycznój. Po naydoskonalszém rozrzedzeniu powietrza w dzwonie, doświadczali kolumny: sprawowała jednak mocne szarpnienie, i można było rozebrać wodę na dwa pierwiastki. Z tego doświadczenia wnieśli, iż chociaż pospolite powietrze wzmacnia w niektórych okolicznościach skutki galwaniczne, te jednak mogą się okazywać, gdy kolumna w czczości jest zostawiona.

§. 169. O Ruchu płynu galwanicznego.

Czyniący doświadczenie z kolumną galwaniczną w szkole lekarskiej w Paryżu, okazali, iż każdy iéy koniec wydaie płyn szczególny, którego cząstki wzajemnie się odpychają; cząstki zaś płynu wydobywającego się z wierzchu kolumny przyciągają do siebie cząstki płynu wychodzącego ze spodu kolumny. Dana była komunikacya zewnętrznej powierzchni butelki Leydeyskiej ze spodem kolumny, na którym był talerzyk miedziany, wewnętrzną zaś powierzchnią butelki złączono z wierzchem kolumny, gdzie był talerzyk cynkowy: po niejakim czasie odjęto butelkę; doświadczając iéy, przekonano się, iż wewnątrz powierzchnia miała elektryczność dodatnią, zewnętrzna zaś ujemną. Z tego więc doświadczenia wypadło: 1o*o*. że płyny wydobywające się z obu końców kolumny przyciągają się wzajemnie. 2o*e*. że cząstki płynu z jednego końca wychodzącego odpychają się, czyli że jest jakieś podobieństwo płynu galwanicznego do materji elektrycznej. Z tego doświadczenia usiłował okazać *Biot*, że ruch płynu galwanicznego zależy szczególnie od rozmaitej powierzchni talerzyków, z których się składa kolumna.

Wiadomo jest, mówi on, że ostre końce ściągają materją elektryczną i łatwo ją od siebie oddalają: własność ta powinna się okazywać we wszystkich płynach, których cząstki wzajemnie się odpychają. Im okrągłejsze są końce, tém dłużej zatrzymują płyn na sobie; stąd powierz-

chnie płaskie, które można brać za części kul wielkich, tém dłużej zatrzymać na sobie powinny płyn zebrany, im większe są ich powierzchnie; Okazuje się to widocznym sposobem na kondensatorze P. *Volty*; (narzędzie to różni się tém od elektroforu, że zamiast spodniego talerza żywicznego, używa się talerz marmurowy, albo z drzewa suchego, albo nakoniec metalowy posmarowany jakim pokostem); W tym tedy kondensatorze, talerz wierzchni metalowy dopóty utrzymuje na sobie elektryczność, dopóki całą swoją powierzchnią leży na spodnim talerzu, łatwo zaś ją opuszcza, jeżeli się go tylko krawędzią dotyka. Podobnym sposobem wyznaczyć można prędkość płynu galwanicznego oddalającego się z kolumny: gdy obadwa iędy końce mają z sobą komunikacją, natenczas ruch płynu galwanicznego, tém większy być powinien, im mniejsze są talerzyki, z których jest kolumna złożona, tém zaś wolniejszy będzie, im większa jest powierzchnia talerzyków. Jeżeli więc ułożymy dwie kolumny, jedną z wielkich talerzów, a drugą z małych; tedy pierwsza mieć będzie większą obfitość płynu galwanicznego, druga mniejszą; ale z pierwszój wolniej, z drugiej prędzej, płyn zebrany oddalać się będzie: okazuje się to doświadczeniem: kolumna z talerzów wielkich złożona, nie sprawi żadnego wzruszenia dotykając się rękami zmaczanemi obudwu iędy końców: gdy tymczasem druga z takież liczby talerzów mniejszych złożona mocno sprawi wzruszenie. Stąd się okazuje, że ruch płynu galwa-

nicznego, tem jest znaczniejszy, im mniejsze są powierzchnie talerzyków, z których ustawia się kolumna.

§. 170. Tłumaczenie kolumny galwanicznój.

Galvani i wielu innych Fizyków utrzymywali, że drażliwość w muskułach zwierzęcych pochodziła od właściwej ich elektryczności wyprodukowanej przez dotykanie się łukiem wzbudzącym. *Volta* zaś utrzymuje, że części zwierzęce w tém doświadczeniu służą tylko za dobre przewodniki elektryczności, i że ta wydobywając się szczególniej z metalów, któremi się dotykają części zwierzęce, sprawia w nich poruszenie.

Utrzymuje *Volta*, że dwa metale różne złączone z sobą, okazują znaki dwóch elektryczności, jeden dodatniej, drugi ujemnej, znaki te widzieć się nawet dają po rozłączeniu tych dwóch metalów. Założenie to potwierdza następującymi doświadczeniami.

Doświadczenie 1wsze. Niech będą dwa talerzyki metalowe, jeden miedziany, drugi cynkowy mające rękoięści szklane: przyłożmy jeden talerzyk do drugiego, trzymając je za rączki szklane: rozłączmy je potem, doktnijmy się iednym z tych talerzyków kondensatora: złączmy je znowu z sobą, i po rozdzieleniu dotykamy się powtórnie wierzchniego talerza kondensatora; powtarzajmy to doświadczenie z kilkanaście razy: kondensator nareszcie okaże mocne znaki elek-

tryczności; dodatniej, jeżeli się go dotykamy talerzykiem cynkowym, ujemnej jeżeli się dotykamy talerzykiem miedzianym. Dla większej wygody w czynieniu tego doświadczenia, robił kondensator Pan *Volta* z dwóch talerzów miedzianych na kilka calów średnicy mających; powierzchnie, któremi się dotykały talerze, oblewał pokostem zrobionym z laki Hiszpańskiej. Wystawie go Figura 197. Jeden z tych talerzów *b* ma komunikacją z ziemią, tak jak w elektroforze talerz spodni: wierzchni zaś talerz *a*, na który się zbiera elektryczność, ma rączkę szklaną *m* i pręcik metalowy z gałką *c*, dla łatwiejszego dotykania się. Prócz tego, dla doświadczenia elektryczności kondensatora, używał *Volta* elektrometru wyrażonego na figurze 198. Jest to płaska flaszka, w którą wpuszczone są przez otwór dwie słomki proste i stykające się z sobą: wiszą zaś te słomki na sztyfciku metalowym idącym przez korek, którym się otwór iey zatyka: dotykając się zatem naelektryzowanym talerzem *a* (Fig: 197) metalu w otworze flaszeczki będącego, słomki w niey rozeydą się, a to tém bardziej, im znaczniejsza elektryczność zbierze się na kondensator, dlategogo strona flaszeczki równoodległa od rozchodzących się słomek, powinna mieć łuk zakreślony i podzielony na stopnie i minuty. Nickiedy nawet cały kondensator kładzie się na flaszeczce, ale tak aby iego spodni talerz *b* był na wierzchu, wierzchni zaś *a* był na spodzie, iak wyraża figura 198; ponieważ zaś w kondensatorze ieden talerz powinien

mieć komunikacją z ziemią, dlatego od wierzchniego talerza spuszcza się blaszka metalowa d do ziemi. Zebrawszy więc elektryczność wyższym sposobem na talerz kondensatora a , zdejmując się wierzchni talerz b za pomocą rączki szklanej m , i natychmiast słomki rozchodzą się będą.

