

TEORYJA MACHIN

PODAJĄCA

ŁATWE ICH WYRACHOWANIE

D L A

GOSPODARZY, MECHANIKOW PRAKTYCZNYCH
I KONSTRUKTOROW MACHIN.

P R Z E Z

Frańcisza Mieczowicza

*Nauczyciela i Rządcę Instytutu Mechaników
w Liceum Wotyńskiego.*



WARSZAWA

W DRUKARNI BANKU POLSKIEGO.

1828.



621.01

za pozwoleniem Cenzury Rządowej.



Zamiarem było moim zrobić przysługę dla mechaników praktycznych, dla konstruktorów machin i gospodarzy, którzy bądź z potrzeby, bądź dla rozrywki, sami chcą się trudnić wykonaniem łatwiejszych machin ekonomicznych. Wyłożyłem przeto ogólną teorią machin, ze względu na wszelkie okoliczności fizyczne, ale razem tak prostą, aby każdy zapomocą małych bardzo początków matematyki i fizyki, mógł wyrachować maszynę, co do siły, oporu, skutku, mocy i t. d.

Im więcéy trudnić się będziemy maszynami, tém one coraz bardziéy doskonalić się będą, tém więcéy szerzyć się będzie przemysł krajowy, który jest najpewniejszem każdego kraju bogactwem.

Do wykładu tej teoryi, używam na pomoc prostych tylko działań arytmetycznych, początkowéy i geometryi i pierwszych wiadomości fizyki.

Miary i wagi przyjąłem metryczne.

Całą zaś naukę zasadzam na siłach, oporach i na równowadze tychże sił zoporami.

Siły dzielę na zwierzęce czyli zoologiczne, na wodne czyli hydrauliczne, na powietrzne albo pneumatyczne, na cieplikowe albo termiczne, i na zależne.

Opory dzielam na właściwe, iakimi są: ciężary, ciśnienie, wyciąganie wody, mielenie zboża i t. p.; i na przypadkowe iakimi są: tarcie, niegiętkość sznurów, przyleganie i t. d.

Mam także wzgląd i na moc organów, to jest części machin, podając prawidła na wynaydowanie grubości czopów, zębów, palców i t. d.

Równowagę uważam naprzód w drągu, wyprowadzam prostą teorią téy równowagi, a potem ją stosuję do równowagi we wszystkich machinach. Całą teorią objaśniam trzema przykładami, biorąc trzy różne maszyny i rozbierając je w naydrobniejszych szczegółach.



SPIS RZECZY.

Przemowa	stronnica
Miary i Wagi	1
Gatunkowy Ciężar	4
<i>Teorya Machin.</i>	
Punkt silny i oporny w machinie. Jak się mierzy siła.	7
Sily zoologiczne	9
Sily hydrauliczne.	13
Sily pneumatyczne.	20
Sily termiczne	22
Sily zależne	26
Opory	27
Opór w przenoszeniu ciał.	28
Opór w gnieceniu.	29
Opór w rozcieraniu.	30
Opór w uderzaniu.	32
Opór w rozdzielaniu	34
Opór od ciężaru składowych części maszyny	35
Opór tarcia	36
Opór niegiętkości sznurów	44
Moc organów maszyn	45
Równowaga w drążu	58
Równowaga w maszynach	60
Pierwszy przykład, na żurawiu do studzien	61
Drugi przykład, na kołowrocie pojedynczym	66
Trzeci przykład, na kołowrocie złożonym	73
Zakończenie	98

MIARY i WAGI.

Każdy kraj ma swoje szczególne miary i wagi, których ustalenie zawisło częstokroć od szczególnych iakich okoliczności. Miary te i wagi po większey części mało różnią się od siebie, i nie są z niczém w dokładnym stosunku na powierzchni ziemi, pomimo chęci swoich wynalazców.

W naszych prowincjach używany jest łokieć zwany *koronny*, zawierający 22 cali stopy paryżkiéy. W Litwie znany jest łokieć *litewski*, mający dokładnie 2 stopy paryżkie. Narodową miarą w Rosyi jest arszyn; o piątą część prawie jest większy od łokcia koronnego, stosunkowye ze stopą angielską, ponieważ $2\frac{1}{3}$ stopy angielskiéy czynią całkowity arszyn rossyjski. Oprócz miar wymienionych, są ieszcze inne u nas używane, iako to: *sążen rossyjski*, *sążen litewski*, *sążen koronny*, *pręt*, *pręcik*, *ławka*,

sznur, i t. d. Różne są przyczyny kraiove, dla których miary i wagi niemogą być wspólne wszystkim narodom; ale wświecie uczonym, zgoda jest nayłatwieyszą na przyjęcie miar i wag statecznych. Jakoż bardzo wielu pisarzy angielskich i niemieckich trzymaia się w swoich pismach miar metrycznych, które z tak wielkiem staraniem, pracą i kosztem ułożone zostały. W saméy rzeczy, sposobami naydokładnieyszymi wymierzono we Francyi ćwierć południka ziemskiego i ten podzieliwszy na 10 milionów części równych, iedną taką część nazwano *metrem*, który jest wszystkich miar i wag iednością miarową. Takowy metr zawiera blisko 40 cali łokcia koronnego. Podział miar i wag metrycznych jest dziesiątny, a nomenklatura iednostayna, zależąca na przydawaniu do wyrazu głównego, znaczącego iedność, wyrazów: *decy*, *centy*, *milli*, na oznaczanie *dziesiątnych*, *setnych*, *tysięcznych* części, a zaś *deka*, *hekto*, *kilo*, *miria*, na wyrażanie *dziesiątków*, *stów*, *tysięcy*, i *dziesiątków tysięcy*. I tak:

Co do długości:

Metr liniowy ma 10 *decymetrów*.

Decymetr liniowy ma 10 *centymetrów*.

<i>Centymetr</i>	liniowy	ma 10 <i>millimetrów</i> .
<i>Dekametr</i>	"	ma 10 <i>metrów</i> .
<i>Hektometr</i>	"	ma 10 <i>dekametrów</i> .
<i>Kilometr</i>	"	ma 10 <i>hektometrów</i> .
<i>Miriametr</i>	"	ma 10 <i>kilometrów</i> .

Co do objętości:

Decymetr sześcienny nazywa się *litr*, a przez podobieństwo tworzy się z tąd, *decylitr*, *centylitr*, i t. d. tudzież *dekalitr*, *hektolitr*, i *kilolitr* albo inaczej *ster*.

Co do wagi:

Ciężar decymetru sześciennego albo *litru* wody dystylłowaney, w temperaturze rzek marznących, i w czczości, nazywa się *kilogram*, który zawiera 10 *hektogramów*, albo 100 *dekagramów* albo 1000 *gramów*. *Kilogram* zaś zawiera około $2\frac{1}{2}$ funtów wagi rosyjskiéy pudowéy.

Widzimy więc że te wagi i miary są między sobą nawet stosunkowe, że iedne z drugich wypływaią i są dziesiętne; a tak, chociaż teraz nawet we Francyi te wagi i miary nie są wszędzie używane, dla nałogu do miar i wag dawnych, przyidzie iednak czas zapewne, iż te miary i wagi, tak łatwe do działań arytmetycznych, tak pewne i niemogą-

ce bydz nigdy zatarte i zagubione, staną się powszechne w całej Europie.

Gatunkowy Ciężar.

Gatunkowym ciężarem nazywa się liczba pokazująca, ile razy ciało iakie cięższem iest lub lżeyszem od wody oczyszczoney albo deszczowey pod tą samą obiętością. W tablicy następuiącay znayduią się gatunkowe ciężary niektórych ciał potrzebnieyszych, a przytém każda liczba wyraża ciężar iednego metra sześciennego w kilogramach, ponieważ gatunkowy ciężar wody wzięty iest za 1000. Jakoż metr sześcienny wody waży w saméy rzeczy 1000 kilogramów.

Woda dystyllowana	1000.
Woda morska	1026.
Wyskok winny	829.
Terpentyna	870.
Oliwa	915.
Oley lniany	940.
Wosk	966.
Łóy i masło	942.
Siarka	2033.
Dębina	1170.

Brzost	671.
Jesion	845.
Bukowe drzewo	842.
Olszyna	800.
Grabina	775.
Lipina	604.
Sośnina	500.
Heban	1331.
Trzcśnia i Wiśnia	715.
Korek	240.
Piaskowiec	2000.
Krzemień	2590.
Martwica	2483.
Łupek kamienny	2853.
Marmur	2750.
Kamień wapienny twardy	2678.
Granit	2700.
Złoto lane albo topione	19268.
Srebro lane	10474.
Platyna	19500.
Miedź lana	7788.
Stal hartowna	7818.
Cyna	730.
Olów	11352.
Cynk	7191.
Antymon	6702.

Bizmut	9823.
Żywe srebro	13568.
Szkło butelkowe	2732.
Szkło tafłowe	2642.
Szkło białe	2892.
Szkło flintglass	3329.
Porcelana Sewrska	2145.
„ Chińska	2384.
„ Saska	2493.



TEORYJA MACHIN.

1. W każdéy maszynie działającéy znajdować się koniecznie powinny siły i opory. Wszystkie siły można przywieść do iednéy tylko siły i odnieść ich działanie do iednego tylko punktu, który się nazywa *punktem silnym*; i znowu wszystkie opory można odnieść do iednego punktu zwanego *punktem opornym*. Tak więc w każdéy maszynie można uważać iedną tylko siłę i ieden opór. A kiedy maszyna jest dobrze działająca, kiedy prawdziwa zachodzi równowaga między siłą i oporem, i kiedy te przywiedzione są do iednego punktu, natenczas siła wyrównywa oporowi.

2. Siła mierzy się przez iéy skutki; skutkami zaś siły są: 1^o ciśnienie siły, które cenić się może przez ciężar, naprzykład przez kilogramy; 2^o prędkość w iednostce czasu, naprzykład w iednéy sekundzie, w iednéy mi-

nucie i t. p. która liczyć się może na miary liniowe, na przykład na metry. 3cie czas działania téj siły, na przykład godzina, dzień i t. d. Tak dalece, iż siła jest iloczynem z trzech mnożników, to jest z ciśnienia, prędkości i czasu. Podobnie opór jest iloczynem z trzech innych mnożników, to jest z ciśnienia oporu, iego prędkości i czasu. Trzeci mnożnik ponieważ jest wspólny sile i oporowi, więc się opuszcza, albo co iedno jest, można przypuścić iż czas działania równa się iedności, na przykład iż jest iedną godziną, iednym dniem i t. d. Tak więc prościeyszym wyrażeniem siły lub oporu będzie iloczyn z dwóch tylko mnożników, to jest z ciśnienia przez prędkość.

Biorę na przykład w rękę 6 kilogramów i niemi ruszam w przestrzeni z prędkością 2^{ch} metrów na sekundę, i tak ruszać mogę czas bardzo długi, np. 5 lub 6 godzin przed południem, a po odpoczynku, 5 lub 6 godzin po południu: więc iloczyn tych liczb 6 i 2 to jest 12, daie mi dokładne wyobrażenie siły moiej ręki; i ta liczba 12 okazuje, iż moja ręka może ruszać w przestrzeni, albo 6 kilog. z prędkością 2^{ch} metrów, albo 12 kilogramów, z prędkością 1go metra i t. d., albo na-

koniec może też ręka podnieść 12 kil. do wysokości 1 metra w iednėy sekundzie, albo podnieść 4 kil. do wysokości 3^{ch} metrów w iednėy sekundzie, i t. d. I to iest prawdziwa miara *siły*.

3. Gatunki sił znane w czystėy teoryi mechaniki pod nazwiskiem: siły martwe, żywe, poruszające, przyspieszające, atrakcyi, ciężenia, bezwładności i t. d. są nam tu zupełnie niepotrzebne; lecz uważać będziemy siły pod innemi względami, dzieląc takowe na siły *zooliczne*, *hydrauliczne*, *pneumatyczne*, *termiczne*, i *zależne*.

Siły zooliczne.

4. Siły ludzkie i zwierzęce ogólnym wyrazem nazywają się *siłami zoolicznemi*. Ponieważ każda z tych sił ma dwie granice w których iest zerem, więc przyjąć może wartość największą. Obaczmy to w przykładzie. Puśćmy wolno człowieka, to iest bez ciężaru przydanego, i niech on idzie po linii prostėy lub krzywėy, byle poziomėy, z taką prędkością, aby mógł iść nia ciągle godzin 5 lub 6 przed południem, a po odpoczynku, go-

dzin 5 lub 6 po południu, i tą samą prędkością aby mógł iść jeszcze znaczny czas np. miesiąc lub więcej. Ci co wielkie odbywali podróże pieszo, znają dobrze przez wprawę tę prędkość; przypuśćmy że tą prędkością jest 1 metr na sekundę. Odpowiadające ciśnienie téj prędkości jest zero, ponieważ człowiek niema przydanego do niesienia żadnego ciężaru, oprócz ciężaru sukien, który się nie liczy; a więc to jest pierwsza granica siły człowieka, i ta jest zero; albowiem i mnożona przez zero daie iloczyn zero; i w takiéj granicy, niemożna siły człowieka przyłożyć do maszyny, ponieważ ta siła nie robi żadnego skutku, kiedy iéj wartość jest zero.

Temu samemu człowiekowi dawaymy do niesienia różne ciężary wręku, lub na barkach, iak mu się podoba: następnie prędkość iego musi się coraz zmniejszać za powiększeniem przydawanego ciężaru, tak dalece iż będzie pewny ciężar z którym człowiek postąpić daléj ani iednego kroku niezdola; stać tylko będzie na miejscu godzin 5 lub 6 przed południem, a po dwugodzinnym odpoczynku, stać będzie znowu godzin 5 lub

6, i mógłby tym sposobem trzymać takowy ciężar czas bardzo długi. Niech ten ciężar będzie np. 25 kilogramów: otóż to jest druga granica siły, w której ciśnienie jest 25, a prędkość zero, więc siła ta jest zero w tej granicy, albowiem 25 mnożone przez zero, daie iloczyn zero; i w tej granicy, siły człowieka do maszyny przyłożyć niemożna, ponieważ żadnego skutku niezrobi, kiedy jest zerem.

