

cząstek ich pierwotnych między sobą. Glina zaś i ołów są najmniey sprężyste. Sprężystość nieoddzielna iest od ściesliwości ciał, i jedne prawie na to są dowody: nieprzeto stopnie ściesliwości mierzą sprężystość, gdyż wiele jest ciał takich, które ucisnąć się daią, bez pozyskania na powrót swego pierwszego kształtu. Wielkość uciskania i opór jaki zład powstaie w ciałach sprężystych, wnosić każą, że wtymże samym stopniu, i sprężystość się powiększa, odład więc można brać je za miarę sprężystości.

II.

O RUCHU W CIAŁACH.

9. Każde ciało wzruszone od dostateczney siły może się przenieść z jednego miejsca na drugie. Własność ta w ciałach *poruszalnością* się nazywa i służy każdej cząstce zarówno; należy przeto do ogólnych własności bez względu na kształt i nierówność powierzchni ciała ruszającego się, od czego opór powstać może. Ruch będzie skutkiem tej własności, a prawa jego odnoszą się do prawideł bezwłasności lub ciężkości.

B E Z W Ł A D N O Ś Ć.

10. Własność dla której ciało będące w spoczynku niemoże samo sobie nadać biegu, albo po-

ruszone, samo z siebie spocząć, nazywa się *bezwładnością*. Bezwładność więc ciał uważana jako niesposobność przyrodzona do odmiany stanu ciał służy każdej cząstce zarówno. Dla niej wypada pierwsze prawo; że *ciało przyjąwszy stan ruchu musi ten ruch utrzymywać ciągle zachowując kierunek i bieg iednostayny*; albo też *zostając w spoczynku wiecznie w nim trwać musi*; chyba by iakaś zewnętrzna przyczyna przeprowadziła z jednego stanu w drugi; z czego znowu drugie prawo wypada; że *niemoże być działanie bez oddziaływania*, i że *zysk ruchu w jednym ciele ciągnie stratę w drugim*, tak że *summa ilości ruchu we wszelkiej zmianie jego być musi też sama*, i że *nakoniec w równowadze ciała na które działanie sił jest wywarte, musi być wieloczyn siły wywarney przez jej chyżość która się ocenia przeciagiem czasu równego, równy wieloczynowi siły oddziaływaiącej, przez jej właściwą chyżość*.

RUCH JEDNOSTAYNY.

11. Na mocy pierwszego o bezwładności prawa wykładamy prawidła ruchu iednostaynego. Nabywamy wyobrażenia *chyżości*, z porównania drogi przebytej czyli przestrzeni z czasem łożonym na jego przebycie, i gdy takowy stosunek jest stały, ruch zrodzony nazywa się

jednostajny; ztąd wypada że gdy (*) $\frac{D}{C} = P$, będzie $D = PC$. i, $C = \frac{D}{P}$. Dla porównania wprowadzwszy drugie ciało, nietrudno jest zgadnąć kiedy nastąpią wypadki $P: p = c: C$; $D: d = P: p$, $D: d = C: c$ i t. d. (**). Lubo w przyrodzeniu nie masz spoczynku, i poczynawszy od najmniejszych części materjalnych, aż do nayogromniejszych kul niebieskich które się unoszą nad głowami naszemi wszędzie jest ruch albo dążenie do ruchu (***), nieznamy iednakowoż w przyrodzeniu ruchu iednostajnego, i w myśli tylko wyobrazić go możemy; rozmaite bowiem przeszkody, tak od środka, w którym ciała ruszać się są przymuszone, jak i od ogólnego działania wzajem na siebie materji zmiany ruchu są przyczyną.

P R Z E S Z K O D Y R U C H U.

12. Ciała w ruchu będące pospolicie są otoczone powietrzem, lub innym jakimkolwiek płynem, który w tym względzie środkiem się nazywa. Doświadczenie pokazuje że opor od środka pochodzący jest w stosunku prostym gęstości i powierzchni na zetknięcie się wystawioney, a w stosunku kwadratu chyżości ciała ruszającego się. Ztego znowu wypada, że jeżeli ciało przebiega środki ukośnie rozmaitey gęstości,

(*) D. oznacza drogę przebyłą, C. czas. P, chyżość.