Doświadczenie 2gie. Niech będzie tabliczka złożona z dwóch metalów, np. jedna jej połowa jest miedziana, druga zaś cynkowa. *1wszy przypadek:* trzymamy w ręku część cynkową, a miedzianą częścią dotykamy się talerza a kondensatora (Fig: 197), po kilku takich dotknięciach, talerz a nabędzie elektryczności, której doświadczając na elektrometrze, ta okaże się ujemną, podobnie jak w pierwszym doświadczeniu. *2gi przypadek:* trzymamy przeciwnie tabliczki częścią miedzianą w ręku, a dotykamy się częścią cynkową talerza kondensatora, który jest także miedziany: po kilkukrotnym dotknięciu zdjąwszy wierzchni talerz, ten nie okaże najmniejszego znaku elektryczności: *3ci przypadek:* trzymamy znowu tabliczkę za stronę miedzianą, i dotykamy się płatką wilgotnego leżącego na wierzchnim talerzu kondensatora częścią tabliczki cynkową: po kilku takich dotknięciach, doświadczana elektryczność kondensatora, okaże się dodatnią. Odwróciwszy zaś tabliczkę, jeżeli się dotykamy wilgotnego płatką na kondensatorze, stroną miedzianą, udzielimy podobnież talerzowi elektryczności, która dlatego będzie ujemną, że się dotykamy miedzią. Co się tycze drugiego

przypadku, część cynkowa tabliczki złączona jest z jednej strony z częścią miedzianą, z drugiey zaś strony dotyka się bezpośrednio talerza miedzianego w kondensatorze: a zatem cynk dotykając się z obudwu stron miedzi, jest między dwoma siłami przeciwnymi i równymi, które się wzajemnie niszczą. W trzecim nakoniec przypadku, przełożenie płátka wilgotnego między cynkiem tabliczki i talerzem miedzianym kondensatora, przeszkadza działaniu tych dwóch metalów na siebie, które w ten czas się tylko okazują, gdy się bezpośrednio dotykają: przeto cynk tabliczki działa tylko na miedź tęż tabliczkę składającą; natenczas płatek wilgotny, ponieważ jest dobrym przewodnikiem elektryczności, przeprowadza elektryczność z cynku w miedziany talerz kondensatora.

Stąd widoczna jest rzecz, iż wtenczas dwa metale działają na siebie, kiedy są bezpośrednio z sobą złączone, ciska zaś wilgotne środkujące między dwoma metalami przeszkadzają z jednej strony ich wzajemnemu działaniu, i przepuszczają ich elektryczność, dlatego że są dobrymi przewodnikami. Stąd łatwe wypada tłumaczenie kolumny galwanicznej. Na talerzyku miedzianym położywszy talerzyk cynkowy, pierwszy będzie miał elektryczność ujemną, drugi dodatnią: położywszy na talerzyku cynkowym płatek wilgotny, a na nim drugą parę talerzyków metalowych w takim porządku, iak pierwéy: doświadczamy elektryczności z drugiey pary, ta daleko mocniejszą się okaże, iak z pierwszéy pary, po-

większając liczbę par, skutki elektryczności zostaną powiększone. Nakoniec gdy się ustawi cała kolumna z pewnej liczby talerzyków; elektryczność ich tym mocniejsza będzie, im większy liczby par do doświadczenia użyjemy. W tym tedy razie łatwo okazać można, że pierwszy pary talerzyki stają się elektryczne podług doświadczenia pierwszego w tym paragrafie: druga para talerzyków oddzielona płatkim wilgotnym od pierwszy, staje się podobnie elektryczną: nadto zabiera elektryczność z wierzchniego talerzyka pierwszy pary, dlatego, że się iey bezpośrednio nie dotyka, iak okazaie 3ci przypadek w doświadczeniu drugim. Podobnymże sposobem, trzecia para talerzyków zabiera elektryczność z pierwszy i drugi pary, i tak daley; czyli, że zaczawszy od dołu kolumny aż do iey wierzchołka, elektryczność powiększa się w ciągu arytmetycznym.

Nie same tylko metale, ale też i inne istoty, z niemi, albo też same z sobą uważane, okazują znaki elektryczności. Y tak niektórzy Fizycy Angielscy, iako też i Pan *Pfaff* Nauczyciel Fizyki w mieście *Kiel* stawiali kolumnę z jednego tylko metalu i istot siarczystych. P *Gautherot* Akademik Francuzki robił doświadczenia elektryczne z kolumną, do której używał talerzyków z węgla podziemnego i kamienia zwanego *schistus*. Pan *Dawy* czynił podobne doświadczenia z talerzykami z samego tylko węgla, których iedna powierzchnia dotykała się wody słodkiej, druga zaś nasyconej istotą ia-

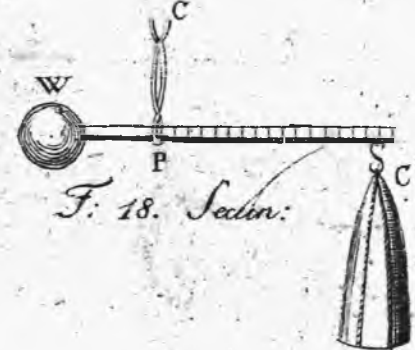
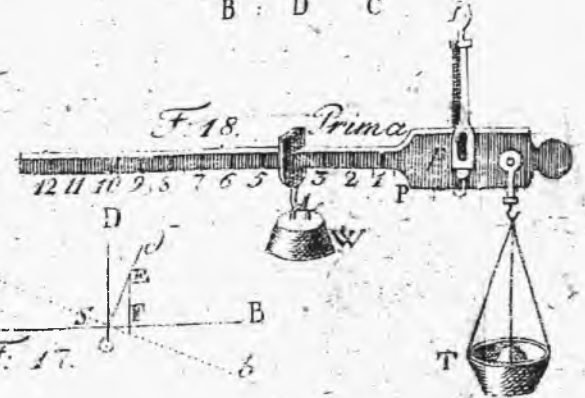
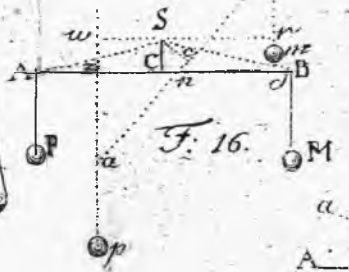
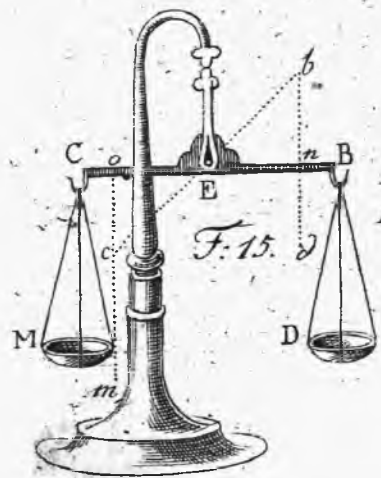
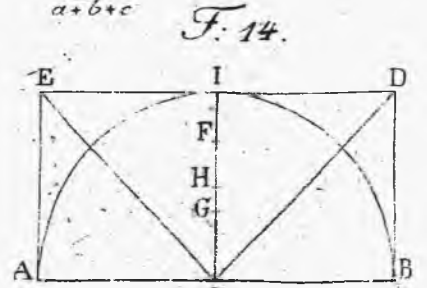
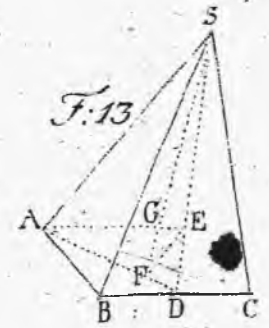
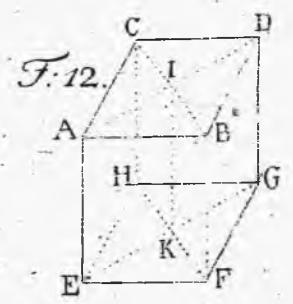
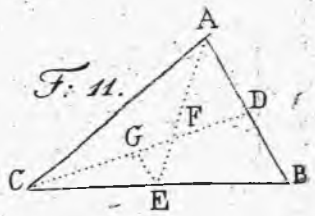
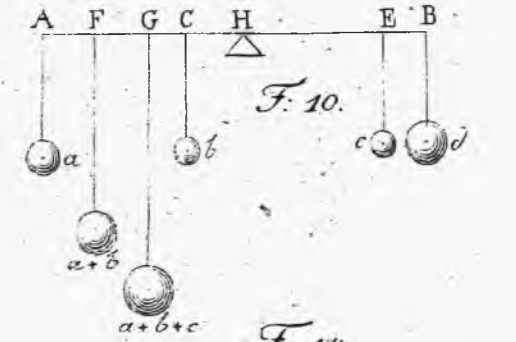
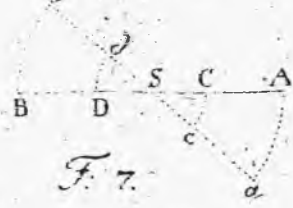
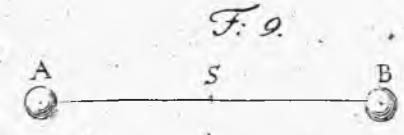
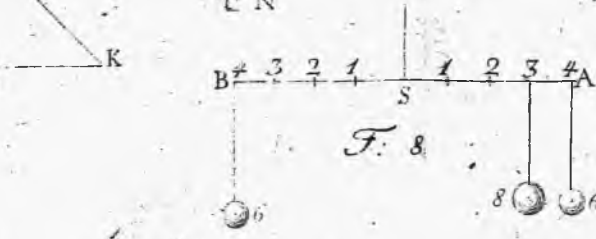
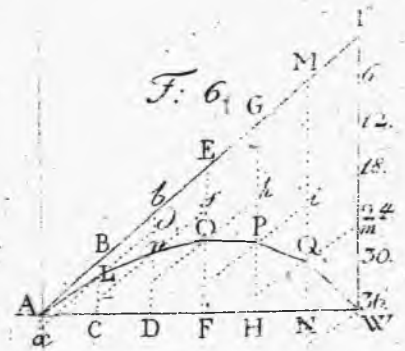
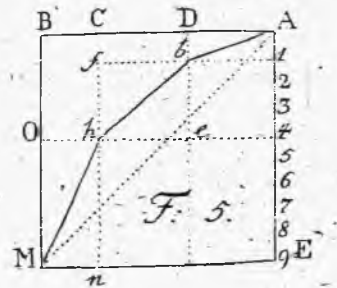
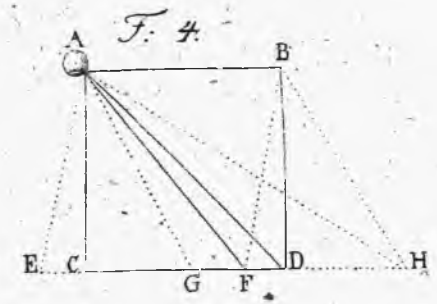
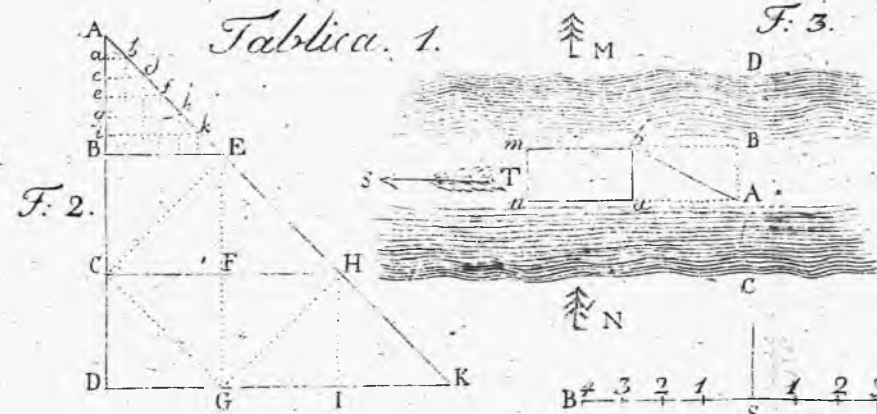
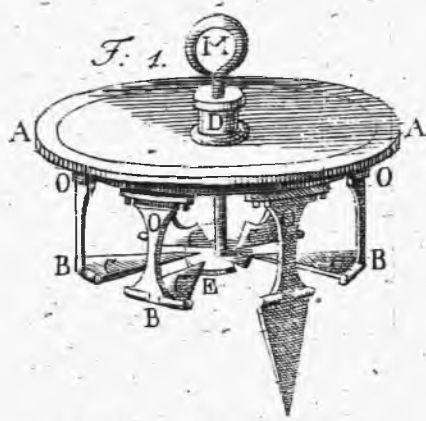
ka kwaśną, lub alkaliczną. Podobno także niektóre ciecze względem siebie uważane, okazują znaki elektryczności. Rozumie nawet *Volta*, że elektryczność drętwnika i niektórych ryb od takiegoż układu ich części zależy. Nakoniec niektórzy Fizycy utrzymują, że warsty kryształowe niektórych minerałów dlatego mają własności elektryczne, iż podobnie są ułożone, jak tabliczki w kolumnie galwanicznej.