Ale od zero do zero przejść niemoże iloczyn iaki, tylko przez następne powiększanie jednego ze swych mnożników a zmniejszanie drugiego; w tém zaś przejściu do drugiego zera, jedna z wartości iloczynu bywa największa. Aby zaś maszyna największy skutek iak tylko można robiła, potrzeba przykładąć siłę człowieka w wartości iey największey. Podług Proniego siła człowieka największa jest wtenczas, kiedy prędkość równa się $\frac{2}{5}$ prędkości największey, a ciśnienie równe połowie największego ciśnienia. Z doświadczeń największa prędkość człowieka jest 1.5 metrów; prędkości tej $\frac{2}{5}$ części będą równe o. 6 metra. Ciśnienie największe człowieka podług doświadczeń jest 25 kil. których po-

łowa iest 12. 5 kil: mnożąc zatém 12. 5 przez 0,6, otrzymamy 7.5 na siłę największą człowieka w iednój sekundzie. Niektórzy nazywają takowe 7.5 *iednością dynamiczną* w iednój sekundzie.

5. Niepodobna aby ludzie lub zwierzęta, działali z największą siłą; są okoliczności albowiem, które wymagają mniejszój lub większój prędkości, mniejszego lub większego ciśnienia; przeto następująca tablica okazuje granice, w iakich znaydować się mogą ciśnienia i prędkości ludzi i zwierząt używających, do machin przyłożonych, mając nawet wzgląd na kąt pochyłości płaszczyzny pochyłój, np. koła w deptaku i t. d.

	LUDZI.	WOŁÓW	KONI.
Cisnienie w kilogram.	10 do 12	80 do 100	72 do 96
Ciężar w kilogramach	48 do 60	290 do 320	240 do 340
Prędkość w metrach	0.6 do 0.8	0.4 do 0.5	1.2 do 1.3
Kąt pochyłości	20.°	23. °	20. °

Tak więc siła człowieka wynaydzie się mnożąc 10 lub 12 przez 0.6 lub 0.8, podług

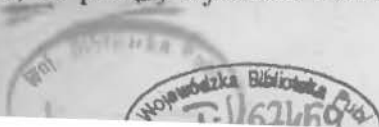
iego organizacyi i okoliczności. Naprzykład kiedy widzimy iż człowiek jest silny, wten-
 czas bierzemy za ciśnienie jego siły 12 kil.
 ieśli ieszcze machina wymaga wielkiéy pręd-
 kości, bierzemy 0.8 metr. na takową pręd-
 kość; mnożąc zatém 12 przez 0.8 otrzymamy
 9.6 na siłę tego silnego człowieka wiedený
 sekundzie, co znaczy, iż ten człowiek może
 podnieść 9.6 kilogramów do wysokości 1
 metra wiedený sekundzie.

Siły hydrauliczne.

6. Niemamy innego płynu do użycia, to
 jest do poruszania machin prócz wody: ale
 co się powie o wodzie, to mogłoby być stó-
 sowaném do każdego innego płynu.

7. Woda działa albo przez uderzenie, al-
 bo swoim ciężarem: w ostatnim przypadku si-
 ła iéy tak się mierzy i wynayduie iak siła ciał
 zsiadłych, podobnym sposobem działaiących;
 lecz kiedy woda działa przez uderzenie, o-
 baczmy iakim sposobem można poznać iéy
 ciśnienie i prędkość.

8. Niech będzie iakiekolwiek naczynie o-
 twarte, do pewnéy wysokości nalane wodą,



mające iedną ścianę pionową, i w téy ścianie zrobiony otwór nadole, prostokątny mający 2 decymetry wysokości, 3 decymetry szerokości; wody zaś nad otworem niech jeszcze będzie 5 decymetrów. Przypuśćmy że woda iakimkolwiek sposobem zawsze się utrzymuie w naczyniu w téy saméy wysokości, ilekolwiekby iéy wypływało otworem. Niech otwór ma przydaną zasówkę, albo *stawidło*. Jeżeli stawidło to podniesiemy, woda wypływać będzie otworem i każda iéy cząstka opisywać w biegu pewną linią krzywą: lecz można sobie wystawić, iż każda cząstka téy wody idzie po linii prostéy, tak dalece, iż po upłynieniu iednéy np. sekundy, wypłynie pewien graniastostup wody, mający za podstawę powierzchnią otworu albo prostokąt 3 decymetry szeroki, a 2 decymetry wysoki; długość zaś tego graniastostupa iest oczewiście drogą ubieżoną w iednéy sekundzie, czyli długość ta iest prędkością wody płynący, a iego ciężar iest ciśnieniem téy wody. Wiadomo z fizyki, iż prędkość ta równa się 2 razy wziętemu pierwiastkowi kwadratowemu z iloczynu, którego iednym mnożnikiem iest głębokość środka otworu, a drugim droga,

iąką ciała ciężkie spadające wolno przy powierzchni ziemi, przebiegaia w iednėj sekundzie. Głębokość środka otworu iest wnaszym przykladzie $1 + 5 = 6$ decymetrów, a droga od ciał ciężkich przebieżona przy powierzchni ziemi w iednėj sekundzie iest 46 decymetrów; przeto mnożąc 6 przez 49 i wyciągając pierwiastek kwadratowy, będzie 17 decymetrów na prędkość żyły płynącey tėj wody. A że powierzchnia otworu iest $3 + 2 = 6$ decymetrom kwadratowym, zaczęm mnożąc 6 przez 17, otrzymamy objętość żyły upłynionėj w iednėj sekundzie, równą 102 decymetrom sześciennym, albo co iedno iest 102 kilogramom. I to iest ciśnienie wody.

9. Ponieważ pomiędzy ścianami i dnem naczyńia lub łotoku, a wodą płynącą, znajduie się tarcie, tudzież żyła wypływaiąca podlega pewnemu fenomenowi który się nazywa ściśnieniem żyły płynącey, przeto dla tych dwóch okoliczności, niewypłynie tyle wody w samėj rzeczy, ile pokazuie rachunek; a tak należy tę ilość wskazaną wyżej rachunkiem zmniejszyć o $\frac{1}{10}$ część, aby się zbliżyć do prawdziwego wypływu wody. Jakoż dziesiąta część 102 kilogramów iest prawie 10 kil

które odciągając od 102 kil. otrzymamy 92 kilogramy na ciśnienie wody.

10. Mając już znane ciśnienie i prędkość wody, jeżeli pomnożymy ciśnienie w kilogramach, przez prędkość w metrach, mieć będziemy siłę wody. Jakoż w naszym przykładzie ciśnienie wody jest 92 kil. a prędkość wody jest 1.7 metrów, więc siła wody będzie około 156: co znaczy iż ta woda ma siłę, mogącą poruszyć 156 kil. z prędkością 1 metra na sekundę, albo mogącą podnieść 156 kil. do wysokości 1 metra w sekundzie. Gdybyśmy chcieli mieć siłę téżę wody w 1 minucie, lub w 1 godzinie, potrzebaby 156 rozmnożyć przez 60 w pierwszym, lub przez 3600 w ostatnim przypadku.

11. Łotoki przy młynach, lub iakichkolwiek machinach tego rodzaju, tak się urządzają, iż cała ścianka, którędy woda wypływa jest stawidłem, które się podnosi wyżej lub niżej w miarę potrzeby. Gdyby stawidło było zupełnie odrzucone, a woda całą żyłą płynęła z łotoku na koło, wtenczas głębokością środka otworu, będzie oczewiście połowa grubości żyły płynącej. W tym przypadku ilość wody wypłynioney w sekundzie

podług P. Poncelet, równa się pierwiastkowi kwadratowemu z sześcianu grubości żyły płynącej, mnożonemu przez szerokość łotoków i przez liczbę 5,8.

12. Niech np. szerokość łotoku będzie 6 decymetrów, a grubość wody na łotoku 4 decymetry, i stawidło zupełnie odrzucone; więc podług wyższego sposobu, chcąc znaleźć prędkość téj żyły płynącej, potrzeba 2 pomnożyć przez 49 decymetrów, a z mnogości 98 wyciągnąć pierwiastek kwadratowy, który jest blisko 10 decymetrów, albo 1 metr. Chcąc zaś otrzymać ciśnienie téj wody, potrzeba grubość żyły płynącej czyli 4, wynieść do sześcianu, a otrzymamy 64, z téj liczby pierwiastek kwadratowy jest 8, który mnożony przez szerokość łotoków 6, da nam 48, a te mnożone przez 5,8, wydadzą 278 litrów albo 278 kilogramów na ciśnienie téj wody. Mnożąc nakoniec 278 kil. przez 1 metr, to jest mnożąc ciśnienie w kilogramach przez 1 metr, to jest mnożąc ciśnienie w kilogramach przez prędkość w metrach, otrzymamy 278 na siłę wody. Co znaczy iż ta woda może podnieść 278 kil. do wysokości 1 metra w czasie jednéj sekundy, chociaż w saméj

rzeczy nieużyjemy może téj wody do podnoszenia ciężaru tylko do innego iakiego oporu, naprzykład do mielenia zboża, do tarcia drzewa i t. p. Lecz takie iest nayprostsze wyobrażenie siły wody danéy.

13. Okazałem iakim sposobem wynaleść siłę wody zatrzymanéy tamą czyli groblą; chcąc teraz wynaleść siłę rzeki płynącéy, tak postąpić należy. Wybiera się część rzeki iaka, np. na sto metrów długości, rozciąga się poprzek rzeki wkońcu niższym sznur, a od punktu wyższego puszcza się na powierzchnią ciało lekkie, np. korek, lub kawałek drzewa, i uważa się, iak długiego czasu potrzebuie toż ciało, do przepłynienia tych stu metrów. Czas, w niedostatku dobrego zegarka, może być dość dokładnie oznaczony wahadłem sekundowém, albo półsekundowém, to iest kulką ołowianą mającą ieden centymer średnicy; długość zaś nici, na którój ta kulka ma być zawieszona, na wahadło sekundowe, powinna mieć 1 metr licząc od środka kulki do punktu zawieszenia; na wahadło zaś półsekundowe długość ta być powinna około 25 centymerów. Rozdzieliwszy 100 metrów przez liczbę sekund iaka się pokaże

z postrzeżenia, otrzymamy prędkość wody na powierzchni rzeki. Im bliżej dna rzeki postępujemy, tém prędkość wody coraz się zmniejsza; prędkość zaś średnia rzeki podług Proniego jest równa $\frac{4}{5}$ prędkości przy iéy powierzchni.

14. Ciśnienie zaś rzeki, wynaydziemy tym sposobem. Na sznurze rozciągnionym poprzek rzeki, powinny byđż węzły lub znaki w pewnych od siebie odległościach. Na każdym znaku potrzeba mierzyć głębokość dna, albo grubość żyły płynący; takim sposobem powierzchnia przecięcia rzeki podzieli się na trapezy, których wynalezione powierzchnie w decymetrach i dodane do siebie dadzą nam powierzchnią przecięcia rzeki. Mnożąc takową powierzchnią przecięcia rzeki przez prędkość rzeki średnią w decymetrach, otrzymamy objętość wody upływającej w iednέy sekundzie w decymetrach sześciennych, albo co iedno iest w kilogramach, i to będzie ciśnieniem rzeki. Mnożąc nakoniec ciśnienie przez prędkość otrzymamy siłę téy rzeki. Niech np. powierzchnia przecięcia rzeki będzie 1000 decymetrów kwadrato-
wych, a prędkość średnia rzeki niech wynosi

2 decymetry; więc ciśnienie rzeki będzie 2000 kilogr., a siła téżże rzeki 4000.

15. Gdybyśmy chcieli wiedzieć za ile koni ta woda działać może, ponieważ siła konia średnia, podług nru 5, iest 105, przeto dzieląc 4000 przez 105 otrzymamy około 38 na liczbę koni szukaną.

Siły pneumatyczne.

16. Powietrze w machinach działa pospolicie przez uderzanie o pewne powierzchnie. W takowém uderzaniu uważa się pewne ciśnienie powietrza lub wiatru, i pewna iego prędkość. Prędkość wiatru bywa od 0 do 45 metrów na iedną sekundę. Ostatni wiatr zowie się uragan, iest to ten który wywraca domy i wyrzywa drzewa z korzeniami. Do poruszania machin używa się wiatr taki iaki najczęściej w okolicy panuje, albo wiatr którego prędkość iest prawie średnią ze wszystkich prędkości w całym roku. Jestto wiatr unas maiący 6 do 9 metrów prędkości na iedną sekundę.

17. Chociaż wiemy iż powietrze iest 780 razy lżeysze od wody, a tem samym łatwo

moglibyśmy wynaleźć jego ciężar w pewnéj objętości znanéj, chociaż mamy wypadki z pięknych doświadczeń Bordy, Mariotta i innych na uderzanie powierzchni od powietrza; iednakże niepodobna z dokładnością mierzyć siły wiatru cisnącego na pewne powierzchnie, iak mierzyliśmy siłę wody. Aponieważ mała liczba organów pneumatycznych iest znana, i naypospoliciéj używane są skrzydła wiatrakowe, przeto konstruktorowie machin innego zupełnie trzymają się sposobu w obliczaniu siły wiatru; a ten iest przez porównanie.

18. Jakoż, podług Haszeta, 4 skrzydła wiatraku zwyczajnego, to iest takie które się obracają prawie pionowo, z których każde ma 11 metrów długości, a 2 metry szerokości, których oś pochyloną iest na 12 stopni do poziomu, mają siłę 3108 metrów sześciennych wody podniesionych na 1 metr wysokości, w przeciągu 24 godzin. Ztąd wypada, iż siła tych skrzydeł w iednéj sekundzie iest 36 kilogramów podniesionych na 1 metr. I to iest wyobrażenie siły wiatru w machinach.

Siły termiczne.

19. Wodę, wyskok winny, żywe srebro, i t. d. można przez ogrzewanie zamienić w parę, którzy sprężystość może być bardzo wielka, stósownie do gatunku płynu i stopnia rozgrzania. Takowe pary mogą być zastosowane do poruszania machin; nazywamy je *siłą termiczną* albo *cieplikową*.