(**) Przykłady szczególne rzecz to wyjaśnia.

(***) Obacz elem. de Phy: p, Libes-pag: 36 Nro 43.

dla nierównego oporu środka na rozmaite części ciała ruszającego się schodzić musi z kierunku pierwszego, w punkcie odmiany gęstości środków, tak dalece: że wśrodku gęstszym odłamię się od pionowej miejsca dotkniętego, a wśrodku rzadszym przystąpi do iey. I tak wyraziwszy linią poziomą przedzielający się środek rzadszy od gęstszego, i oznaczywszy kierunek ukośny kuli spadającej z powietrza do wody, a przez iey środek do miejsca w którym wody się dotknęła, poprowadziwszy pionową, wtenczas postrzeżemy że większa część kuli mniejszego oddziaływania doświadczając, przechyli się i poydzie gdzie jest mniejszy odpor, a przeto zeydzie z swej drogi i odstąpi od pionowej miejsca. To się prawdzi w każdym przypadku, kiedy kierunek ciała spadającego jest ukośny; prostopadle bowiem przebiegając środki, ruch tylko w stosunku gęstości osłabiać będzie.

13. Tarcie iest iedno z zawad, których ciała ruszające się doświadczają. Dzieli się na dwa rodzaje: *Pierwszego rodzaju* jest wtenczas kiedy ciała w swym ruchu posuwają się i ślizgają się nieiako jedne po drugich: *drugiego* kiedy toczą się wzajem po sobie. Doświadczenie okazuje, że tarcie drugiego rodzaju daleko iest mnieysze od tarcia pierwszego: ciągnąc bowiem wóz obładowany, którego koła są zahamowane, większego oporu doświadczamy, aniżeli kiedy się wolnie toczą. Ułatwiamy

pospolicie tarcie nasmarowaniem tłustością, bo to gładszymi częściami między sobą ocierające się sprawnie. Podkładamy czasem ciała okrągłe, bo to zmniejsza punkta zetknięcia się. Nareszcie tarcie ciał różnorodnych jest mniejsze aniżeli iednorodnych. (*) We wszystkich tych przypadkach tarcie zawsze jest proporcjonalne same-mu ciśnieniu, jakie się wywiera od ciał ruszających się po sobie. Pożytki lub szkody z przyczyny tarcia w rozmaitych zastosowaniach łatwo okazać można.

14. Do okazania skutków ruszającego się ciała, zachodzi niekiedy potrzeba użycia *powrozów*, które liczą się pomiędzy zawadami opor dla siły działającej przyczyniającymi. Podług doświadczeń Amontona następujące względem powrozów zachodzą prawidła. Opor od twardości powrozów pochodzący zwłaszcza kiedy są nowe i smołą nasmarowane, jest w stosunku prostym siły naciągającej; w stosunku prostym średnicy powrozów, i ledwie nie w stosunku odwrotnym średnic wałów, na które się powrozy naciągają. Z licznych postrzeżeń Reaumura przekonano się, że skręcenie zbyt-czne powrozów siłę ich zmniejsza; włókna bowiem powróż składające nieiednakowo bywają naciągane: w robieniu przeto lin lub powrozów niezbyt ich skręcać należy, to bowiem twardość większa i siłę ich zmniejsza.

(*) Zbiór krótki pocz. Fizyki Stubielskiej kar. 214

15. Ciała wzruszone byź mogą przez siłę zwierząt i różnych ciał martwych, zaiadłych lub płynnych; prócz tego przez sprężystość, uderzenie, ciężkość i t. d. z tyluż tedy przyczyn czyli sił ruch powstaie; ztąd niektórzy siłami poruszającemi je zowią. Siła działając na ciało gdy go wzrusza zowie się *siłą żywą*, gdy zaś działa bez skutku *siłą martwą*. Chyżość nadana massie, przekonywa że wszystkie części tego ciała są zarównie ią ożywione: z tąd im ta chyżość będzie większa, tém wieloczyn massy przez ią będzie większy, który nazywa się *ilością ruchu* tego ciała: albo *siłą* w daney massie zostającą, kiedy ta jest w poruszeniu; ztąd możnaby ją wyrazić przez następujące zrównanie $S=MP$. z kąd na chyżość wyciąga się formuła że $P=\frac{S}{M}$ i na masę że $M=\frac{S}{P}$ i t. d.