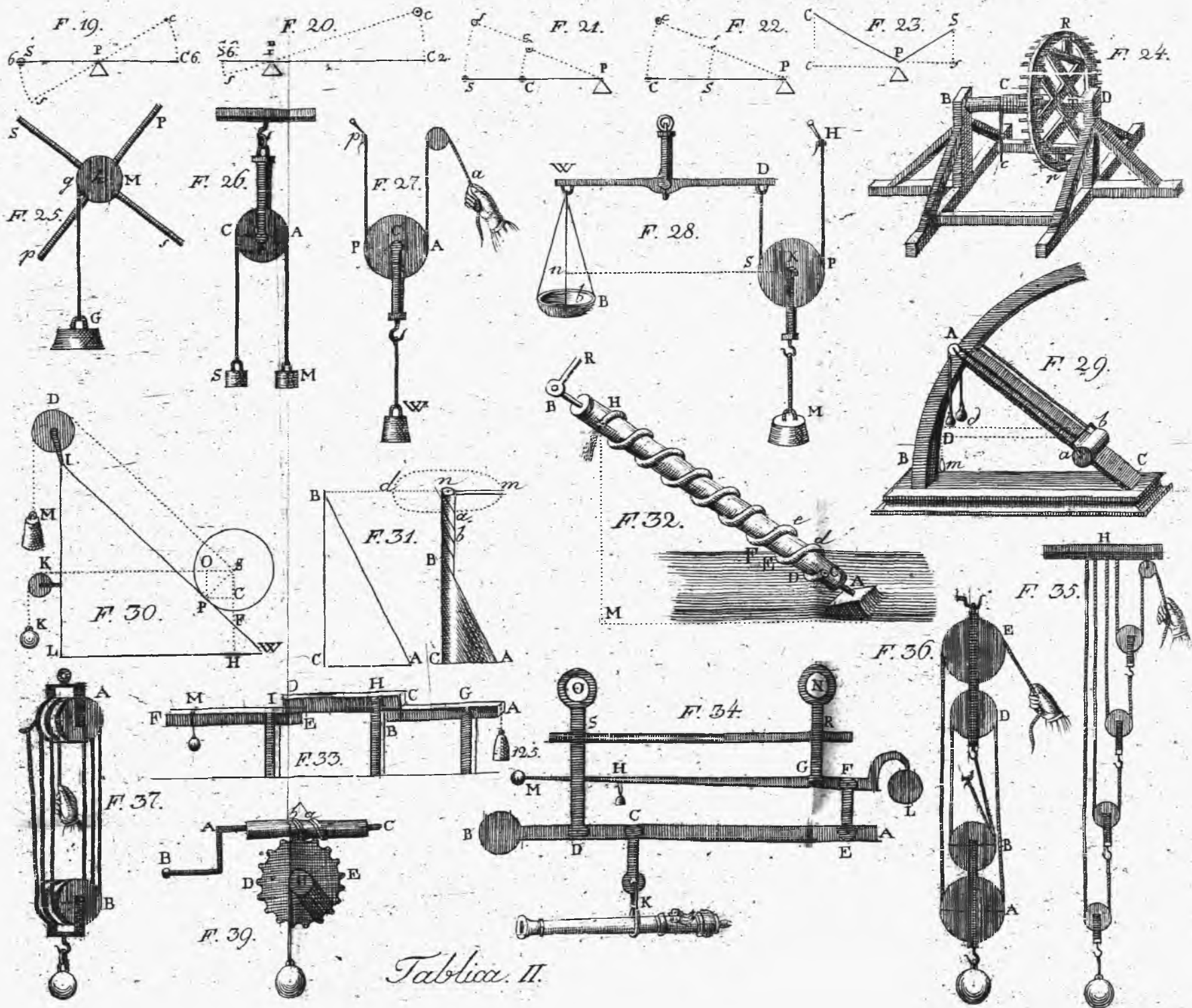
KONIEC TOMU DRUGIEGO.