20. Jeżeli wodę w kotle zamkniętym i niepełnym rozgrzewać będziemy, utworzy się para, która rozerwałaby z czasem kocioł niezawodnie, iakkolwiek byłby ten mocny i gruby, gdyby niebyło żadnego w nim otworu. Przypuśćmy więc, że jest otwór na wierzchu kotła, mający 1 centymer kwadratowy, i że ten otwór nakryty jest blaszką niemającą prawie żadnego ciężaru; kiedy więc sprężystość pary coraz się będzie powiększać, przyidzie czas, iż para wodna zacznie blaszkę podnosić; awtenczas między sprężystością pary a ciśnieniem czyli sprężystością powietrza atmosferycznego zachodzi równogaga. Wiemy iż ciśnienie powietrza mierzy się słupem żywego srebra, że do tego wymiaru narzędzie nazywa się *ciężkomierzem*, że przy powierzchni ziemi średnia wysokość słupa żywego

srebra w ciężkonierz, jest około 75 centymetrów; a tak, ponieważ podstawa słupa w naszej uwadze albo powierzchnia otworu w kotle jest 1 centymetr kwadratowy, zatem objętość tego słupa żywego srebra, będzie 75 centymetrów sześciennych, a ciężar jego 75 gramów. Lecz że żywe srebro prawie $13\frac{1}{2}$ razy cięższe jest od wody, przeto mnożąc 75 przez $13\frac{1}{2}$ otrzymamy 1012 gramów, albo okragło 1 kilogram. Para wody, pod ciśnieniem atmosfery, ma temperaturę 100° ciepłomierza stustopniowego, albo 80° Reomiura. Zwyczaj jest liczyć sprężystość pary wodnej na atmosfery; więc kiedy para ma 100° ciepła, sprężystość jej albo ciśnienie wyrównywa ciśnieniu lub sprężystości jednej atmosfery, krócej zaś mówi się, iż wyrównywa jednej atmosferze.

21. Gdybyśmy na blaszce pokrywającej otwór kotła, położyli 1 kilogram, a para wodna, nabrawszy większej sprężystości przez dłuższe ogrzewanie, zaczęła blaszkę podnosić, natenczas jej sprężystość oczywiście równa byłaby dwóm atmosferom, i t. d. Słowem kładąc na blaszce coraz większe ciężary, możemy przez ciągle ogrzewanie podnieść

sprężystość pary wodnej do 100 i więcej atmosfer.

22. Dalton robił doświadczenia nad sprężystością pary wodnej w różnych temperaturach, to jest w różnych stopniach ciepła tejże pary, a wypadki tych doświadczeń okazuje tablica następująca.

Temperatura pary w stopniach cieplomierza stu stopniowego.	Siła sprężystości pary wyrażona przez wysokość słupa żywego srebra w centymetrach.	Siła sprężystości pary wyrażona w atmosferach.
0. Lód topniejący	0.5	»
20°.	1.7	»
40°.	5.2	»
60°.	14.5	»
80°.	35.2	»
100°.	76.0	1.
120°.	144.9	1.9
140°.	235.6	3.1
150°.	289.6	3.8
160°.	342.	4.5
170°.	»	9.
200°.	»	23.

23! Chcąc mieć ciśnienie pary na ieden centymer kwadratowy, w kilogramach, potrzeba liczby w drugiéy kolumnie mnożyć przez gatunkowy ciężar żywego srebra, to iest przez 13.5, a iloczyn dzielić przez 1000. Albo inaczej; ile iest atmosfer w trzeciéy kolumnie, tyle kilogramów warto ciśnienie pary na ieden centymer kwadratowy.

24. Pan Clement w Paryżu doświadczył, iż 1 kilogram węgla drzewnych, wydaie 6 do 7 kilogramów pary wodnéy.

25. Co do objętości pary, iaką ta zajmuie, wiadomo oddawna, że z cała sześciennego wody, tworzy się niemal 1 stopa sześcienna pary; albo co iedno iest, iż para zabiera 1728 razy większą objętość, aniżeli woda z którégó powstała.

26. Para z kotła idzie przez rury do walca żelaznego, w którym znayduie się tłok, i takowy tłok podnosi lub naciska swoją sprężystością. Nayczęściéy tłok w machinach parnych miewa prędkość 2 metry na iedną sekundę. Przypuśćmy że średnica walca żelaznego iest 40 centymetr., że temperatura pary iest 140^o stustopniowych; powierzchnią dna tłoka wynaydziemy mnożąc kwadrat z promienia to

jest 400, przez stosunek okręgu koła do średnicy to jest przez 3,14; będzie zatem ta powierzchnia 1256 cent. kwadr. A ponieważ na 1 centymer kwadratowy, w temperaturze 140°, ciśnienie jest 3,1 kilogr. (podług nru 23); przeto mnożąc 1256 przez 3,1 otrzymamy 3893 kilogr. I to jest ciśnienie pary, które mnożąc przez prędkość, to jest przez 2 metry, będzie 7786 siłą pary wodnej na temperaturę 140°; w jednéj sekundzie.

27. Siła konia (podług nru 5) średnia, jest 105; a tak dzieląc 7786 przez 105 otrzymamy około 74 koni, to jest machina ta zastępuje siłę 74 koni. Nadto machina parna działa ciągle, a konie w dzień tylko działają, czyli przez połowę doby; dla téj więc przyczyny Anglicy w ocenianiu siły swoich machin parnych liczbę tę podwajają; pomnożywszy zatem 74 przez 2 mieć będziemy 148; i mówi się podług Anglików, iż machina taka silna jest na 148 koni, czyli zastępuje siłę albo działanie 148 koni.

Siły zależne.

28. Siły te zależą od innych sił wyżey wyrażonych. Naprzykład, ciężar w zegarze jest

siłą zależącą od siły ręki ludzkiej, która zegar nakręca, to jest od siły ręki człowieka, który ten ciężar podnosi do góry. Ciśnieniem takiej siły jest sam ciężar wyrażony w kilogramach, a prędkość jest ta, iaka będzie potrzebną stósownie do kombinacyi kół zębatych, do ciężaru skazówki, i t. d. którą znając lub naznaczając, łatwo wynaydziemy tę siłę zależną, mnożąc iey ciśnienie przez prędkość, iak we wszystkich innych gatunkach sił.

Opory.

29. Opory są dwoiakię: iedne właściwe a drugie przypadkowe. Opory właściwe są: 1ód przy noszeniu ciał; 2re. w gnieceniu. 3cie. rozciąganiu ciał; 4te. w uderzeniu; 5te. w rozdzielaniu. Oporami zaś przypadkowemi są: 1ód. ciężar pewnych części maszyny. 2re. tarcie. 3cie. niegiętkość sznurów. Na inne zaś opory, iakoto na opór od powietrza, na przyleganie, i t. p. względu niemamy w maszynach o których tu mówić sobie zamierzamy, ponieważ te ostatnie opory są bardzo małe.

30. Każdego oporu, podobnie iak każdej siły, miarą jest iego ciśnienie mnożone przez

iego prędkość. Wiemy że prędkość jest to droga ubieżona w iednéy naprzykład sekundzie czasu; lecz ieśli siła i opór tak są połączone iż mogą odbywać bieg kołowy, więc za prędkość można wziąć takie ilości, które są im proporcjonalne. Takimi zaś ilościami, proporcjonalnemi prędkościom, są okręgi kół kreślone od punktów silnego i opornego, średnice i promienie tychże kół. Często mechanicy promienie takowe nazywają *ramionami*.

Opór w przenoszeniu ciał.

31. Podnosić wodę, naprzykład ze studni, żórawiem, kołem, pompą, rozańcem, lub inną machiną, jest pokonywać opór w przenoszeniu, którego ciśnieniem będzie ciężar saméy tylko wody, prędkością zaś, prędkość iaką sobie zamierzamy, ieżli siła jest nieograniczona; lub też prędkość, iaka się pokaże z rachunku, ieżli siła jest dana.

Niech np. wiadro będzie walcem mającym średnicy 4 decymetry, a wysokości 5 decymetrów w świetle. Zaczém powierzchnią podstawy walca jest kwadrat z promienia mno-

żony przez stosunek stateczny 3, 14, to jest $2^2 \times 3, 14 = 12, 56$. Mnożąc zaś powierzchnią podstawy 12, 56 przez wysokość 5, otrzymamy blisko 63 decymetry sześciennie na objętość wody w wiadrze, albo co iedno jest 63 kilogramy na ciśnienie oporu. Jeżeli teraz prędkość dana, z jaką woda ma się podnosić, jest 4 decymetry, albo 0,4 metra, zatem wielkość oporu wynaydziemy mnożąc 63 przez 0,4. Jakoż $63 \times 0,4 = 25,2$ około.

Opór wgnieceniu.

32. Kiedy płaszczymy metale przy wyrobianiu blach, albo gdy płaszczymy nici w kalandrowaniu płótna, kiedy wyciskamy soki, albo oleie z roślin i t. p., doświadczamy oporu w gnieceniu, którego miarę trudno w teoryi naznaczyć. W tym więc przypadku rządzymy się samém tylko doświadczeniem. Gdzie są maszyny podobnego rodzaju w wielkiej liczbie, tam znane są z doświadczenia opory, doznawane w gnieceniu ciał rozmaitych; tam więc potrzeba zasięgać wiadomości takich oporów, albo robić doświadczenia nowe; albowiem teoryia nie nas w téj mierze nauczyć memoże.

Opory w rozcieraniu.

33. Nayglówniejszym w téj klassie oporem iest mielenie zboża we młynach. Machiny te są nayużyteczniejsze, i każdy konstruktor machin, znać ich teorią dokładnie powinien. Kiedy zboże miele się pomiędzy kamieniami poziomemi, z których wyższy tylko iest ruchomym, iakkolwiek wielki byłby ten kamień, byle zawieszony lekko na osi pionowéy, nieczyni sile 'pozioméy żadnego prawie oporu, ieżli się niedotyka kamienia spodniego; to iest małą bardzo siłą, iednym np. palcem, działając poziomo po styczney do okręgu kamienia, możemy obrócić kamień ważący kilka tysięcy kilogramów.

34. Lecz ieżli między kamieniami iest zboże, które ma być rozłarte od nich na mąkę, natenczas oporem iest pewne tarcie, które podług Fabra rowna się $\frac{60}{23}$ ciężaru kamienia, rozdzielonego przez liczbę obrotów tegoż kamienia w iednéy minucie. A znowu liczba obrotów kamienia w iednéy minucie, podług tegoż Fabra, powinna być 135 rozdzielona przez średnicę kamienia w metrach.

35. Niech średnica kamienia będzie 12 decymetrów, wysokość kamienia 4 decym. Kamień więc taki powinien się obracać na minutę razy $\frac{7}{1} \frac{85}{2} = 112$ blisko. Powierzchnia podstawy tego kamienia jest $6^2 \times 3,14 = 113$, którą mnożąc przez 4. otrzymamy 452 dec. sześciennych na objętość kamienia, co znaczy 452 kilogr.. gdyby to była woda. Lecz kamień, podług tablicy wyższej, jest dwa razy cięższy od wody, przeto ciężar jego będzie $452 \times 2 = 904$ kilogramy. Takowe 904 kil. dzieląc przez 112 obrotów, otrzymamy na wieloraz około 8 kil. a mnożąc 8 kil. przez $\frac{60}{3}$, będzie prawie 21 kilogr. na ciśnienie oporu tego kamienia w mieleniu zboża.

35. Opór tarcia kamieni ze zbożem, albo króćcy, opór zboża rozłożony jest po całej powierzchni dna kamienia: więc można uważać, iż ten opór zebrany jest w okręgu koła którego promień równy $\frac{2}{3}$ promienia kamienia, czyli 4 decymetrom. Okrąg należący do tego promienia jest $4 \times 2 \times 3,14 = 25,12$, albo około $2\frac{1}{2}$ metrów. A że kamień obraca się w minucie razy 112, przeto mnożąc $2\frac{1}{2}$ przez 112, otrzymamy 280 metrów na pręd-

kość w minucie; a tak prędkość w sekundzie wypadnie $6\frac{2}{3}$ metrów.

36. Jeżeli teraz ciśnienie oporu, to jest 21 kilog. pomnożymy przez prędkość czyli $6\frac{2}{3}$ metrów, mieć będziemy 140 na opór rozciągania albo na opór zboża.

Opór w uderzaniu.

37. Chcąc poznać iak się takowy opór wy-
nayduie, weźmy za przykład pal drewniany,
mający koniec zaostzony, a czasem nawet
żelazem okuty, który chcemy zabić pionowo
w ziemię. Takowy pal zabić można albo ręcz-
ną babą, albo kafarem i t. p. Weźmy przy-
padek bardzo prosty: niech ten pal ma być
zabity babą ważącą 200 kilogramów, zawie-
szoną na linie przechodzącéy przez krążek; a
do drugiego końca téy liny niech będzie
przydana siła pewnéy liczby ludzi. Ci lu-
dzie niech podnoszą babę do wysokości 13
decymetrów w iednéy sekundzie, puszczaią
wolno takową babę, która spadaiąc uderza
pal i zagłębia go w ziemię. Daymy że do zu-
pełnego zabicia pala, to jest kiedy baba od-
skakuie już od tego pala, potrzeba 5 peryo-

dów, każdy po 24 uderzeń. Ponieważ ciśnienie oporu baby równa się 200 kilogramom, a prędkość jest 1,3 metrów wsekundzie, zaczęć opór baby będzie 260. Takich uderzeń jest 120, więc summa oporów w 120 uderzeniach jest 31200; a że uderzenia przelewają się że tak powiem do pala, przeto cały opór pala, albo ziemi w którą pał wchodzi, jest 31200 w takim czasie, jaki potrzebny jest na 120 uderzeń i 5 odpoczynków.

Daymy że podniesienie baby trwa $1\frac{1}{2}$ sekundy, więc 120 podniesień potrzebią 180 sekund. Spadek baby niech potrzebuje 1 sekundy, więc 120 uderzeń wymagaia 120 sekund. Niech 6 odpoczynków potrzebią 240 sekund; zatem cały czas na zabicie pala jest 540 sekund: a dzieląc 31200 przez 540, otrzymamy blisko 58, co odpowiada sile 6 ludzi; lecz że czas na samo podnoszenie baby jest trzecią częścią czasu całkowitego, przeto liczbę tę ludzi potrzeba potroić, to jest, wziąć 21 ludzi do zabijania tego pala.

Okazałem tu tylko sposób, iak można ocenić cały opór pala, chociaż w praktyce ta wiadomość jest mniéy potrzebna.

Opór w rozdzielaniu.

38. Weźmiemy za przykład przecinanie drzewa piłą, rękami lub machiną. Podług doświadczeń Langsdorfa, dwóch ludzi przecięli w godzinie 42 stóp kwadratowych paryskich sośniny surowéy. Obracając stopy te na metry i dzieląc przez 3600, to jest przez liczbę sekund w godzinie, otrzymamy na powierzchni przecięcia sośniny surowéy, 0,00123 metrów kwadratowych w sekundzie. Siła zaś dwóch ludzi w sekundzie jest około 16; albo co iedno jest, opór odpowiadający powierzchni 0,00123 metrów kwadr. jest 16. Chcąc zatem wynaleźć opór na iakąkolwiek inną powierzchnią daną przecięcia sośniny surowéy, np. na 1. decymetr kwadratowy, czyli na 0.01 metra, potrzeba ułożyć proporcją następującą: $0,00123:16=0,01:x$ ztąd $x=130$. I to jest opór sośniny surowéy w iednég sekndzie na powierzchnią iednego decymetra kwadratowego.