16. Ruch powstaie w ciałach z działania jedney siły, lub wielu razem, gdy takowe siły działają w jedną stronę, ruch zrodzony zowie się *pojedynczy* i gdy zaś działają na ciało w różnych kierunkach ruch będzie *składany*. Ciało odebrawszy uderzenie od dwóch sił w różnych kierunkach działających równie jedney iak i drugiey powolne byź musi; wypadek więc jego ruchu, średnią drogę po między kierunkami sił poweźmie. Ztąd to wyraziwszy sku-

tki sił działających, jednym przeciągiem czasu, przekątne w dopełnionym równoległoboku; oznaczają kierunek składany, a ciało posłuszne takowemu sił działaniu, pójdzie ostatecznie jednym tylko kierunkiem. Zład sposób redukowania wielu sił do jednej tylko, i na odwrót rozłożenia jednej na ile zdawać się będzie. Ta uwaga doprowadza nas, iak mamy oszacować siły wspólnie działające na ciało, a razem oznaczyć wiele tracą i wiele im się pozostać, gdy wypadkiem ich ruchu jest przekątna. Otoż z rozstrząśnienia téy uwagi matematycznie, wypada że *siły tracą iak wstawy kątów pochyłości sił działających do kierunku złożonego, a pozostaia, im iak dostawy tychże kątów*. Te bowiem dostawy składają przekątną równoległoboku, a wstawy równe i przeciwne niszczą się. I tak niech będzie kierunek a b. złożony z dwóch sił ac, af, równych am, an, rozłożmy siłę af, na dwie ae, ap, czyli ae, ef, spuszczaiać z punktu f. prostopadłą na ab: podobnież i siłę ac na dwie ag, ad, czyli ad, cd a zatém zamiast dwóch ac, af, można wziąć cztery ae, ef, ad, cd. Siły cd, ef, prostopadłe i w kierunku przeciwnym działające niszczą się; pozostaia tylko da, ea, które składają przekątną ab, i są dostawami kątów z sił działających do kierunku złożonego czyli cab, fab, gdy dwie drugie ef, i cd, są wstawami tychże kątów.

Tab:
 1.
 Fig:
 1,

C Z A S i M I A R A.

17. We wszystkich zdarzeniach kiedy ruch w ciele oceniać przychodzi, trzeba oprócz innych okoliczności wzgląd mieć na czas i miarę. Czas mierzymy przez samo trwanie biegu i odnoszenie do ciał drugich które za nie wzruszone byź sądziemy. Na wymiar zaś długości drogi służy też sama długość w części uważana i jakoby dalej niedzielącą się, obrot ziemi około swęy osi daje jedność czasu, ta podzielona na godziny i minuty służy do ocenienia krótszych przeciągów czasu. Jedna dziesięcio millionowa część czwartęy części obwodu kuli ziemskięy, bierze się za jednostkę nazywa się *metrem*, i służy do mierzenia rozmaitych długości. (*)

(*) Czwarta część południka ziemskiego w stronie północnéy podług wyznaczeń Matematyków Francuzkich wynosi 5,130,740 sążni: wielkość zatém metru będzie 3 stopy i $11\frac{3}{4}$ linii wyrazy *deka*, *hekto*, *kilo*, *myria*, dodane do metru znaczą miary 10 razy, 100 razy, 1000 razy i t. d. większe od metru; i znowu dołączwszy *deci*, *centi*, *milli*, do wyrażu tegoż metr, znaczą 10, 100, 1000 razy mnieý iak iest metr, co też i o innych miarach rozumieć można. Jednostka wag nazwana *gram*: iest to ciężar rzeczywisty sześciannu boku iednego setnometru wody dystylowanęy w stanie naywiększëy gęstości. Jednostka miar powierzchni do wy-

UDERZENIE SIĘ CIAŁ NIESPRĘ- ŻYSTYCH.