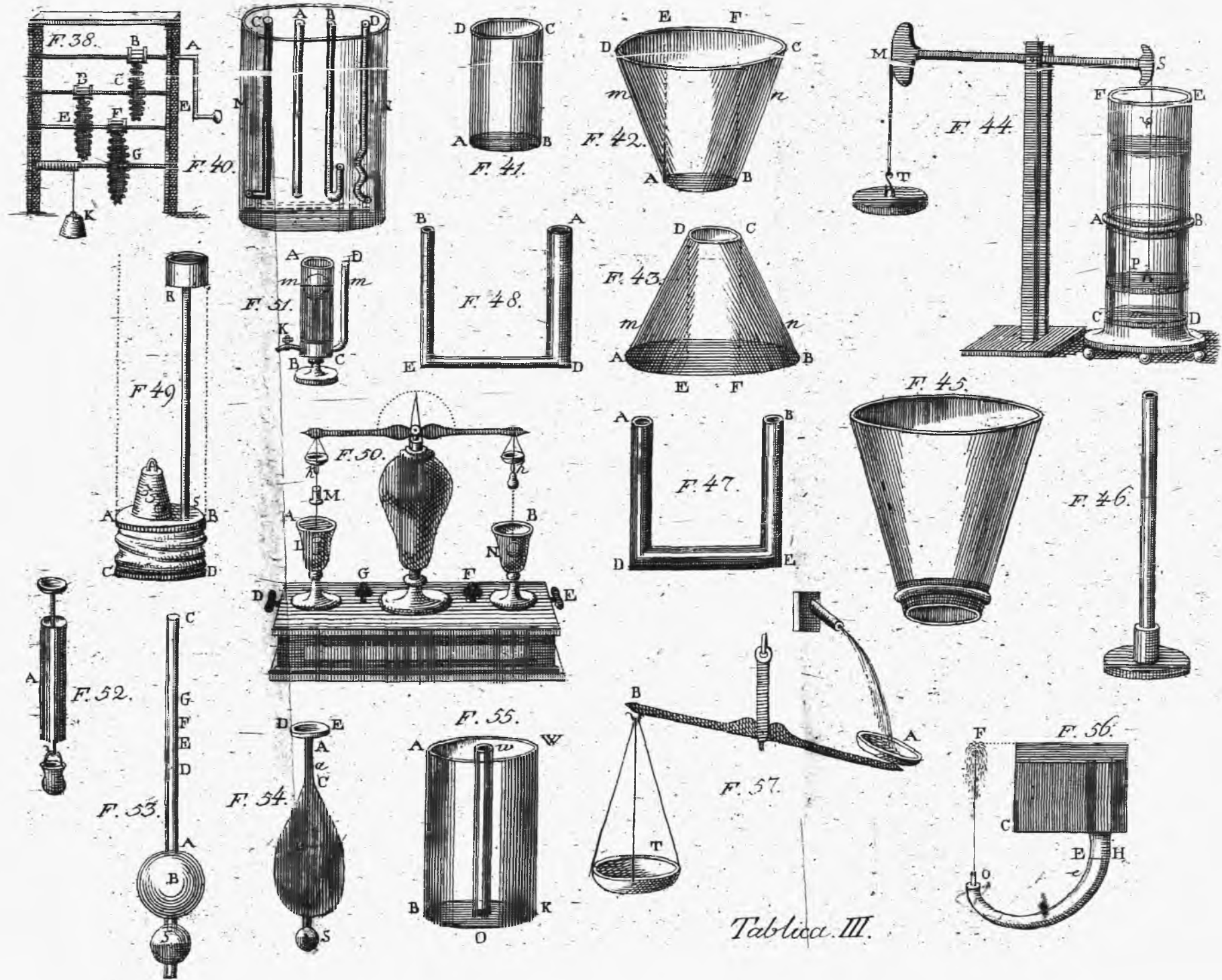
ND.64

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, ul. Jedności Robotniczej 1

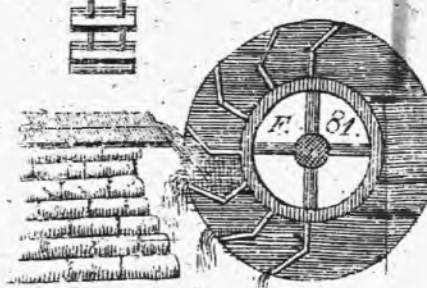
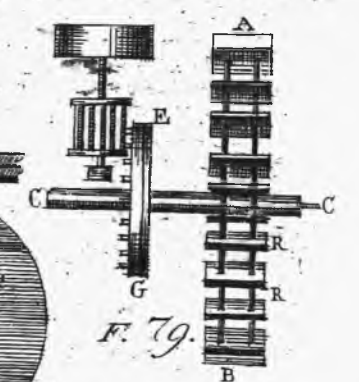
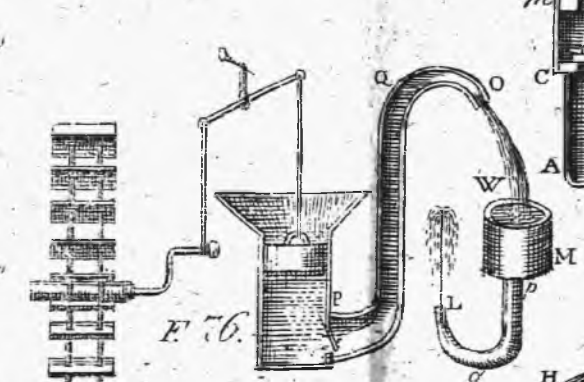
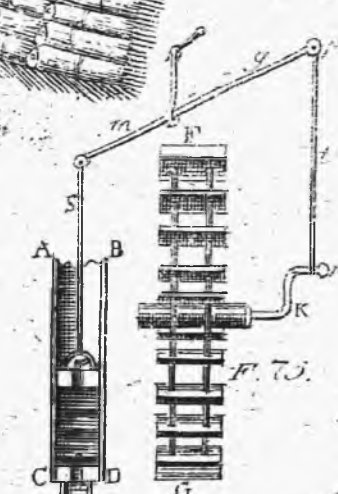
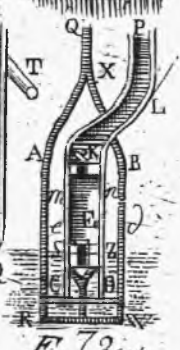
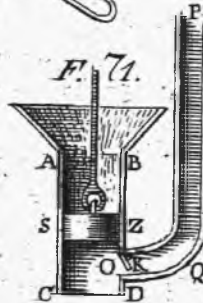
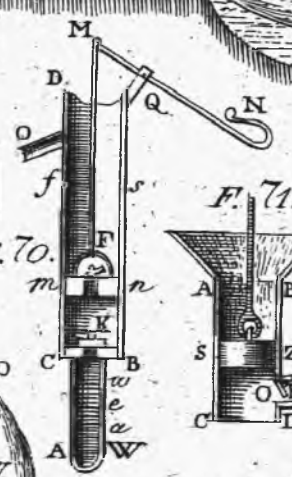
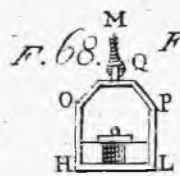
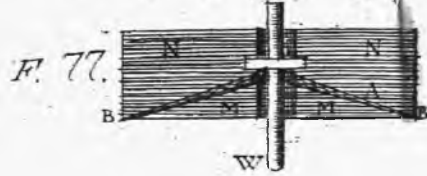
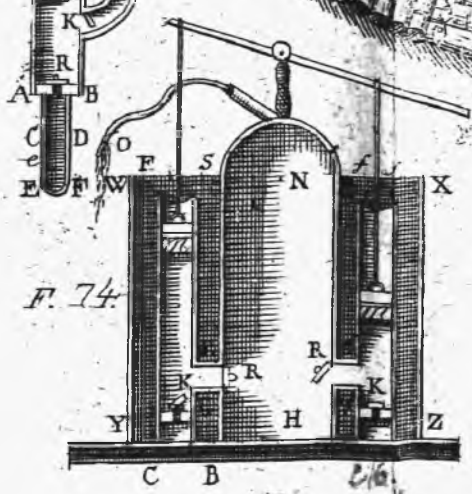
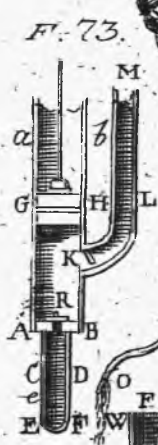
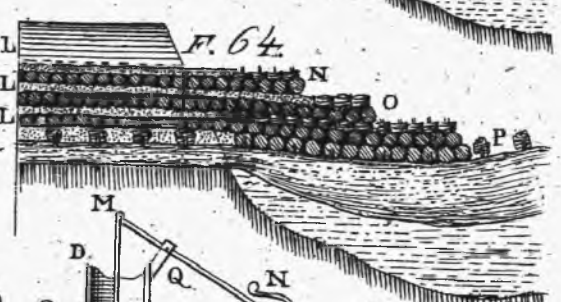
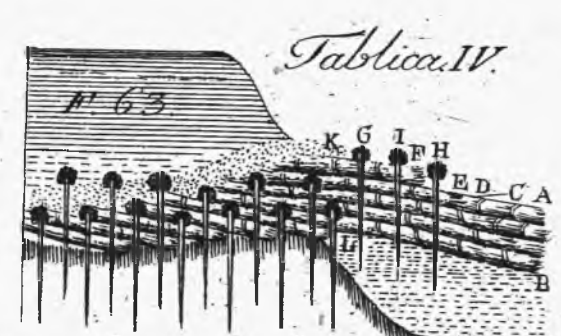
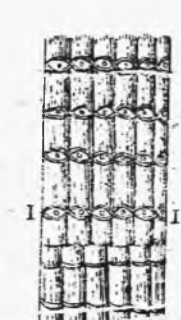
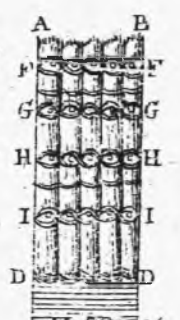
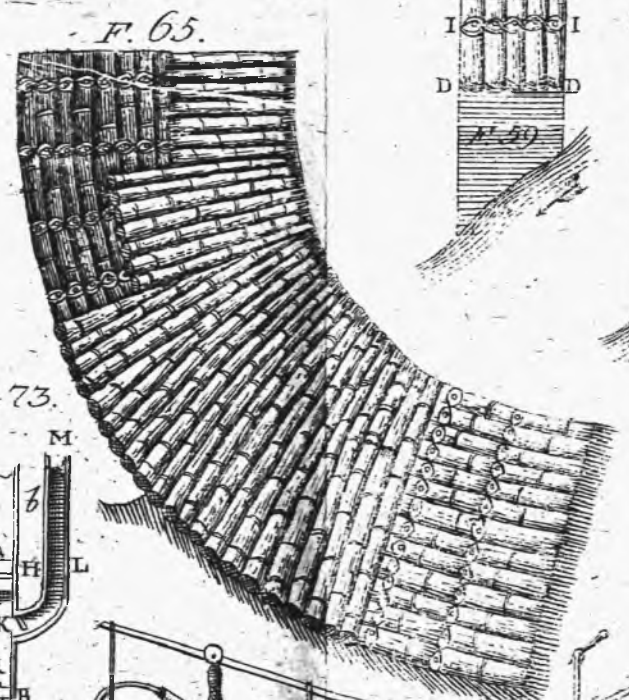
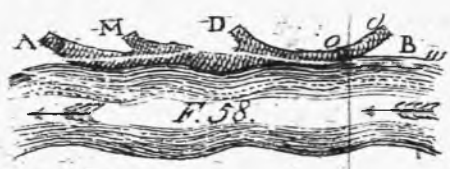