39. Gdybyśmy chcieli wynaleźć ciśnienie tego oporu, potrzeba 130 podzielić przez prędkość piły, albo przez prędkość dwóch ludzi, którzy drzewo przecinaia, to jest przez

7 decymetrów, a otrzymamy na wieloraz 186 kilogramów na ciśnienie oporu drzewa sosnowego w iednéy sekundzie, na powierzchnią iednego decymetra kwadratowego.

*Opór od ciężaru składowych części
machiny.*

40. Kiedy części maszyny składają się z bezwładnéy i ciężkiéy massy, kiedy siła niemoże działać wprost na właściwe opory, niedziałając na tę masę, więc muszą byź różne części maszyny poruszane od siły, a tém samém, musi być pewny opór do pokonania, pochodzący od ciężaru takowych części.

41. Opór takowy łatwo ocenić. Przypuszczamy albowiem iż cały ciężar ciała zebrany iest w iednym punkcie, zwanym środkiem ciężaru ciała danego; a tém samém, kiedy punkt ten iest znany i ciężar ciała wynaleziony, łatwo otrzymamy opór pochodzący od ciężaru tegoż ciała.

42. Kiedy np. wyciągamy wodę ze studni wiadrem zawieszoném na łańcuchu; natenczas prócz wody musimy wyciągać wiadro i łańcuch. Środek ciężaru wiadra i łańcucha znay-

duie się na ich osi pionowéy .Na opór więc wiadra lub łańcucha, potrzeba summę ich ciężarów, która iest ciśnieniem tego oporu, pomnożyć przez prędkość ziaią wiadro postępuie do gury.

43. Za drugi przykład weźmy drąg rodzaju drugiego, którego podpora iest na iednym, siła zaś na drugim końcu, a ciężar lub iakikolwiek opór do podniesienia iest między siłą a podporą. Siła zatém, oprócz oporu danego, musi podnosić i ciężar drąga. Drąg ma swój pewny środek ciężaru, w którym można uważać cały ciężar iego zebrauy. Ten punkt w biegu opisuie pewny łuk koła, a tém samém ten punkt ma pewną prędkość; drąg zaś ma pewny ciężar: ieżeli więc ciężar drąga, który iest ciśnieniem tego oporu, pomnożymy przez prędkość owego środka ciężaru, otrzymamy opór pochodzący od ciężaru drąga.

Opór tarcia.

44. Tarcie w machinach iest znacznym oporem. Mamy wzgląd tylko na tarcie rodzaju pierwszego, iakie iest np. między czopem a panewką, między osią powozu a piastą koła i t.p., ponieważ tarcie rodzaju drugiego, to iest w

toczeniu iednego ciała po drugim, tak bywa małe, iż niewarto ie wprowadzać w rachunek.

45. Z doświadczeń Kulomba okazało się, że kiedy machina iest w ruchu, kiedy części podlegające tarcia są tłustością lub mydłem przyzwoicie naprowadzone podług gatunku materyałów, kiedy części te iuż są dobrze otarte, natenczas: ciśnienie tarcia względem ciśnienia prostopadłego do powierzchni tarcia iest,

drzewa o drzewo, lub żelaza o żelazo $\frac{6}{8}$.

żelaza o drzewo lub o mosiądz $\frac{1}{8}$.

Ułamek ten nazywa się współczynnikiem tarcia.

46. Obaczmy teraz iak takowe tarcie wynaleść w iakiéykolwiek machinie.

Weźmy za przykład drąg rodzaju pierwszego, który ma dwa czopy żelazne, obracające się w panewkach mosiężnych. Siła i opór działają na końcach drąga tego w kierunkach pionowych na dół. Więc siła i opór przyczyniaia się do sprawienia tarcia czopów o panewki. Nadto, ciężar drąga razem z ciężarem czopów zebrany w środku ciężaru i działający pionowo nadół, sprawia także pe-

wną część tarcia. Niech ciśnienie oporu będzie 60 kilogramów, ciśnienie siły niech będzie 10 kil., ciężar drąga i czopów 2 kil. Ponieważ te siły i opory działają pionowo na dół, więc cisną na panewki całkowitemi swoimi ciśnieniami; ich zaś summa jest 72 kil. A że ciśnienie tarcia, podług nru 45, jest w naszym przypadku $\frac{1}{8}$ częścią ciśnienia prostopadłego do powierzchni tarcia, przeto takowe ciśnienie tarcia będzie $72 \times \frac{1}{8} = 9$ kilogramom.

Niech dalej ramie czyli promień siły będzie 7 metrów, a promień czopa 2 centymetry, niech prędkość siły będzie 8 decymetrów; więc prędkość tarcia wynaydziemy przez proporcją następującą;

$7:0,02=0,8:x$; ztąd $x=0,002$ metrom, albo 2 millimetrom blisko: a mnożąc ciśnienie wyżej wynalezione tarcia, to jest 9 kil. przez prędkość tarcia 0,02, otrzymamy 0,018 na wartość tarcia w téj machinie.

47. Weźmy inny przykład tarcia. *fig. 1.* Wał poziomy na dwóch czopach żelaznych osadzony w panewkach żelaznych, nie jest wszędzie iednakowéj grubości. Cały wał niech będzie długi na 9 metrów, a środek cię-

żaru *c*, wału, czopów i ryf żelaznych po końcach tegoż wału, niech będzie oddalony od końca cieńszego *a* na 5 metrów, a tém samém od końca grubszego *b*, na 4 metry; przeto większe iest ciśnienie tarcia czopa *b* przy końcu grubszym wału, aniżeli czopa *a* przy końcu cieńszym tegoż wału. Niech ciężar wału będzie 972 kilog. Ciśnienie zatém tarcia obu dwóch czopów o swoje panewki, podług nru 45, będzie $972 \times \frac{1}{6} = 162$ kilogramom. A chcąc wynaleśdź takowe ciśnienie na każdy czop, potrzeba ułożyć dwie proporcye następujące:

$$\text{na czop } a, \quad . \quad . \quad 9:4=162: x$$

$$\text{na czop } b, \quad . \quad . \quad 9:5=162: x$$

Z pierwszhey proporcyi wynaydziemy 72 kil. a z ostatnihey 90 kil.-- A tak ciśnienie czopa lewego o swoją panewkę iest 72 kil.,--prawego zaś iest 90 kilogramów.

48. Chociaż ciśnienie tarcia iest odwrotnie proporcjonalne odległości czopów od środka ciężaru, iednak sam opór tarcia czopów o panewki może być iakikolwiek, bo ten zależy ieszcze od prędkości okręgów czopów, prędkość zaś tych okręgów czopów zależy od prędkości wału. Niechże więc wał obraca się 40.

razy na minutę, niech promień czopa lewego zamyka dwa centymetry, prawego zaś 3 centymetry. Okrąg czopa lewego będzie $2 \times 2 \times 3,14 = 12,56$ centymetrom, albo 0,1256 metrom, Każdy punkt wału i czopów ubiega w iednėy sekundzie $\frac{40}{60}$ albo $\frac{2}{3}$ części swojego okręgu, zacząćm mnożąc 0,1266 przez $\frac{2}{3}$, otrzymamy 0,08 niemal na prędkość okręgu czopa lewego, albo co iedno iest, na prędkość tarcia w tém mieyscu: lecz ciśnienie tego tarcia było 72 kilogramy, przeto mnożąc ciśnienie 72 kil. przez prędkość 0,08, mieć będziemy 5,76 na tarcie czopa lewego *a*, o swoją panewkę.

Podobnym sposobem postępując, otrzymalibyśmy 11,3 na opór tarcia czopa prawego *b*, o swoją panewkę.

49. Weźmy za trzeci przykład tarcie czopa o panewkę wrzeciona, we młynie zbożowym, pionowego w końcu niższym. Czop ten trze się o powierzchnią tylko poziomą panewki. Niech czop i panewka będą stalowe, niech ciężar kamienia i wrzeciona będzie 600 kilogramów: więc ciśnienie tarcia będzie $600 \times \frac{1}{6} = 100$ kil. Można przypuścić iż to ciśnienie zebrane iest w tymże okręgu koła, w którym znayduie się środek ciężaru powierzchni

tarcia, to jest w okręgu koła, którego promień jest $\frac{2}{3}$ promienia czopa w końcu najniższym. Niech promień czopa dolnego będzie 3 centymetry, więc $\frac{2}{3}$ części tego promienia będą 2 centymetry, a jego okrąg będzie $0,02 \times 2 \times 3,14 = 0,1256$. Niech kamień obraca się 110 razy na minutę, więc liczba obrotów w sekundzie będzie $\frac{110}{60} = \frac{11}{6}$, przez którą mnożąc 0,1256, otrzymamy 9,23 blisko, na prędkość tarcia w iednéj sekundzie w natrach. A tak mnożąc ciśnienie tarcia 100 kilogram. przez prędkość 9,23, mieć będziemy liczbę 23, na opór tarcia czopa dolnego o swoją panewkę.

50. Oprócz doświadczeń Kulomba na tarcie, są jeszcze inne szczególne przypadki w których tarcie bardzo się różni od wyżéj okazanych stosunków. Jakoż ciśnienie tarcia palców o cewy, podług Belidora, jest $\frac{1}{18}$ ciśnienia prostopadłego do powierzchni tarcia; lecz Eitelwein dokładniéj uważał tarcie w kołach i sztabach zębatych o latrnie i tryby, dzieląc takowe tarcie na sześć przypadków.

51. Ciśnienie tarcia koła gwiazdowego z latarnią równe $\frac{1}{12}$ części ciśnienia prostopadłego, mnożonéj przez stosunek liczby pal-

ców lub zębów do liczby cew, i przez współczynnik tarcia.

Naprzykład. niech koło gwiazdowe ma zębów 54, latarnia niech ma cew 6; ciśnienie prostopadłe niech wynosi 100 kilog. a palce i cewy są drewniane; zaczęm ciśnienie tarcia będzie $100 \times \frac{1}{12} \times \frac{54}{6} \times \frac{1}{6} = 13$, prawie kilogramów.

52. Ciśnienie tarcia koła gwiazdowego z trybem równa się $\frac{1}{5}$ ciśnienia prostopadłego, mnożonéy przez stosunek palców do cew i przez współczynnik tarcia.

Przykład. Niech koło gwiazdowe żelazne ma zębów 32, tryb zaś mosiężny niech ma skrzydełek 8, a ciśnienie prostopadłe niech będzie 100 kil.; zaczęm ciśnienie tarcia będzie $100 \times \frac{1}{5} \times \frac{32}{8} \times \frac{1}{8} = 16$, prawie kilogr.

53. Ciśnienie tarcia w kole koronowém i latarni równe $\frac{1}{9}$ ciśnienia prostopadłego mnożonéy przez współczynnik tarcia.

Przykład. Niech będzie koło koronowe i latarnia, iak pospolicie w naszych młynach zbożowych, drewniane, a ciśnienie prostopadłe przypuścmy że jest 100 kil. Więc ciśnienie tarcia będzie $100 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{6} = 5\frac{1}{2}$ prawie kilogramom.

54. Ciśnienie tarcia koła koronowego z trybem, równe jest ciśnieniu prostopadłemu mnożonemu przez współczynnik tarcia.

55. Ciśnienie tarcia między sztabą a latarnią wyrównywa połowie ciśnienia prostopadłego mnożony przez współczynnik tarcia.

Przykład weźmy z naszych zwyczajnych tartaków, i niech ciśnienie prostopadłe będzie 100 kil; zaczem na ciśnienie tarcia otrzymamy $100 \times \frac{1}{6} = 8$ prawie kilogramów.

56. Ciśnienie tarcia sztaby zębatej z trybem równe jest ciśnieniu prostopadłemu mnożonemu przez współczynnik tarcia.

Przykład weźmy z lewaru do podnoszenia powozów, i niech ciśnienie będzie 100 kil.; zaczem na ciśnienie tarcia otrzymamy $100 \times \frac{1}{6} = 17$ prawie kilogramom.

57. Ciśnienie tarcia sznura o wał drewniany zależy od liczby nawinień tego sznura i od ciężaru przy końcu sznura. Według rachunku Proniego, na liczbę nawinień o . ciśnienie tarcia $= o$.

na $\frac{1}{4}$ nawinięcia, ciśnienie $\frac{2}{3}$ ciężaru.

na $\frac{1}{2}$ " " $= \frac{2}{3}$ ciężaru.

na 1 nawinięcie " $= 7$ ciężarom.

na 2 nawinięcia, ciśnienie ≈ 65 ciężarom.

na 4 " " ≈ 4347 ciężarom.

58. Gdyby zaś wypadły jakie szczególne ciała i gatunki tarcia wiakiéy machine, których podług wymienionych prawideł niemożlibyśmy ocenić, natenczas należałoby zrobić doświadczenie, aby otrzymać spółczynnik tarcia, to jest stosunek oporu tego do ciśnienia prostopadłego na powierzchnią tarcia.

Opór niegiętkości sznurów.

59. Przez niegiętkość lub tęgosc sznurów rozumiemy opór, jaki sprawiają sznury przycinane w machinach do ciał okrągławych, iakoto: do wałów, krążków, i t. d.

60. Ciśnienie tego oporu, popług Kulomba, równe jest ciężarowi do sznura przyłożonemu, mnożonemu przez stosunek promienia sznura, do promienia krzywizny ciała, na które sznur się nawia. Niech np. ciężar wiszący na sznurze będzie 1500 kil.; promień sznura 2 centymetry, promień krążka lub wału 3 decymetry; więc ciśnienie niegiętkości tego sznura będzie $1500 \times \frac{2}{3} = 1000$ kilogramom. Niech teraz krążek lub wał obraca się

20 razy na minutę, albo $\frac{20}{60} = \frac{1}{3}$ raza na sekundę. Promień należący do oporu niegiętkości sznura; równa się summie promieni wału i sznura; bo ten opór uważa się, iż jest działającym w kierunku osi sznura. Summa tych promieni jest 0,32, a okrąg tego promienia będzie 2. 0096, który mnożąc przez $\frac{1}{3}$, otrzymamy 0,67, na prędkość niegiętkości sznura. Mnożąc nakoniec ciśnienie niegiętkości sznura czyli 100, przez 0,67, będzie 67 wartością oporu sprawionego od niegiętkości tego sznura.