18. Na mocy drugiego prawa o bezwładności wskazanego, że działanie nie może bydź bez oddziaływania, powiadamy, że: ile ciało w spoczynku będące ruchu zyskuje, tyle go uderzające traci. Z dwóch przeto mass M . i m . jeżeli jedno m . spoczywa, a drugie M . chyżością P . ku niemu idzie i uderza, ilość ruchu udzielona spoczywającemu, o tyleż zmniejszy się w uderzającym; dla tego to ilość ruchu taka jest w obu ciałach, po ich uderzeniu, iakabyła w jednym przed uderzeniem. Ztąd nazwawszy P' chyżość ich wspólną, będzie podług zwyczajnéy na chyżość formuły $P' = \frac{PM}{M+m}$ (15). Jeżeli zaś dwa ciała M i m

miaru gruntów, jest kwadrat boku dziesięciu metrów i nazywa się *ar*. Miara metru sześciennego do drew na opał nazywa się *ster*. Jednostka miar do naczyń jest sześciu dziesiątkometru nazywa się *Litr*. Jednostka wagi mennicznéy nazywa się *frank*, dziesiąta część iego *decima*, setna *centima* i t. d. — Z porównania miar i wag nowych z znanymi nam i powszechnie używanymi, wypada że tysięczno-metr bardzo mało się różni od $\frac{4}{5}$ linii stopy francuzkiéy: czyli że linia czyni $\frac{5}{4}$ tysięczno-metrów, ztąd wypada że cal ma 27 tysięczno-metrów; a przeto nietrudno jest porównać i inne wymiary nowe z miarami dawnieyszymi.

z chyżościami P i p . pędzą się za sobą, część ich ilości ruchu jak $2mp$. nie będzie należeć do uderzenia a różnica $MP - mp$. rozdzieli się stosownie do pierwszego przypadku. Przeto P' będzie równie $\frac{MP - mp + 2mp}{M + m}$. czyli że $P' = \frac{MP + mp}{M + m}$. Nakoniec dwa ciała M . i m . z chyżościami P . i p . idące przeciwko sobie, gdyby miały ilości ruchu równe, toby zupełnie ruch swój wyniszczyły: jeżeli zaś jedno z nich MP . jest większe: więc różnica $MP - mp$. działać będzie w stronę mocniejszego stosownie do pierwszego przypadku: będzie przeto $P' = \frac{MP - mp}{M + m}$.

UDERZENIE SIĘ CIAŁ SPRĘŻYSTYCH.

19. Spuszczona kula sprężysta na tablicę marmurową odskakuje od niej zostawiając ślad uderzenia tym znaczniejszy im z wyższej wysokości pada; ugina się więc czyli płaszczy, a mocą sprężystości odskakuje w stronę przeciwną. — Przypuśćmy dopiero że kula M . nie spada ale zostając w ruchu prostodrożnym od A . do B . natrafia na drugą M . spoczywającą także sprężystą i co do masy równą. W momencie uderzenia, dwa momęta rozróżnić potrzeba, jeden uciskania się w którym te dwie kulki tak się zachowują, jak ciała zgoła niesprężyste, a atém jeżeli ciała M . jest chyżość P . ponieważ masa dwóch kulek po złączeniu

Tab.

1.

Fig.

2.