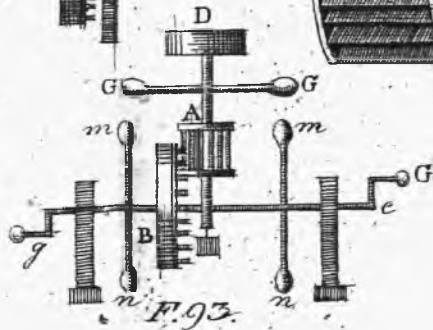
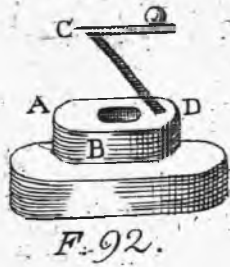
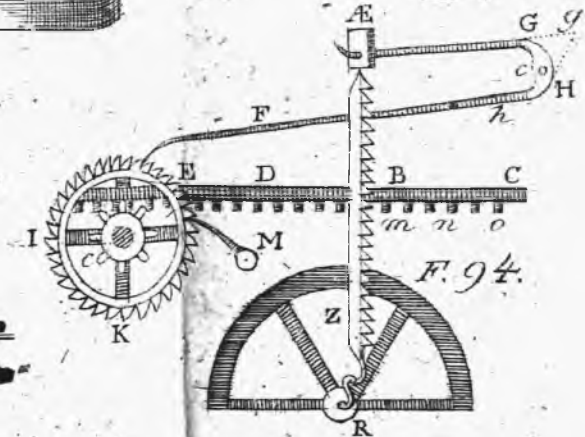
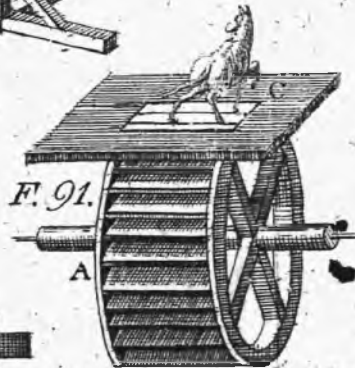
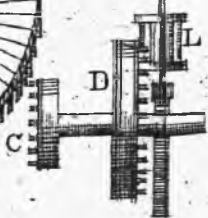
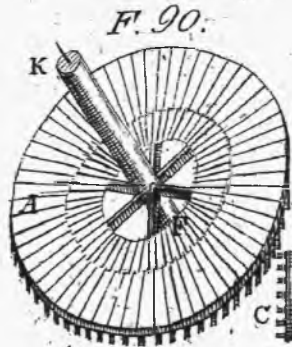
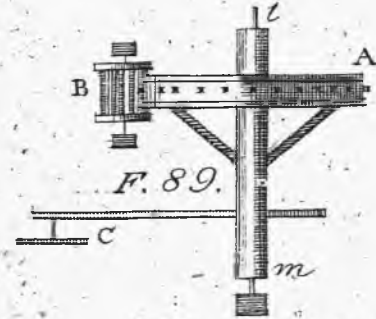
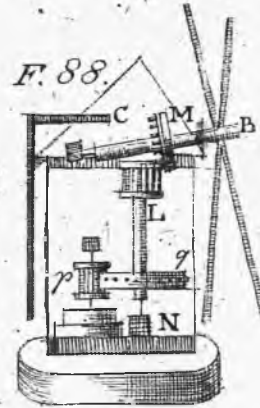
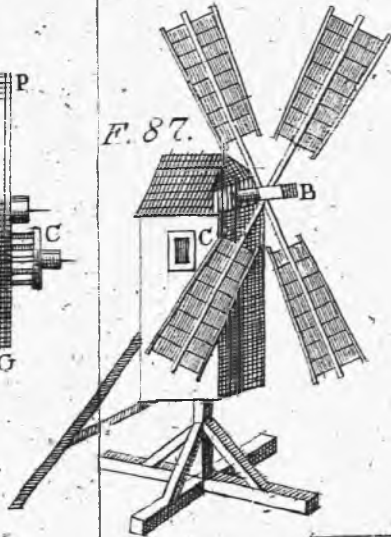
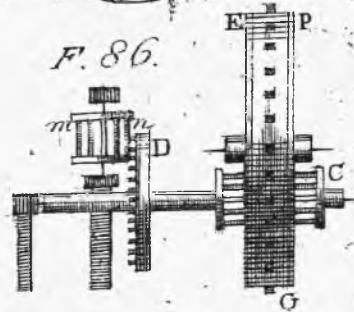
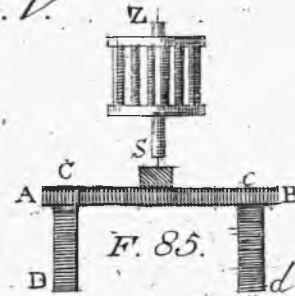
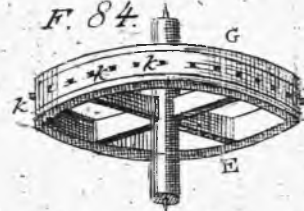
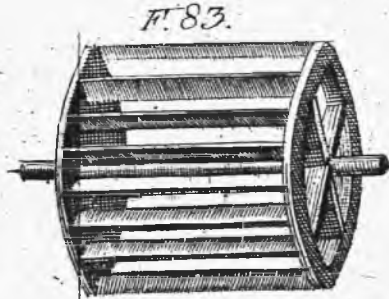
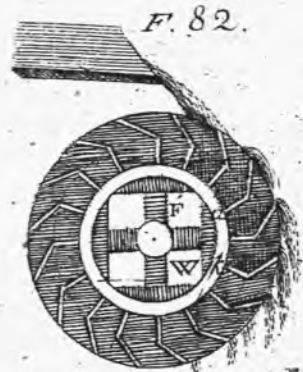
Tabl. II.