Moc organów w machinach.

61. Moc organów machin, składa się z mocy szczególnych części, iakiemi są: wały, osi, czopy, łopatki, ramiona kół, zęby, cewy, słupy, rygle i t. d.

62. Rondelet uważa opór w drzewie trojaki: to jest: 1^{ód.} opór pochodzący od przylegania włókien; 2^{re.} opór poziomy; 3^{cie.} opór pionowy.

63. Kiedy drzewo mocno jest przytwierdzone iednym końcem do pewnego punktu stałego, np. w górze, a na drugim końcu wieszają się następnie coraz większe ciężary,

aż dopóki niezerwie się takowe drzewo, więc opór w tym przypadku wywarty na siłę ciągnącą lub ciężary nazywa się przyleganiem włókien.

64. Przyleganie włókien podług Rondeleta, w dębinie, na 1 millimetr kwadratowy powierzchni przecięcia drzewa w poprzek, iest około 10 kilogramów. Nadto Rondelet radzi, aby siła odpowiadająca temu oporowi, niebyła większą nad $\frac{1}{10}$ część tego oporu, dla bezpieczeństwa, mając wzgląd na wszelkie przypadki.

Przykład. Niech belka dębowa wisząca, ma szerokości 3 decymetry, a grubości 2 decymetry: chcąc znaleźć w niej opór przylegania włókien, zamieniam miary dane na millimetry; mnożę szerokość przez grubość, a iloczyn mnożę przez 10 kil.; otrzymam ztąd opór całkowity przylegania włókien, którego część dziesiąta będzie wartością siły lub ciężaru sprzeciwiającego się temu oporowi. Wykonuywając wskazane działania, otrzymamy $300 \times 200 \times 10 = 600000$ kil. na ciśnienie oporu przylegania włókien, a zaś 60000 kilogramów na ciśnienie siły przeciwnéj.

65. Kiedy belka wsparta jest końcami na dwóch podporach, a przy środku iéy przyłożona siła lub ciężar taki, który naprzód belkę ugina, a potem łamie; wtedy siła albo moc zia-
ką się drzewo opiera temu ciężarowi łamią-
cemu, nazywa się *oporem poziomym*.

66. Opór poziomy pierwiastkowy w dębinie, podług Rondeleta, na 1 milimetr sześcienny jest 5 kilogramów. Na wynalezienie zaś oporu poziomego w innych wymiarach danych, tenże Rondelet podaje правило następujące: *potrzeba opór pierwiastkowy mnożyć przez kwadrat z grubości i przez szerokość, a iloczyn podzielić przez długość, byle wszystkie wymiary były w millimetrach; dla wszelkiego zaś bezpieczeństwa potrzeba wziąć tylko $\frac{1}{10}$ część téj wartości.*

Przykład. Niech grubość pionowa belki dębowéy będzie 5 decymetrów, szerokość pozioma 25 centymetrów, a długość 4 metry. Podług przwidła Rondeleta, opór téj belki dębowéy poziomy będzie: 5 kilogram.
 $\times 500 \frac{2 \times 25}{4000} = 781,25$ kilogramóm, którego część dziesiąta jest 78,12 kil. Podług doświadczeń Buffona wypadaloby 7934 kilog.; więc ró-

źnica w wypadkach jest o $\frac{1}{65}$ część, co jest aż nadto dostatecznym w praktyce.

67. Kiedy słup pionowy mocno na podstawie stojący, naciskamy z góry ciężarami, słup ten drewniany, naprzód będzie się przeginać, a potem się złamie. Opór ten drzewa nazywa się *oporem pionowym*.

67. Opór pionowy w dębinie, na 1 millimetr sześcienny, podług Rondeleta, jest $4\frac{1}{2}$ kilogramów.

69. Nadto, potrzeba mieć jeszcze wzgląd na stosunek wysokości do grubości drzewa.

Jakoż podług doświadczeń *Rondeleta*:

Na sześciu wysoki 1... opór jest 1.

Na sztukę wysoką 12... opór jest $\frac{5}{6}$.

„ „ 24. „ $\frac{1}{2}$.

„ „ 36. „ $\frac{1}{3}$.

„ „ 48. „ $\frac{1}{6}$.

„ „ 60. „ $\frac{1}{12}$.

70. Rondelet radzi i w oporze pionowym, dla bezpieczeństwa, brać część tylko $\frac{1}{10}$ tegoż oporu jaki się pokaże z rachunku.

71. Ztąd wypada prawidło na wyrachowanie oporu pionowego dębiny następujące: *powierzchnią przecięcia słupa, w millimetrach kwadratowych, pomnożyć przez $4\frac{1}{2}$, a ilo-*

czynu wziąć taką część, iaka iest wskazana w nrze 69, nakoniec ostatniego wypadku wziąć część dziesiątą dla bezpieczeństwa.

Przykład. Chcemy wiedzieć ile słup pionowy dębowy, 5 metrów wysoki, 2 decymetry szeroki, 2 decymetry gruby, wytrzymać może bezpiecznie ciężaru. Podług pravidła poprzedzającego, powierzchnia przecięcia poprzek tego słupa iest $200 + 200 = 40000$ milim. kwadr., którą mnożąc przez $4\frac{1}{2}$ będzie 180000 kil-, A ponieważ wysokość iest 25 razy większa od grubości, przeto podług tablicy w nrze 60, wziąć potrzeba téj summy prawie połowę: dzieląc zatem 180000 przez 2, otrzymamy 90000, a dla bezpieczeństwa biorąc ostatniego wypadku część $\frac{1}{10}$, będzie opór pionowy słupa danego 90000 kilogramów.

72. Poznaliśmy już sposoby, iakiemi wynayduią się wszystkie trzy opory dębiny. Inne materyały są słabsze lub mocniejszy od dębiny, dosyć więc nam poznać stosunki tych mocy, w każdym gatunku oporu, abyśmy mogli obliczać opory każdego innego materyału danego. Zebrałem przeto w tablicy następującéy, tak z Rondeleta, iakoteż

z Encyklopedii angielskiéy amerykańskiéy, niektórych potrzebniejszych materyałów stosunki oporów do oporu dębiny, biorąc opór poziomy dębiny za 100.

	Opór przyle- gania włókien.	Opór poziomy	Opór pionowy
Sośnina	125	92	85
Jaworzyna	100	80	90
Jasienina	180	107	111
Klonina	209	109	84
Grabina	219	103	102
Olszyna	208	64	78
Żelazo lane	. . .	200	. . .
Żelazo kute	. . .	336	. . .
Stal	. . .	480	. . .
Miedź	. . .	136	. . .
Mosiądz	. . .	204	. . .
Cyna	. . .	20	. . .
Zynk	. . .	10	. . .
Dębina	187	100	81

Przykład. Chcemy wiedzieć iak wielki ciężar może znieść stół na czterech nogach sosnowych, których grubość 3 centymetry w kostkę, a wysokość 1 metr.

Jest to opór drzewa pionowy. Liczymy więc naprzód na dębinę, podług nru 71, mnożąc $30 + 30 = 900$ przez $4\frac{1}{2}$, a otrzymamy 4050. A ponieważ wysokość jest 33 razy większa od grubości, więc podług nru 69, wziąć potrzeba téj summy około $\frac{1}{3}$, dzieląc zatem przez 3, będzie 1350 kil., których część $\frac{1}{10}$ wynosi 135 kil. A że opór pionowy dębiny do oporu pionowego sośniny, podług nru 72, jest iak 81:85, przeto potrzeba ułożyć taką proporcją:

$81:85=135:x$, ztąd $x=141\frac{1}{2}$ kilogr. na opór pionowy iednéj nogi, a tak na opór pionowy nóg czterech będzie oczywiście $141\frac{1}{2} + 4 = 566$ kilogramów.

Co do walców dętych, Duleau z doświadczenia wynalazł takie prawidło: iż ma się opór rury dętej żelaznej do oporu walca pełnego téj saméj średnicy zewnętrznej, iak różnica czwartych potęg ze średnic zewnętrznej i wewnętrznej, do czwartéj potęgi ze średnicy zewnętrznej.

Przykład. Niech ieden walec dęty żelazny ma średnicę zewnętrzną 4 decymetry, a wewnętrzną 3 decymetry, drugi zaś walec pełny ma średnicę 4 decymetry; zaczęm podług tego prawidła, ma się opór walca dętego, do oporu walca pełnego iak $4^4 : 3^4$ albo iak 256, albo nakoniec iak 175 : 256. Obiętości tych walców są iak 11 : 25; ztąd więc pokażue się, iż kiedy objętości w większym są daleko stosunku niżeli opory, przeto możemy znacznie oszczędzić materyału dając walce, np. wały do machin dęte.

74. Na czopy z żelaza lanego do wałów, Robertson Buchanan podae prawidło następujące: ciężar koła, wału i t. d. w kilogramach, podzielić przez 40, z wielorazu wyciągnąć pierwiastek sześcienny, a potem znowu podzielić przez 40, a otrzymamy średnicę czopa w metrach.

Przykład. Niech koło wodne z ramionami, łopatkami, wałem i okuciem waży 1000 kilogramów. Średnicę czopa z żelaza lanego do tego wału wynaydziemy tym sposobem: dzielimy 1000 przez 40, na wieloraz otrzymamy 25, z téy liczby pierwiastek sześcienny blizki iest 3, dzieląc 3 przez 40, będzie $\frac{3}{40}$ metra, al-

bo $7\frac{1}{2}$ centymetrów, i to jest średnica czopa z żelaza lanego do tego wału.

75. Jeżeli chcemy wynaleźć średnicę czopa z innego materiału, więc wynalazłszy takową średnicę z żelaza lanego podług podanego prawidła, potrzeba ją wynieść do sześciannu, ten sześciann pomnożyć przez stosunek oporu poziomego żelaza lanego do oporu poziomego tego materiału, podług liczby 72, a z mnogości wyciągnąć pierwiastek sześcienny.

Przykład. Do tego samego wału co wyżej pod liczbą pod liczbą 74, gdybyśmy chcieli wynaleźć średnicę czopów z żelaza kutego, potrzeba wynalezioną średnicę z żelaza lanego $\frac{3}{4}$ wynieść do sześciannu, a otrzymamy $\frac{27}{64000}$, dalej pomnożyć ten sześciann przez $\frac{200}{330}$ wzęty z tablicy pod liczbą 72, a będzie 0,000251. Z téj liczby wyciągając pierwiastek sześcienny otrzymamy $\frac{6}{4}$ millimetry na średnicę czopów z żelaza kutego do tego samego wału.

76. Co do sztuk drzewa poziomo leżących ieszcze Leibnitz dowiódł, iż kiedy końce drzewa mocno są w mur wpuszczone, lub jakimkolwiek sposobem mocno utrzymane, drzewo takie dwa razy większy wytrzymaie ciężar,

od ciężaru, któryby mógł złamać drzewo, gdyby końce iego były wolne.

Przykład. Kanapa ma dwie cargi, albo 2 rygle podłużne, których końce są mocno wpuszczone. Rygiel ieden jest iesionowy długi 3 metry, szerokość pozioma iego jest 2 centymetry, a grubość pionowa 7 centymetrów, potrzeba znaleźć iak wielki ciężar może bydź położony na środku tego rygla bez piecznie.

Szukaymy naprzód oporu poziomego rygla dębowego: podług nru 66 wypadnie ten opór 163. Zamieniając dębinę na iasieninę, będzie, podług nru 73; $100:107=163:174$ kilogramów, gdyby końce były tylko wolno wsparte; lecz że końce téy cargi są mocno wpuszczone, więc podług nru 76, potrzeba ten opór podwoić, a otrzymamy 348 kilogr. Dla bezpieczeństwa zaś biorąc tylko część $\frac{1}{10}$ tego oporu, mieć będziemy około 35 kilogramów: a tak na tym ryglu na środku nie może więcéy leżeć nad 35 kilogramów. Ciężar większy od 35 kilogramów będzie rygiel uginać, a ciężar 10 razy większy ten rygiel złamie.

77. Wiadomo iest także iż ciężar rozłożony iednostaynie po³ całej belce leżący poziomo, dwa razy może bydź większym od ciężaru leżącego na środku takowey belki.

78. Na opór kotłów żelaza lanego do machin parnych, albo do iakiegokolwiek bądź użycia Oliwer Evans podaie prawidło następujące: średnicę kotła w metrach rozmnożyć przez ilość kilogramów wyrażających ciśnienie pary na 1 centymetr kwadratowy, a téj mnogości wzięwszy część $\frac{1}{8}$, ta będzie grubością żelaza lanego do kotła w millimetrach.

Przykład. Niech średnica kotła walcowego będzie 1. metr, a ciśnienie pary, niech będzie równe 100 atmosferom, albo co iedno iest na 1 centymetr kwadratowy 100 kilogramów; zaczęm grubość żelaza lanego do kotła będzie $1 \times \frac{100}{8} = 12\frac{1}{2}$ millimetrów.

Gdybyśmy wzięli średnicę kotła 1 metr, a ciśnienie pary równe iedney atmosferze, albo na 1. centymetr kwadratowy równe 1. kilog. otrzymalibyśmy na grubość żelaza lanego do kotła $\frac{1}{8}$ millimetra. Jest to ilość zaledwo okiem doyrzana, dla tego iednak prawidło Evensa iest dobre, chociaż odlać tak cienkiego kotłaniepodobna. Ale Evans podnosił sprę-

żytość pary do bardzo wysokiego stopnia i tam chciał się upewnić o mocy kotłów, aby uniknąć przypadków, a podług swego prawidła dając grubość żelaza lanego przekonał się, iż kotły tak nadzwyczajne ciśnienie wytrzymywały.

79. Moc zębów lub palców w kołach zębatych proporcjonalna bydź powinna ciśnieniu prostopadłemu do ściany palca, a palce lub zęby powinny wytrzymać takowe ciśnienie. Dział w kole maszyny dobrze wykonany dzieli się zwyczajnie w grubych maszynach na 9 części równych, z których 4 bierze się na grubość palca lub zęba, a 5 części na pole między niemi: a tak moc zębów lub palców jest także proporcjonalna działom kół zębatych. Mając zaś dział, można już wyaleśdź łatwo grubość zębów lub palców. Podamy więc prawidło na wynalezienie działu do kół z palcami drewnianemi grabowemi.

80. Z liczby wyrażający ciśnienie oporu prostopadłego do ścianki palca w kilogramach, wyciągnąć pierwiastek kwadratowy, a ten będzie działem odpowiadającym w centymetrach do kół z palcami drewnianemi grabowemi.