cze-

ezeniu się, jest dwa razy większa, umniejszy dwa razy chyżość, jakośmy widzieli na kulach niesprężystych. Dla sprężystości kule popłaszczą się w punktach a, b, c, d, (dowodem tego jest obręcz sprężysty, tego z wewnątrz młotkiem z lekka uderzywszy kuki dwie o 180 od siebie, a o 90 stopni od miejsca uderzenia przy obręczy położone, pobiegną ku środkowi: płaszcza się więc ciała sprężyste, w dwóch sobie przeciwnych stronach a w dwóch innych rozciągają się). Sprężystość powracając je do pierwszey figury, działać będzie w takich kierunkach w jakich kształt ugięcia się zwraca, to jest c. szarpie M. ku A, że zaś znajduie się sprężystość w b. od A. ku B. więc te dwie siły zniszczą się. Pozostaje sprężystość w d. która chyżością stosownie do skutku siły uciskającej (8) pociągnie kulę M. spoczywającą od A. do B.; więc ta kula dwa razy jest pędzona od A. ku B. chyżością $\frac{1}{2}P$ a zatem chyżością całkowitą P. gdy ostatnia sprężystość w a w kuli uderzającej M. ciągnąc ją od B do A. chyżością takż $\frac{1}{2}P$ zgasi chyżość $\frac{1}{2}P$ nabytą na skutek uciskania się od A ku B. Spocznie więc kula uderzająca, a spoczywająca chyżością P poydzie. Ztąd wynikają dwa wnioski: Naprzód: chyżości względne przed uderzeniem i po uderzeniu są sobie równe. (Przez chyżość względną rozumiemy tę ilość chyżości, na którą dwa ciała w każdym momencie przybliżają się lub odda



lają się od siebie) *Powtórne ilości ruchu także są sobie równe.* Dla pierwszej przyczyny chyżość względna $P-p$ będzie równa $p'-P'$ ieżeli ciała pędzą się za sobą. P i p wyrażają chyżości, przed uderzeniem P' i p' po uderzeniu kładniemy zaś $p'-P'$ dla tego, iż kule podług wyżej rozebranego przypadku zmieniają swoją chyżość. Jest przeto $P-p=p'-P'$ ztąd $p'=P-p+P'$ i $P'=p-P+p'$. Ponieważ tu chyżość P' i p' są wyrażone przez ilości niewiadome; udaje się do drugiego postrzeżenia, to jest, że: ilości ruchu przed i po uderzeniu są sobie równe. Mamy przeto $MP+mp=MP'+mp'$, podstawując wartość p' będzie $MP+mp=MP'+mP-mp+mp'$ czyli że, $P'=\frac{MP+2mp-mP}{M+m}$: podobnież zamiast P' podstawując wartości znajdziemy $p'=\frac{2MP+mp-Mp}{M+m}$. Te są równania ogólne które do jakiegokolwiek przypadku uderzenia się ciał sprężystych przystosować się mogą. (*)

R U C H O D B I T Y.

20. Ciała sprężyste mają szczególną jeszcze własność, że pod jakim kątem o daną płaszczyznę się uderzają, pod takim się odbijają. Kierunek bowiem ukośny wpadania można uważać jako składany, z jednego prostopadłego do płaszczyzny, którym się uderza i takąż ilością

* Przykłady szczególne tak co do formuł na ciała niesprężyste jak i na ciała sprężyste przytoczyć należy.

po uderzeniu odskakuje; z drugiego równoległego, i tego działanie jest stateczne, więc także same siły pędzą ciało po uderzeniu, jak i przed uderzeniem, a przeto i kierunek odbity, zachowa też same położenie względem płaszczyzny od której się odbija, jakie miał kiedy na nią padał.

III.

O PRAWIDŁACH RÓWNOWAGI MACHIN.

21. Trzecie prawo o bezwładności, jest zasadą całej *Mechaniki* tak nazwaney *Statyki*, której przedmiotem będzie wskazać *prawidła równowagi ciał* czyli narzędzi ruchów, kiedy te nagłone do ruchu, oddziaływają wzajem na siebie. Dwoiaki cel w machinach się zakłada. Pierwszy aby wyznaczyć ich teorią działania; drugi, aby zastosować je do użytku. Pierwszy naywięcey zajmie naszą uwagę.
22. Machiny są dwoiakiego rodzaju proste i składowe. Prostych liczą sześć jakimi są *Drażek*, *Szala*, *Blok* czyli *krążek*, *Kołowrot*, *Płaszczyzna pochyla*, *Klin* i *Szruba*: które w teorii redukują się do teorii *Drażka*. Składanych machin tyle naliczyć można ile zayść może kombinacyi między prostemi.
23. W każdéy nayprostszej machinie na cztery rzeczy względ mieć należy: na *siłę*, *opor*