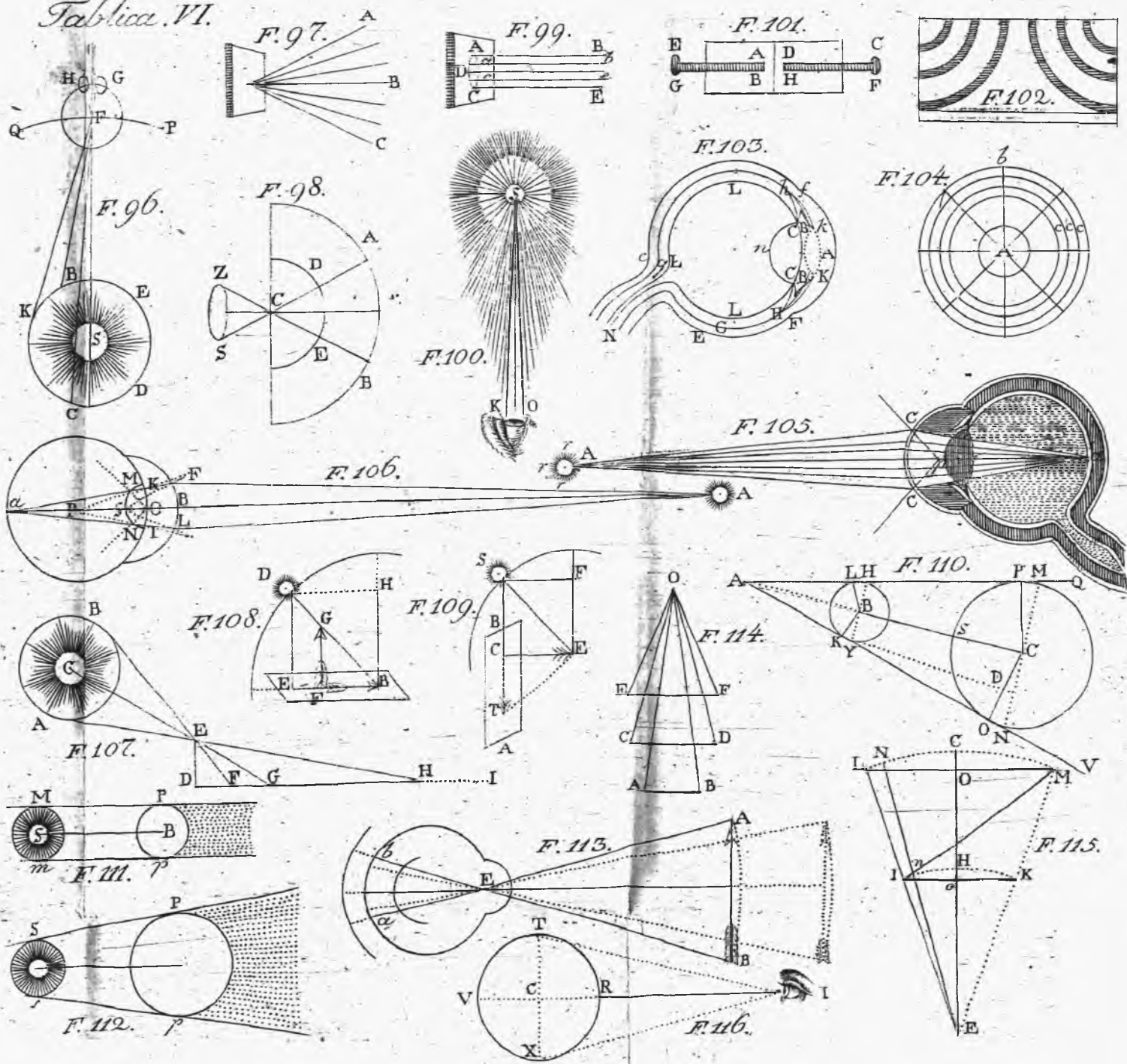
Tablica III.

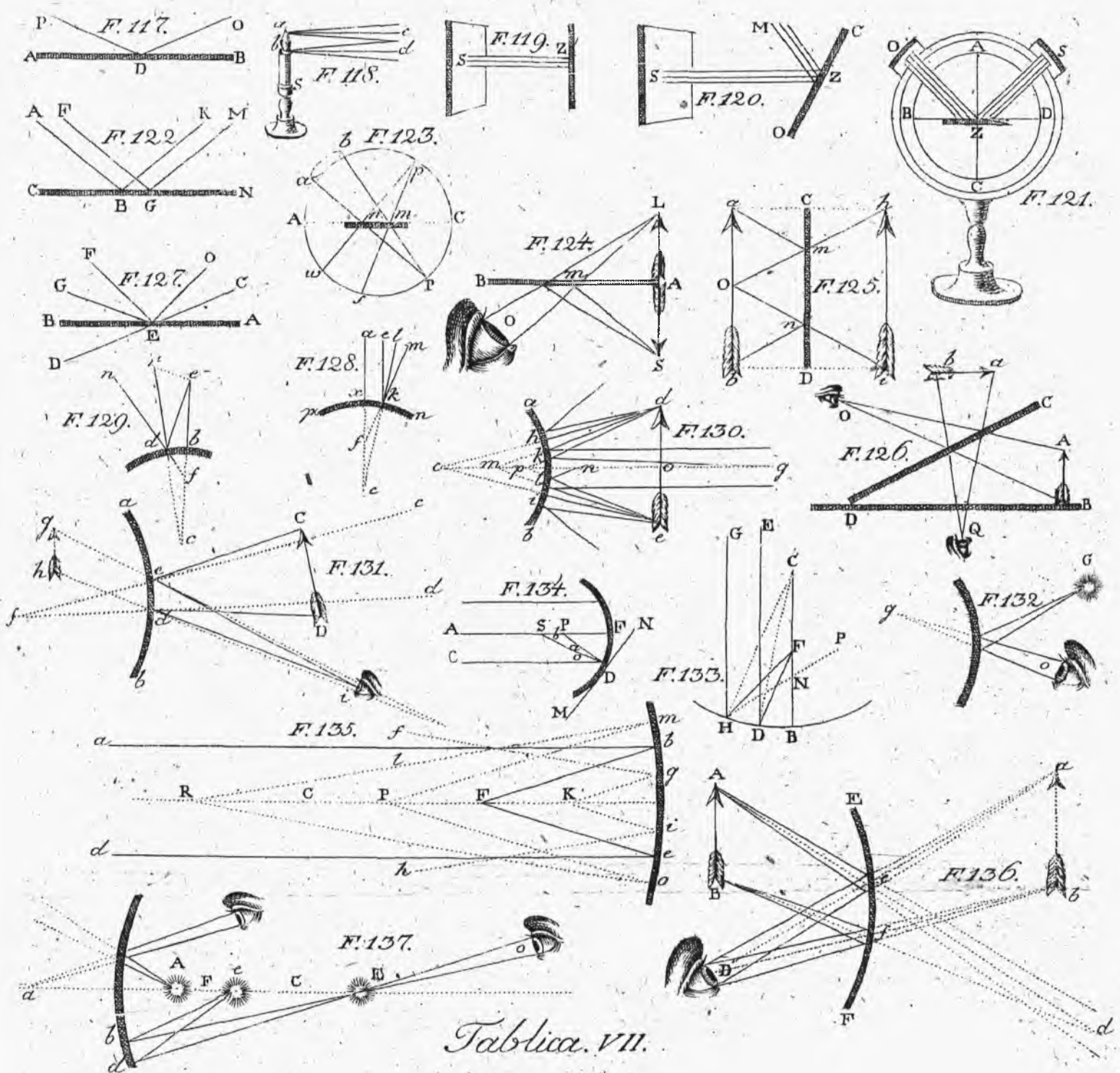


Tablica V.