Przykład. Weźmy maszynę ręczną jakąkolwiek, w której byłaby oś pozioma z kor-

bą mającą 5 decymetrów promienia, i na téj
 osi niech będzie tryb drewniany, którego
 promień działowy jest 1 decymetr. Siłą przy
 korbie niech będzie siła iednego człowieka,
 możemy przeto wziąć iéy ciśnienie dla bez-
 pieczeństwa 13 kilogramów; to ciśnienie gdy-
 by odniesionem było do promienia latarni, by-
 łoby 5 razy większém, bo promień latarni jest
 5 razy mnieyszém od promienia korby; by-
 łoby przeto $13 \times 5 = 65$ kil.; pierwiastek kwa-
 dratowy z téy liczby jest blisko 8, więc dział
 do tego trybu, a tém samém do tego koła
 będzie 8 centymetrów na palce grabowe.
 Gdybyśmy zaś chcieli takowe palce lub zęby
 robić z innego materyału, więc podług liczy-
 by 72, łatwo znajdziemy wartość na inny ma-
 teryał. Chcemy np. dadź zęby żelazne kute;
 więc wynosząc 8 do potęgi drugiéy będzie
 64, mnożąc 64 przez 103, a dzieląc iloczyn
 przez 336 otrzymamy blisko 20, a pierwiastek
 kwadratowy z téy liczby jest blisko $4\frac{1}{2}$; zaczął
 dział do tego trybu i koła na zęby żelazne kute
 będzie $4\frac{1}{2}$ centymetrów. Dzieląc teraz $4\frac{1}{2}$ cent.
 przez 9, otrzymamy na wieloraz 5 millimet.
 a mnożąc 5 mill. przez 4, mieć będziemy 2

centymetry na grubość zębów z żelaza kute-
go do naszéy maszyny.

81. Buger (Bouguer) podaje prawidło na
wynalezienie ciężaru liny albo sznura, takie:
kwadrat z obwodu sznura w centymetrach po-
mnożyć przez długość sznura w metrach, a
mnogość rozdzielić przez 107, otrzymamy cię-
żar sznura danego, albo liny w kilogramach.

Przykład. Sznur dany ma obwodu 10 cent.
a długości 60 metrów. Zaczém kwadrat z 10
czyli 100, mnożąc przez 60 będzie 6000,
dzieląc nakoniec 6000 przez 107 otrzymamy
około 56 kilogramów na ciężar sznura danego.

82. Tenże sam Buger na moc sznura po-
daie prawidło następujące: okrąg sznura w
centymetrach wynieść do kwadratu, a ten
rozmnożyć przez 38, wypadnie ztąd ciężar
w kilogramach iaki sznur ten znieść może.

Przykład. Okrąg sznura jest 10 centyme-
trów, kwadrat z 10 jest 100, mnożąc 100
przez 38, będzie 3800 kilogramów na opór
sznura danego

Równowaga w dragu.

83. Wszystkie maszyny pojedyncze albo le-
piéy wszystkie organa odmieniałące, mogą

bydź wytłumaczone co do działania przez działanie drąga. Wiemy iż w drągu ciśnienie siły z ciśnieniem oporu, są w stosunku odwrotnym ramion drąga, albo lepiéy są w stosunku odwrotnym promieni kół, które te siły i opory opisują. Niech na przykład będzie drąg iakikolwiek, *fig. 2*, którego podpora jest w punkcie *p*, siła działa w kierunku *as*, opór działa w kierunku *bo*; i niech czynią z sobą równowagę: więc ma się ciśnienie siły, do ciśnienia oporu, iak *bp*, do *ap*. Ilości te *bp*, *ap*, zastąpić mogą prędkości siły i oporu, ponieważ są im proporcjonalne; przeto w téy proporcyi mnożąc wyrazy skrajne przez siebie, a średnie przez siebie, otrzymamy dwa iloczyny równe, wyrażające siłę i opór: przeto w drągu *siła równa oporowi*.

84. Ztąd wypada, iż gdybyśmy chcieli siłę działającą w punkcie *a* i w kierunku *as*, odnieść do innego punktu *c*, i mającą działać w innym kierunku *cr*, potrzeba iéy ciśnienie odmienić tak, aby obadwa były odwrotnie proporcjonalne promieniom. Nazywam *ap*. promieniem *dawnym*, a zaś *cp*. promieniem *nowym*: więc chcąc odnieść siłę daną do punktu *c*, mającą działać w kierunku

cr, należy iéy ciśnienie mnożyć przez promień dawny *ap*, a iloczyn dzielić przez promień nowy *cp*, aby otrzymać ciśnienie téy siły, która ma działać w kierunku *cr*.

Przykład. Niech ciśnienie siły działaiący w kierunku *as*, będzie 12 kilogramów, promień dawny *ap*, niech będzie 3 metry, promień nowy *cp*, niech będzie 2 metry: więc ciśnienie siły, która ma bydź przyłożona w punkcie *c*, i działać w kierunku *cr* będzie $12 \times \frac{3}{2} = 18$ kilogramom. Zapomocą tego iedynego sposobu i poprzedniczych wiadomości, potrafimy wyrachować każdą machineę, co do sił, oporów, skutku i t. d.

Równowaga w machinach.

85. W każdéy machine odniosłszy wszystkie siły i wszystkie opory właściwe i przypadkowe do iednego punktu, ieżeli ta machina była iuż w zupełnym biegu, *summa sił równa będzie summie oporów*, albo co iedno iest: *siły z oporami, w ruchu, są w równowadze*. Jest to prawda fundamentalna, oczywista, niepotrzebuiąca żadnych dowodów, zapomocą którey możemy wyrachować siły lub opory w każdéy machine.

86. Aby siła mogła pokonać łatwo opór, powinna być w każdej maszynie tak nazwana *przemoc*, w pierwszym zaraz organie odmienniającym ze strony siły; to jest ramie lub promień siły, powinny być w tym pierwszym organie, większe od ramienia lub promienia oporu.

87. Weźmy za pierwszy przykład żuraw przy studniach do podnoszenia wody, *fig. 3*, którego jest skład taki. Na słupie pionowym leży drąg, mający poprzek wbity kołek drewniany zamiast czopów, wsparty na panewkach drewnianych. Ramiona drąga są nierówne, ramie krótsze ze strony ciężaru, a dłuższe ze strony opory i siły. Na końcu dłuższym drąg jest pręt, na którym zawieszono wiadro do podnoszenia wody. Drąg ma wprowadzić ramiona nierówną długość; lecz część krótsza ma grubość większą od części dłuższej, tak dalece, iż środek jego ciężaru znajdować się może na podporze. Oporem właściwym jest ciężar wody, oporami przypadkowemi są: ciężar wiadra, ciężar pręta i tarcie czopów o panewki; siłą zaś jest siła człowieka do pręta przyłożona. Niech woda waży 18 kil. wiadro 4 kil. a pręt 2 kilogramy.

88. Kiedy siła wyciąga wodę w górę, opory są: ciężar wody, ciężar wiadra, ciężar pręta i tarcie. Opuszczając tym czasem tarcie, summa ciśnień tych oporów będzie $18+4+2=24$ kilogramom. Kiedy siła zniża wiadro próżne do studni, natenczas ciężar wiadra i ciężar pręta jest ciśnieniem oporu odjemnego, to jest w tę samą stronę działającego, w którą działa siła, a tarcie czopów o panewki jest ciśnieniem oporu dodatniego. Opuszczając znowu tymczasem tarcie, będzie ciśnienie tego oporu $-4-2=-6$. Tak więc ciśnienie oporu w podnoszeniu jest 24 kil.; a ciśnienie oporu w zniżaniu jest -6 kil. Przeto machina ta potrzebuje regulatora dla tego, aby iednakowe było działanie siły, tak w podnoszeniu iakoteż w zniżaniu.

89. Chcąc więc zregulować te działania, potrzeba wziąć połowę różnicy między ciśnieniami nierównemi oporów i tę połowę odjąć od ciśnienia większego. Jakoż odciągając -6 od $+24$, różnica będzie $+30$, który połowa jest 15 kilogramów które potrzeba odjąć od ciśnienia 24 kil. iakimkolwiek sposobem.

90. Sposób pierwszy jest taki: przytwierdzić do dłuższego ramienia drąga czyli ze

strony siły sznur, podnieść go w górę, przeprowadzić przez iakikolwiek krążek i na drugim końcu tego sznura zawiesić ciężar 15 kilogramów; lecz ten sposób wymaga iak wi-
dziemy krążka, iego osady, sznura i ciężaru.

91. Sposób drugi. Ciśnienie regulującego ciężaru 15 kilogramów, odnieśmy do ramienia krótszego drąga. Niech ramię dłuższe drąga będzie 6 metrów, ramię zaś krótsze 2 metry. Więc w tym przypadku 6 jest promieniem *dawnym*, a 2 promieniem *nowym*, a tak $1\frac{5}{2} \times 6 = 45$ kilogramów jest regulatorem, który się nazywa *przeciw-ciężarem*, bo jest ze strony przeciwnéj sile umieszczony.

92. Ponieważ w téj maszynie ramię siły jest toż same co ramię oporu, przeto niema *przemocy*, a więc to jest najgorsza maszyna iaką tylko wymyślić można do podnoszenia wody ze studni.

93. Ciśnienie wody, wiadra i pręta jest 24 kilog. które odniesione do końca dłuższego drąga, zostaną te same. Ciśnienie przeciw ciężaru 45 kil. jest ciśnieniem oporu odmiennego, to odniesione do końca dłuższego drąga będzie — 15 kil. Dodając razem te ciśnienia otrzymamy $24 - 15 = 9$ kilogramom.

Gdyby więc nie tarcie, ciśnienie siły powinno by wyrównywać 9 kilogramom.

94. Podobnym sposobem wznizaniu wiadra, ciśnienie oporu wiadra i pręta odniesione do końca dłuższego drąga jest — 6 kilogr. przeciwcieżar 45 kilog. odniesiony do tegoż punktu jest + 15 kil.; a zbierając razem te dwa ciśnienia będzie 9 kil. A tak gdyby nie tarcie, byłoby ciśnienie siły działaiący nadół, to jest na zniżanie wiadra, podobnież 9 kil.

95. Szukaymy teraz tarcia kiedy siła działa w górę. Tarcie to pochodzi od ciśnienia pionowego nadół: ciśnie zaś drąg, przeciwcieżar, pręt, wiadro i woda, a siła, ieśli tak mówić można, odciska. Niech drąg waży 12 kil. przeto ciśnienie pionowe w dół będzie $12 + 45 + 2 + 4 + 18 = 81$ kilogram.; a tak podług nru 45, biorąc na tarcie drzewa o drzewo $\frac{1}{6}$, będzie tarcie 12 kilogr. Tarcie to znayduie się przy powierzchni kołka drewnianego, którego promień niech będzie 5 centymetrów. Tarcie to sprzeciwia się sile działaiący, albo pomaga oporowi, więc jest oporem dodatnym. Gdyby kołek nie był niczém nasmarowany, należałoby wziąć na tarcie $\frac{3}{4}$ ciśnienia; więc

w tym ostatnim przypadku tarcie byłoby 18 kilogramów.

96. Powróćmyż teraz do równowagi: 1*ód.* ciężar wiadra, pręta i wody odniesiony do końca dłuższego ramienia, albo do punktu przyłożenia siły, jest $4+2+18=24$ kil. — 2*re.* tarcie 18 kil. odniesione do tego samego punktu będzie $18 \times \frac{1}{6} = 3$ kil. — 3*cie.* przeciwciężar 45 kil. odniesiony do tegoż punktu, jest $45 \times 2 = 90$ kil. Summa tych oporów wyrównywa $24+3-90=-63$ kil., a więc ciśnienie siły w tym pierwszym przypadku powinno być także 63 kilogramów.

97. Kiedy siła działa ~~na~~ nadół, na zniżenie wiadra próżnego, ciśnienie pionowe natenczas będzie, $12+45+2+4+9=72$ kil. którego część $\frac{1}{4}$ podobnie iak wyżej, jest 18 kil. i to jest ciśnienie tarcia kołka o swoją panewkę.

98. Na równowagę w tym drugim przypadku będzie: 1*ód.* przeciwciężar 45 odniesiony do końca dłuższego ramienia wyrównywa $45 \times 2 = 90$ kil. 2*re.* ciężar wiadra i pręta odniesiony do tegoż samego punktu równa się $4+2=6$ kil. 3*cie.* ciśnienie tarcia 18 kil. odniesione do tegoż punktu równa się $18 \times \frac{1}{6} = 3$ kil. Summa tych oporów będzie $90-6-3=81$ kil.

$6 + 0,15 = 9,15$ kil.; A ponieważ ciśnienie siły równe tu być powinno ciśnieniu oporu, więc ciśnienie siły będzie i w téj granicy 9,15 kil.

99. Jest to przypadek bardzo szczególny iż tarcie w podnoszeniu wody było toż same iak w zniżaniu wiadra, i dla tego to w obu granicach ciśnienie siły wypadło dokładnie te same; lecz to się rzadko trafia w machinach. Gdyby zaś różnica była znaczna, natenczas potrzeba odmienić regulatora wkładając wartości na siły nowo wynalezione czyli poprawne; bo wprzód szukając tegoż regulatora, braliśmy za ciśnienie siły w każdym przypadku 9 tylko kilogramów, to jest nie mieliśmy tam jeszcze względu na tarcie. Tym sposobem poprawiwszy regulatora, zbliżymy się do dokładnéj wartości na ciśnienie siły.

100. Weźmy za drugi przykład kołowrot do wyciągania wody ze studni, na siłę dwóch ludzi, *fig. 4*, którego skład jest następujący: Na wale poziomym drewnianym, osadzonym na czopach żelaznych zakończonych korbami nawiniony sznur, mający na końcu przytwierdzone wiadro.

101. Niech promień korby będzie 5 decym.
promień wału 15 cent.

długość wału 4 metry.
 ciśnienie siły dwóch ludzi 20 kilogr.
 głębokość studni. 12 metrów.

102. Ponieważ promień korby większym jest od promienia wału, przeto w téj maszynie już jest przemoc: jest to bardzo ważny warunek do sprawienia dobrego skutku w maszynie.

103. Odnjemy ciśnienie siły do promienia wału, a otrzymamy $20 \times \frac{5}{15} = 67$ kilog. Jest to obciążenie sznura; więc podług nru 82, moglibyśmy już wynaleźć średnicę tego sznura: lecz że ta byłaby bardzo mała, przeto mając wzgląd na to, iż sznur mokry prędko się psuje, dajmy daleko większą średnicę temu, *np.* 3 centymetry.

104. Podług nru 81 ciężar sznura jest $\frac{2 \times 9 \times 12}{107} = 9$ prawie kilogramom.

105. Ciężar wiadra niech będzie 16 kilog. Opory przypadkowe na ten raz przypuścimy 2 kil., a ciężar sznura wynaleźliśmy 9 kil., przeto ciężar wody będzie $67 - 16 - 9 - 2 = 40$ kilogramom.

106. Wiemy iż kiedy człowiek działa przy korbie ciśnienie jego ręki nie jest wszędzie jednakowe, co pochodzi od samej organizacyi, tak dalece, iż poprowadziwszy w kole

opisaném od ręki dwie średnice pod kątami prostemi do siebie, a pod kątami pułprostemi do linii pozioméy i pionowéy, końce tych średnic będą granicami dwóch naymniejszych i dwóch naywiększych ciśnień. Kiedy iest iedna korba, ta reguluie się pospolicie latawcem, kiedy zaś są dwie takie korby, natenczas iedna drugą może regulować nawzajem osadzając iedną względem drugiéy pod kątem prostym, tak, iż kiedy ciśnienie ręki iednego człowieka iest naymnieysze, drugiego wtenczas będzie naywiększe, i nawzajem: ztąd powstaie pewny gatunek kompensacyi ciśnień tych dwóch ludzi.

107. Obaczmy nadto czy opór niepotrzebuie regulatora. Kiedy wiadro wychodzi z wody, opór iest 67 kilogramów, kiedy zaś wiadro znayduje się na końcu swoiéy drogi, wtedy opór iest $67 - 9 = 58$ kilogramów, i różnica tych ciśnień, to iest ciężar sznura, iest tu znaczna, przeto machina pod względem oporów potrzebuie regulatora. Nayprostszy tu regulator może bydz taki, aby wał w tém mieyscu, gdzie się sznur nawiaa niebył walcem, lecz ostrokregiem ściętym tak, iżby promień mnieyszy tego ostrokregu

został ten sam, to jest 15 centymetrów, a większy wynaydziemy podług proporcji następującej; $58: 67=15: x$; ztąd $x=17$. centym. prawie.

108. Szukaymy teraz promienia czopów. Ciężar wału, daymy sosnowego, łatwo wynaydziemy, i niech ten będzie 180 kilogr. Przypuśćmy na ten raz iż grubość czopa i korb jest 4 centymetry, więc wynaydziemy ciężar korb około 40 kil. — ciężar ryf żelaznych mniéy lub więcéy 12 kil. — ciężar wody 40 kil. — ciężar sznura, 9 kil. — ciężar wiadra 16 kil. — ciśnienie siły iednego człowieka 10 kil. — Więc całe obciążenie wału będzie $180 + 40 + 12 + 40 + 9 + 16 + 10 = 307$ kil. — więc podług liczby 74, dzieląc 307 przez 40 będzie 7, 5 a pierwiastek sześcienny z téy ostatniéy liczby jest blisko 2. Dzieląc nakoniec 2 przez 40 otrzymamy 5 centymetr. na średnicę czopa z żelaza lanego. Chcąc zaś mieć średnicę czopa kutego żelaznego, potrzeba, podług liczby 75, wynieść 5 do sześcianu a będzie 125, ten sześcian mnożyć przez $\frac{5}{84}$, a otrzymamy 75 prawie, z téy liczby wyciągniony pierwiastek sześcienny jest mało co więcéy niżeli 4 cen-

tymetry, i to będzie średnica czopa z żelaza kutego.

109. Wartości powyższe na ciśnienie siły i oporu dopiero są bliskie prawdy: można iedną z nich wziąć za stateczną, a druga będzie wypadkiem naszego dalszego rachunku. Weźmy ciężar za stateczny dla tego, iż łatwiej postępować do sił od oporów, to iest do punktu silnego.

110. Szukaymy naprzód niegiętkości sznura, którą wynaydziemy mnożąc obciążenie sznura czyli 65 kilog. przez średnicę sznura czyli 0,03 a iloczyn dzieląc przez średnicę wału czyli 0,3. otrzymamy przeto $\frac{65 \times 0,03}{0,3} = 6,5$ kilog. i to iest ciśnienie niegiętkości sznura na początku drogi wiadra.

111. Szukaymy powtórę tarcia czopów o panewki. Tarcie to zależy od ciśnienia wody, wiadra, sznura, wału, czopów z korbami, ryf i siły iednego człowieka. Ciśnienia te razem zebrane są $40 + 16 + 9 + 180 + 40 + 12 + 10 = 307$, kilog. a ponieważ czopy są żelazne, a panewki mogą być z grabiny storcem postawionéy i w oleiu wprzód wygotowanéy, przeto ciśnienie tarcia iest tylko $\frac{1}{3}$ ciśnienia

pionowego, to jest 38 kilogramów. Jest to ciśnienie tarcia przy czopach i panewkach.

112. Mając już wszystkie opory znane, odnośmy je do punktu silnego. Ciężar wody wiadra i sznura samego działa w kierunku osi sznura, ciężar ten jest $40 + 16 + 9 = 65$. kilog. odnieśmy go do wału, albo co iedno jest przydaymy niegiętkość sznura 6, 5 kil. a otrzymamy 71, 5 kil, odnieśmy do tego samego punktu ciśnienie tarcia 38 kil. mnożąc je przez promień czopów 2 cent. a dzieląc przez summę promieni wału i sznura to jest przez $16\frac{1}{2}$ cent. a otrzymamy 5 prawie kilogramów. Łącząc razem te ciśnienia będzie $71, 5 + 5 = 76, 5$ kilog. Odnieśmy to do końca promienia korby, będzie więc $76, 5 \times \frac{1}{2} = 38, 25$ kilog. są to opory odniesione do punktu silnego, w którym siła równa oporowi, zaczęm ciśnienie sił będzie 23 kilog.; a ponieważ korb jest 2, przeto na ciśnienie siły każdego człowieka wypadnie po 11,5 kilogramów.

113. Podobnie w drugiéj granicy to jest na końcu drogi od wiadra przebieżonéj, niegiętkkość sznura będzie $6\frac{1}{3} \times 3 = 5$ kilog. Tarcie będzie to samo, to jest 38 kilogr. odnośząc ciężar wody i wiadra czyli 56 kilog. do

wału, albo przydając ciśnienie niegiętkości sznura, będzie 61 kilog. Odnosząc do tegoż punktu ciśnienie tarcia będzie $\frac{38 \times 2}{18 \frac{1}{2}} = 4$. kil. a zbierając razem te opory będzie 65 kilogr. Odnosząc nakoniec takowe ciśnienie oporu do końca promienia korby będzie $65 \times \frac{18 \frac{1}{2}}{5} = 24$ kil. A tak na każdą korbę wypada po 12 kil. W pierwszy zaś granicy wypadło po 11,5 kil. Ilości te mało się wprawdzie od siebie różnią, a dla tego są nierówne iż wynaydowaliśmy regulatora niemając ieszcze dokładnie wyrachowanych oporów przypadkowych.

114. Uważaymy teraz iż w téy maszynie równie iak we wszystkich innych maszynach wszystkie wymiary, ciężary i ciśnienia są w tak ścisłym między sobą związku to iest, tak iedne od drugich zależą, iż za odmianą iednéy, inne odmieniac się muszą. Gdybyśmy na przykład w poprzedzaiący maszynie zmniejszyli opór właściwy to iest ilość wody, która ma bydź podniesioną, więc sznur mógłby bydź cieńszy, a tak mnieysza byłaby iego niegiętkość, mnieyszy ciężar, cieńsze czopy, mnieysze ciśnienie tarcia, a promień wału większy gdyby siła była stateczna.

115. Cała więc sztuka w składaniu i wyrachowaniu machin na tém zależy, aby z pomiędzy wielu ilości różnéj natury, iedne wziąć za ilości dane, drugie przyjąć za ilości stateczne, to iest za takie które się nie powinny odmieniać, chociażby siły i opory odmieniały się: a pomiędzy ilościami pozostałemi upatrzeć nayprostsza zawistość z którejby łatwo można było otrzymać iedne za pomocą drugich; nakoniec postępując od oporu przez różne części maszyny aż do punktu silnego, to iest do punktu przyłożenia siły, natrafiając na téj drodze różne inne opory dodatne i odjemne, to iest sprzeciwiające się i pomagające sile, a wszystkie odnosząc do punktu silnego, przyjdziemy do iednego tylko oporu w punkcie silnym, któremu dokładnie powinna być równa siła, a nawet ich ciśnienia i prędkości w tym punkcie powinny być między sobą równe, ponieważ do iednego i tego samego punktu będą odniesione.

116. Przykład trzeci weźmy z natury. W Krzemieńcu na podworzu P. Jurkowskiego iest studnia 47 metrów (78 łokci koron.) głęboka, przy której było długi czas koło

do deptania. Na wał tego koła nawiała się łańcuch, który miał po końcach uczipione wiadra. Do wyciągania wody potrzeba było zawsze dwóch silnych i zręcznych ludzi, a przypadki z przyczyny nieregularności oporu bywały dość częste. Słowem różnica ciśnienia oporów w granicach była do 400 kilog. (1000 funtów.) Kiedy wiadro wychodziło z wody potrzeba było bardzo wielkiej siły, a po połowie drogi, ciężar z przeciwnéj strony łańcucha, ciągnął wiadro pełne do góry z taką gwałtownością, takim biegiem przyspieszonym, iż częstokroć niezatrzymane, porywało nabytą prędkością ludzi do góry i wyrzucało ich na ziemię. Właściciele studni zrażeni częstemi przypadkami, życzyli sobie aby temu złemu zaradzono, co inaczej stać się niemogło, tylko za odmianą całego systematu maszyny. Warunki główne podane od właścicieli studni były następujące: 1*ód.* aby ieden człowiek lub kobieta z łatwością wyciągnąć mogła wodę bez żadnej obcej pomocy. 2*re.* aby ilość wody wydobytej była około 16 garcy. 3*cie.* aby koszt na całą nową maszynę nie przenosił r. s. 55. Złożoną więc i wykonaną została machina wszystkim tym warunkom

odpowiadająca, który skład jest taki, *fig. 5.* Są trzy wały poziome drewniane *a. b. c.* przyzwoitym sposobem na czopach żelaznych w panewkach grabowych nastorec postawionych, woleiu wygotowanych osadzone. Na wale *a.* jest tambur podwójny *d.* na który nawijają się dwie taśmy ze sznurków robione, łoiem i smołą po dwakroć napuszczane. Na tym samym wale *a.* jest koło gwiazdowe drewniane *e.* Na wale *b.* jest latarnia *f.* zaczepiająca koło *e.* i dalej kółko gwiazdowe *g.* Na wale *c.* jest latareńka *h.* zaczepiająca kółko *g.* i dalej latawiec *i.* a na końcu tego wału *c.* znajduje się korba *k.* Poruszywszy korbą w jedną stronę lub w drugą, jedno lub drugie wiadro podnosi się do góry i wyciąga wodę ze studni. Machina stoi obok studni, a prosto nad studnią są dwa bloki albo krążki nieruchome tak osadzone, że przez nie przechodzą pasy, na końcach których zawieszono są wiadra. Krążki tak są osadzone, aby wiadra mijać się wygodnie mogły.

117. W machinie téy ilościami danemi są: ciśnienie siły i ciśnienie oporu. Ilością stateczną jest promień korby, bo ten zależy od organizacyi człowieka, pozostałe zaś ilości są

wprawdzie dowolne, ale ściśle zależące iedne od drugich, tudzież zależące od ilości danych i statecznych.

118. Postępować tu będę taką zupełnie drogą, iaką ta machina złożoną i wyrachowaną została. Na ciśnienie siły biorę 7 tylko kilogramów dla tego, aby machina lekko mogła być poruszana. Ilość wody w wiadrze jest daną, to jest 16 garcy, co czyni 62 kilogramy, wiadro do téj objętości wody z okuciem waży 20 kilogramów.

119. Taśmy szerokość i grubość możnaby już wynaleść z wiadomego obciążenia, podług prawidła wyżej podanego na sznury: lecz te taśmy wzięte są umyślnie daleko mocniejsze, aby na bardzo długi czas wystarczyć mogły. Jakoż taśmy szerokie są na $\frac{3}{4}$ decymetra a grube na 6 millimetrów. Próba zaś zrobiona pokazała, iż 1 metr taśmy waży $\frac{1}{2}$ kilogramu.

120. Promień korby dla prędkiego obrotu bierzemy 3 decymetry.

121. Ponieważ ciśnienie oporu daleko jest większe od ciśnienia siły, więc potrzeba organu odmieniaiącego. W tym przypadku użyte są koła zębate na trzech osiach równo-

ległych. Można te osi na różnych ułożyć płaszczyznach, skutek będzie ten sam, a machina mniej może miejsca zabierać. Aże prędkości są w stosunku odwrotnym ciśnień, przeto szukamy tego stosunku ciśnień, kiedy głównejsze opory są nam już znane.

Ciężar wody w wiedrze jest . . . 62 kil.

Ciężar wiadra 20 kil.

50 metrów taśmy (*) waży . . . 25 kil.

Cały więc ciężar jest 107 kil.

Ciśnienie siły wzięte jest 7 kil. przeto stosunek prędkości będzie 107: 7=15 prawie. Liczba ta 15, jeżeli się na końcu pokaże niedogodną, więc może być odmienioną.

122. Rozbierzmy stosunek 15 na dwa stosunki do kół zębanych, stósownie do naszego układu maszyny, np. na 4 i $\frac{15}{4}$, których iloczyn daie nam 15, i stósownie do nich weźmy w kole palców 48, w latarni cew 11, w kółku palców 24, w latarence cew 7, i doświadczymy jeszcze raz, czy stosunek z nich złożony jest blizki 14. Jakoż $\frac{48 \times 24}{11 \times 7} = \frac{1152}{77} = 15$.

(*) Do wody jest tylko 47 metrów, ale nad studnią do krążków 3 metry, więc dla tego bierze się taśmę ciężący 50 metrów.