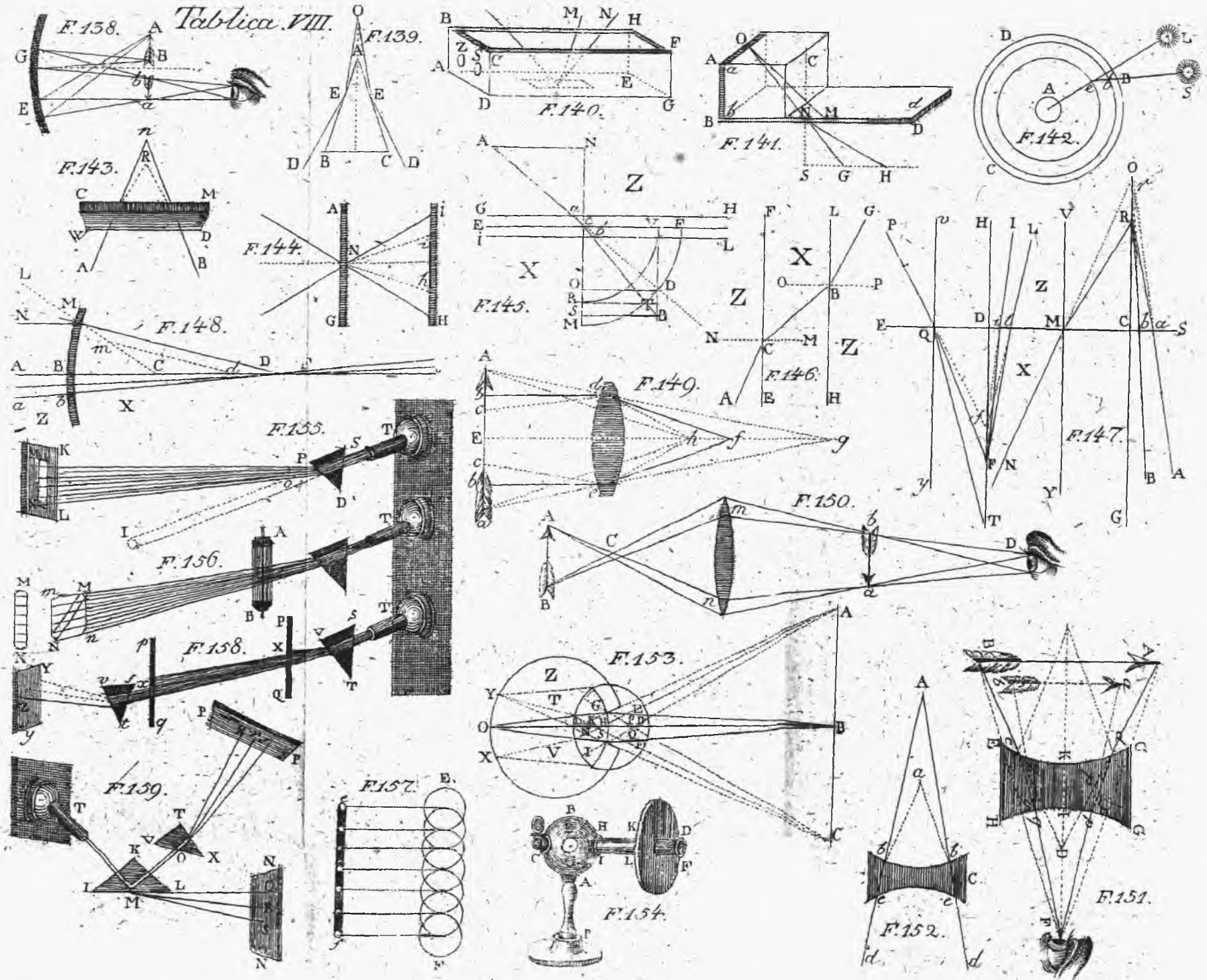
Tablica.VI.



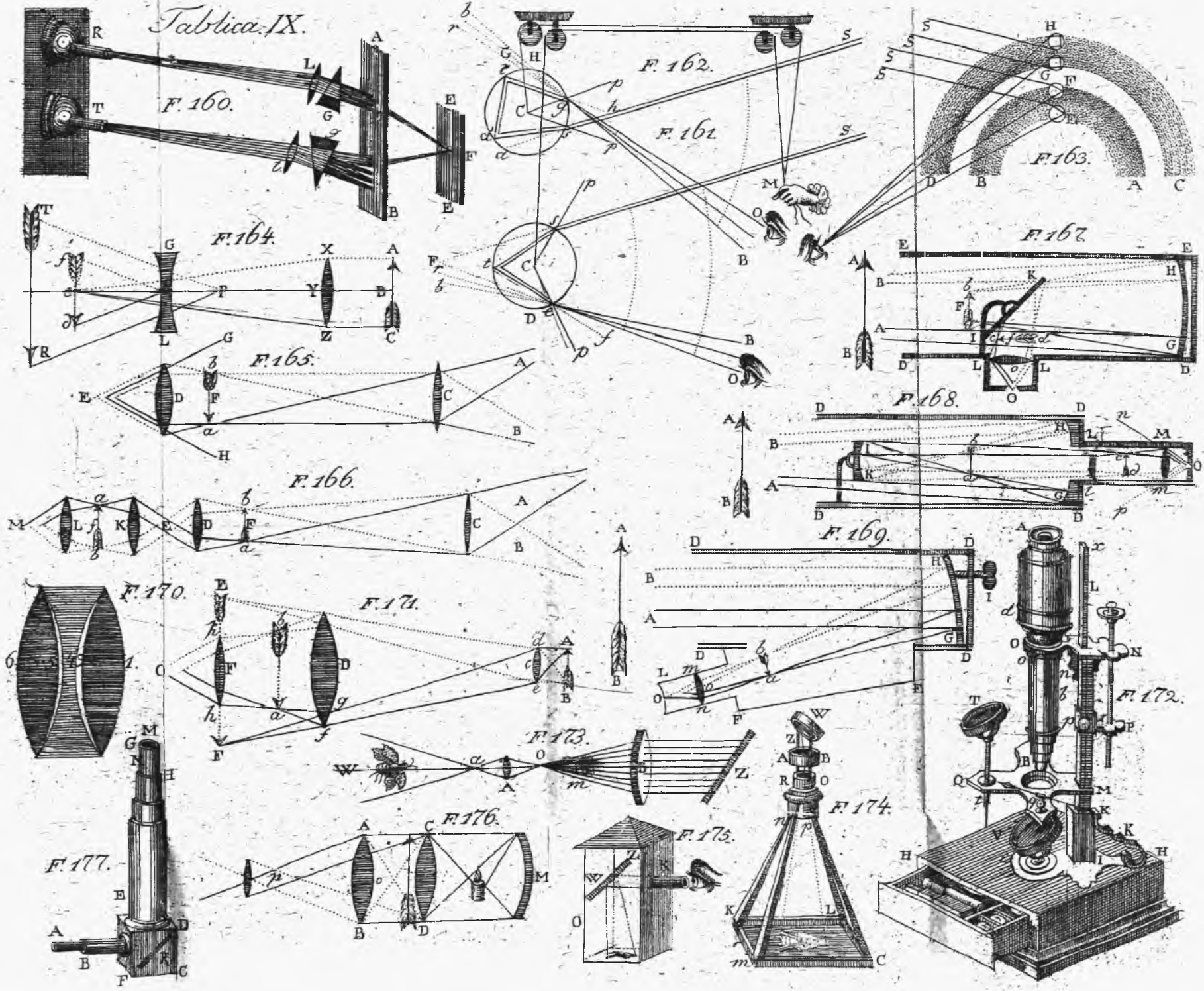


Tablica. VII.

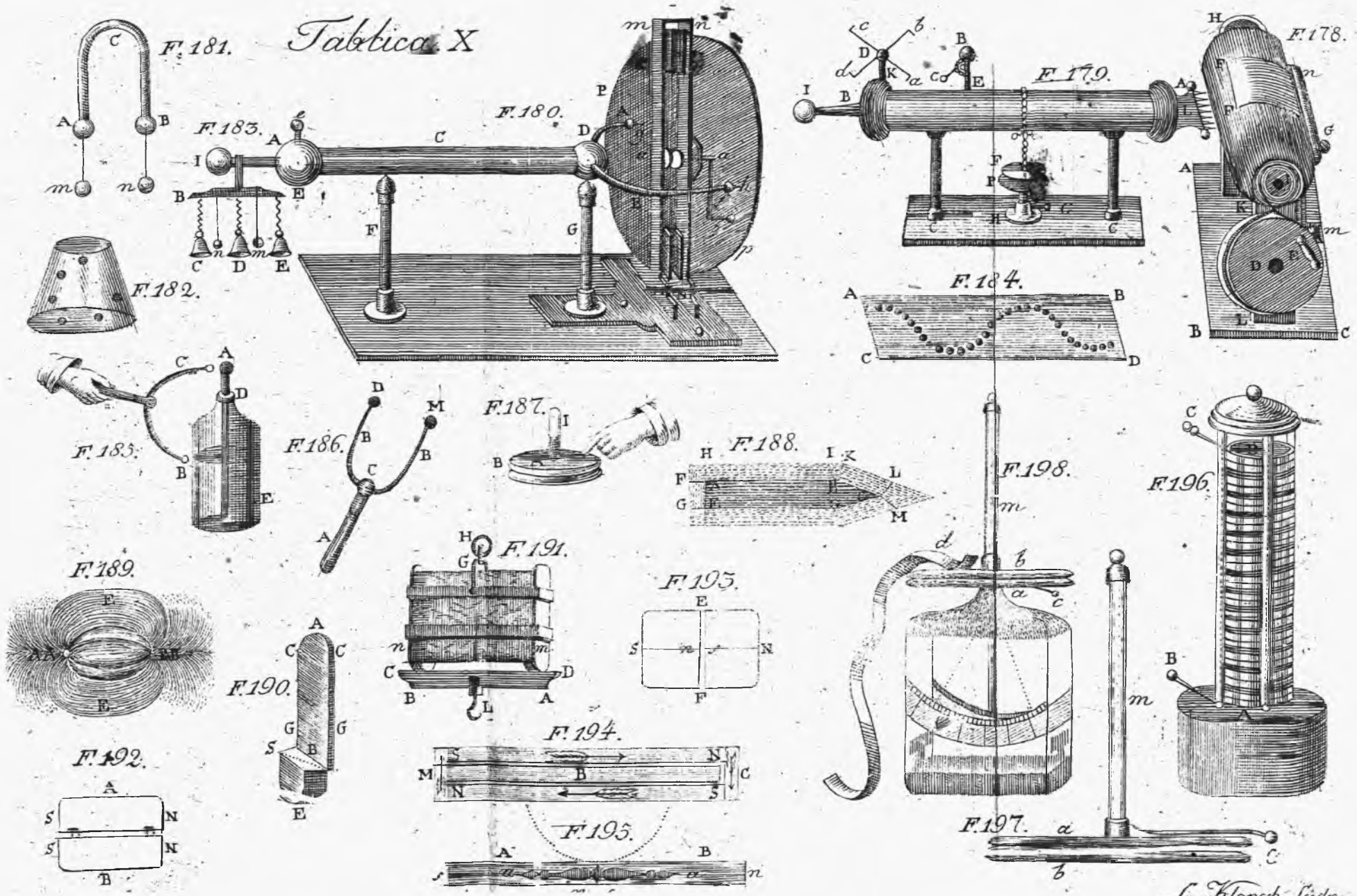
Tablica VIII.



Tablica IX.

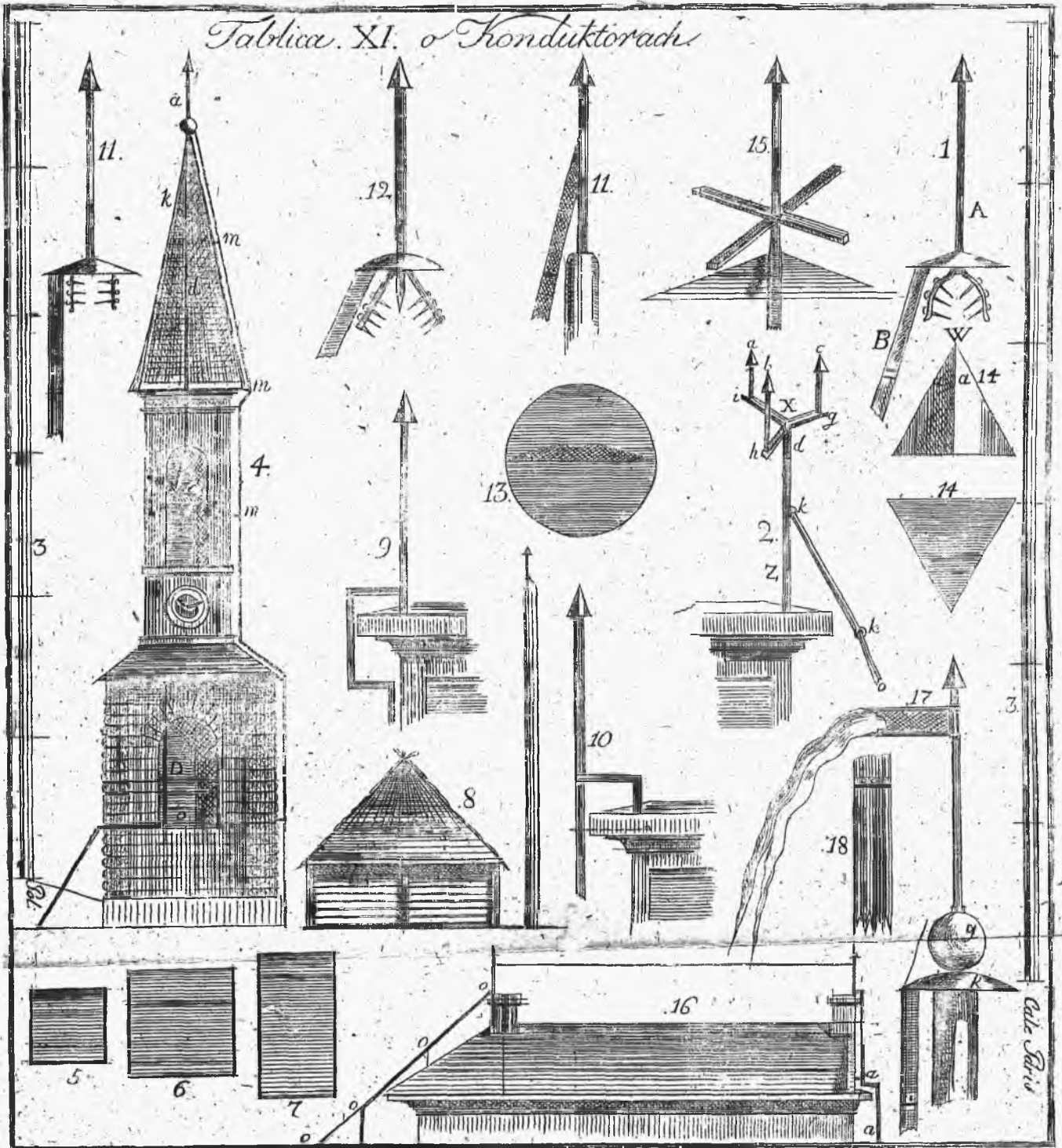


Tablica X



C. Filopod. Sicily.

Tablica. XI. o Konduktorach



del. Paris