123. Niedosyć na tém, potrzeba ieszcze aby stosunek złożony ramion lub promieni sił i oporów był blizkim 15. Stosunków tych czyli organów odmieniających iest 3. 1szy stosunek promienia korby do promienia latarenki. 2gi. stosunek promienia kółka do promienia latarenki. 3ci. stosunek promienia koła do promienia tambura. Potrzeba więc 15. znowu rozebrać na trzy stosunki. Weźmy liczby $\frac{15}{4}$, 2, 2, na takowe stosunki, których iloczyn iest 15. A ponieważ promień korby iest dany 3 decymetry, a stosunek promienia korby do promienia latarenki iest $\frac{15}{4}$, więc chcąc ztąd wynaleśdź promień latarenki, potrzeba 3 dec. podzielić przez $\frac{15}{4}$, a otrzymamy 8 cent. na promień latarenki, i główny warunek będzie zachowany, to iest wpierszym organie odmieniającym ze strony siły iest *przemoc*, albowiem promień korby 3 decym. większy iest nierównie od promienia latarenki 8 centym.

124. Szukaymy działu do kół zębnych. Ciśnienie siły przy korbie wzięte iest 7 kil. nielicząc oporów przypadkoych. Odnieśmy ie do promienia latarenki; to iest 7 kilogr. pomnożmy przez 30 centy. a mnogość podzielimy przez 8, będzie zatém 26, a podług liczby

80, wyciągając z 26 pierwiastek kwadratowy otrzymamy prawie 5; lecz mając wzgląd na to iż ciśnienie siły od oporów przypadkowych znacznie się powiększy, i prócz tego przez iaki przypadek nadzwyczajny opór będzie większy, *np.* może się z czasem urwać wiadro, po które potrzeba posyłać człowieka i jego wyciągać razem z wiadrem, słowem dla różnych takich przyczyn weźmiemy dział 7 centy. albo lepiéy ieszcze 72 millimetrów dla tego, aby ta liczba wygodniejszą była do dzielenia, iak to zaraz obaczemy.

125. Dział w takich machinach grubych, które iednakże dokładnie mogą byđz wykonane, dzieli się na części równych 9, z których 4 bierze się na grubość palca, a 5 na pole między palcami. Będzie zatem grubość palców i cew $72 \times 4 = 32$ millimetry, a zaś na pole między palcami lub cewami pozostanie 40 millimetrów.

126. Mając iuż dział, liczbę palców i cew, możemy [wynaleśdź promienie działowe dokładnie. Jakoż latareńka ma cew 7, mnożąc zatem 72 mill. przez 7, otrzymamy 504 mill. na okrąg koła działowego latareńki, a dzieląc tę liczbę przez 6,28 czyli przez stosunek

stateczny okręgu koła do średnicy, będzie 80 mill. prawie na promień działowy latareńki: kółko ma palców 24, mnożąc 72 mill. przez 24, otrzymamy 1728 mill. na okrąg działowy kółka, który dzieląc przez 6,28 mieć będziemy 275 millim. na promień tego kółka działowy.

Podobnym sposobem na promień latarni, mnożąc 72 przez 11, i dzieląc iloczyn przez 6,28, otrzymamy 126 millimetrów.

Nakoniec na promień działowy koła gwiazdowego, mnożąc 72 mill. przez 48 a iloczyn dzieląc przez 6,28 wypadnie 550 millimetrów.

Mamy zatem dokładnie:

Promień działowy latareńki . . 80 mill.

„ „ kółka . . . 275 mill.

„ „ latarni . . . 126 mill.

„ „ koła . . . 550 mill.

127. Wiemy iż siła ręki człowieka zorganizacyi saméy jest przy korbie niejednostayna, że ma 4 odmiany w całym okręgu koła, potrzebuie więc regulatora, a tym nayprostszy jest latawiec, który nie innego niejest, tylko massa ciężka w pewnéy odległości od osi obrotu ułożona, która gdy się poruszy,

nabędzie prędkości, i mocą takowéy nabytéj prędkości może się ieszcze ruszać długi czas, chociaż siła przyłożona już działać ustanie. Jest to więc magazyn siły, do którego przychodzi i zbiera się siła wtenczas, kiedy opory w maszynie niepotrzebują iéy tyle, ile się w niéy zawiera, a z którego wypływa znowu siła i łączy się z siłą do maszyny przyłożoną wtenczas, kiedy iéy brakuje na ciśnieniu.

Naprzykład w naszéy maszynie potrzeba ciągle ciśnienia 7 kil. do zwyciężenia oporów; lecz w punkcie *a*, ręka ludzka może wywrzeć ciśnienie 9 kilogramów, *fig. 6*, zaczęm 7 kil. pójdzie na opory, a 2 kil. przeleie się do latawca. Od *a*, do *b*, ciśnienie ręki ciągle się zmniejsza z saméy organizacyi człowieka, bo ma coraz mniéy zręczności w działaniu; i niech w punkcie *b*, ciśnienie będzie tylko 5, kil. więc niewystarczyłoby tego ciśnienia na zwyciężenie oporów, gdyby nieprzybyło ciśnienia z magazynu to jest z latawca, 2 kilogramy. Latawiec powinien mieć masę znaczną, a promień jego zależy od prędkości iaką mieć będzie w maszynie.

Promień latawca podług Buchanan, powinien byđz równy długości wahadła wskazu-

iącego taki czas, jaki jest potrzebny na ubieżenie połowy okręgu od siły, to jest od korbby, albo od ręki człowieka.

128. Szukaymy promienia latawca. Siła człowieka jest około 8. Ciśnienie iéy wzięte do naszéy maszyny jest 7 kilogr., więc prędkość téy siły będzie 1143 mill. Promień korbby jest 3 dec. więc okrąg koła będzie 1884. mill. a tak na przebieżenie całego okręgu potrzeba sekund $\frac{1884}{1143} = 1,65$, a na połowę okręgu potrzeba 0,825 iednéy sekundy. Chcąc na-przód znaleźć liczbę kołysań w iedney minucie wahadła wskazuiącego czas iednego kołysania 0,825 iednéy sekundy, potrzeba 60 podzielić przez 0,825, a otrzymamy kołysań 72. Aby zaś znaleźć długość wahadła, któreby tyle kołysań odbywało w minucie, potrzeba ułożyć następującą proporcją: kwadraty z liczby kołysań mają się do siebie w stosunku odwrotnym długości wahadeł; aże na 60 kołysań w minucie, długość wahadła jest 1 metr prawie, przeto $72^2 : 60^2 = 1 : x$. ztąd $x = 72$ centy. i to jest promień średni latawca, albo lepiéy ieszcze promień koła przechodzącego przez środek ciężaru obwodu latawca; biorąc nakoniec szerokość szyby latawcą 16

centy. który połowa iest 8 centy. będzie promień cały latawca $72+8=80$ cent. albo 8 decymetrów.

129. Ponieważ promień działowy koła gwiazdowego iest 550 mill. a stosunek promienia tego koła, w nrze 123, wynaleziony iest 2 do promienia tambura; przeto wynaydziemy promień tambura dzieląc 550 przez 2, i otrzymamy na promień tegoż tambura 275 millimetrów.

130. Aby wodę wyciągnąć potrzeba zwinąć na tambur taśmy 47 metrów, albowiem taka iest głębokość studni. Pierwsze nawinienie taśmy niech zawsze zostanie na tamburze dla bezpieczeństwa, to iest dla tego, aby taśma nieoderwała się od tambura; a tak potrzeba zbierać długość nawinień począwszy od drugiego. Taśma gruba iest na 6 mil. przeto do każdéy średnicy okręgu taśmy przybywać będzie następnie 12 mil. a do każdego okręgu przybędzie 12 mill. mnożone przez 3,14 czyli $37\frac{1}{2}$ millim. prawie. Zaczém:

Nawinienie 1sze taśmy = $1^m, 727+0^m, 000$

$$\text{“} \quad 2 \quad \text{“} \quad = 1. 727+0. 037$$

$$\text{“} \quad 3 \quad \text{“} \quad = 1. 727+0. 075$$

$$\text{“} \quad 4 \quad \text{“} \quad = 1. 727+0. 112$$

Nawinienie	5te	taśmy	=	1.	727+0. 150
"	6	"	=	1.	727+0. 187
"	7	"	=	1.	727+0. 225
"	8	"	=	1.	727+0. 262
"	9	"	=	1.	727+0. 300
"	10	"	=	1.	727+0. 337
"	11	"	=	1.	727+0. 375
"	12	"	=	1.	727+0. 412
"	13	"	=	1.	727+0. 450
"	14	"	=	1.	727+0. 487
"	15	"	=	1.	727+0. 525
"	16	"	=	1.	727+0. 562
"	17	"	=	1.	727+a. 600
"	18	"	=	1.	727+0. 637
"	19	"	=	1.	727+0. 675
"	20	"	=	1.	727+0. 712
"	21	"	=	1.	727+0. 750
"	22	"	=	1.	727+0. 787
"	23	"	=	1.	727+0. 825

Zbiórzaś 22 nawinień to jest od 2go do 23go wynosi $47\frac{1}{2}$ metrów, właśnie tyle prawie potrzeba zwinać taśmy, aby wodę ze studni podnieść nad powierzchnią ziemi.

131. Długość wałom taką tylko damy iaka jest ściśle potrzebna do umieszczenia na nich wygodnie kół, latareń, tambura, a po koń-

cach, czopów żelaznych. Jakoż wały *a*, *b*. weźmiemy długie po $1\frac{1}{2}$ metra; lecz wał *c*, ponieważ będzie mieć na sobie latawiec, przeto długość damy mu nieco większą, to jest 2 metry, aby ten latawiec minął dwa poprzeczające wały.

132. Grubość wałów zawisła od ich obciążeń i długości, tudzież od gatunku drzewa lub metalu. Podług rachunku wypadłyby te grubości zapewne bardzo małe; lecz mając wzgląd na to iż wał *a*, będzie mieć na sobie tambur, aby więc konstrukcyja tambura obeszła się bez ramion, damy wałowi *a*, grubość 6 decymetrów. Na wale *b*, osadzone będzie kółko z ramionami, na wale zaś *c*, latawiec z ramionami, więc grubość tych wałów niemoże być bardzo mała, bo kółko i latawiec nie miałyby mocy: damy przeto grubość każdemu z tych wałów *b*, *c*, równą 3 decymetrom.

133. Każdy wał zakończony jest z obu końców ostrokreśnięciem ściętym, na którym są po dwie ryfy żelazne, dla utrzymania czopów żelaznych i iednéj korby.

134. Szukaymy teraz średnicy czopów do wału *a*.

Wał <i>a</i> , sosnowy waży „ . . . +	260 kil.
Tambur sosnowy z łapami . . +	225 kil.
4 ryfy żelazne +	10 kil.
Koło gwiazdowe dębowe it. d. +	80 kil.
Taśma rozwiniona cała. . . —	25
Woda —	62
Wiadro z wodą —	20
Ciśnienie oporu przy kole	
prawie +	58
Taśma nawiniona +	25
Wiadro próżne —	20
Nieprzewidziane opory $5\frac{0}{6}$. . +	26

Summa + $68\frac{1}{4} - 127 = 557$. kil.

Takowe 557. kil, podług liczby 74, dzieląc przez 40. będzie z tego wyciągając pierwiastek sześcienny otrzymamy 2, 4. dzieląc znowu $2,4$ przez 40. mieć będziemy 6 centymetrów, na średnicę czopa lanego; lecz na czop kuty żelazny, wypieśmy 6 do sześciannu; a będzie 216. pomnożmy to, podług liczby 75. przez $5\frac{0}{4}$ a otrzymamy 128. z tego pierwiastek sześcienny około 5 cent. da nam średnicę czopa z żelaza kutego do wału *a*.

135. Średnicę czopa do wału *b*. wynajdziemy takim sposobem.

Wał <i>b.</i> sosnowy waży	+64. kill.
4. ryfy żelazne	+5.
Kółko gwiazdowe dębowe . .	+40.
Latarnia z okuciem	+10.
Ciśnienie oporu przy latarni .	+58:
Ciśnienie siły przy kółku . .	+26.
Nieprzewidziane opory $5\frac{0}{8}$. . .	+10.

Summa 213. kill.

Takowe 213. dzieląc podług liczby 74. przez 40; otrzymamy 5,3 z tego pierwiastek sześcienny będzie 1, 6, a dzieląc jeszcze przez 40 wypadnie 4. cent. na średnicę czopa lanego. Na kuty zaś czop, wynieśmy 4 do sześciannu, a otrzymamy 64, pomnożmy takowe 64 przez $5\frac{0}{8}$, a będzie 38. stąd pierwiastek sześcienny 3, 2. czyli 32. mill. jest średnicą czopa do wału *b.* z żelaza kutego.

136. Nakoniec szukamy średnicy czopa do wału *c.*

Latawiec dębowy waży	× 134. kill..
Wał <i>c.</i> sosnowy	+ 88.
4. ryfy żelazne	+ 5.
Latarenka z okuciem	+ 6.
Ciśnienie oporu przy latarence .	+26.
ditt. siły przy korbie . . .	+ 7.

Korba żelazna 6.

Nieprzewidziane opory $5\frac{0}{0}$. . . 13. kil.

Summa 282 kil.

Dzieląc 282. przez 40, z wielorazu wyciągając pierwiastek sześcienny, i ten dzieląc przez 40. otrzymamy $4\frac{1}{2}$ cent. na średnicę czopa lanego. Chcąc mieć średnicę czopa kutego, potrzeba $4\frac{1}{2}$ wynieść do sześciannu, a będzie 91, pomnożyć te przez $\frac{60}{84}$, otrzymamy 54, z liczby téj pierwiastek sześcienny jest 36. mill. i to jest średnicą czopa z żelaza kutego do wału c. a tém samym średnicą korby.

137. Mając już wszystkie wymiary i ciężary znane, możemy przystąpić do wynalezienia równowagi w obudwóch granicach, z których pierwsza jest wtenczas kiedy wiadro pełne tylko co wydobyte z wody, a druga natenczas kiedy wiadro pełne, już jest nad powierzchnią ziemi; albo co iedno jest, granice te są na początku i na końcu działania siły. Zaczniemy nasz rachunek od granicy pierwszój, postępując zawsze drogą wyżej wskazaną nayprostszą to jest, od oporu do siły.

138. W granicy pierwszój dwa są opory, ieden pochodzi od wody, wiadra pełnego

1. całej taśmy, i to jest opór dodatny; drugi pochodzi od wiadra próżnego, a mała część taśmy nie liczy się, ponieważ po drugiej stronie podobna część taśmy ją równoważy, i to jest opór odjemny.

139. Ciśnienie oporu dodatnego jest takie:

Woda waży 62 kil.

Wiadro. 20

Taśma cała wisząca. . . 25

Co czyni 107 kil.

takowe 107 kil. odniesione do końca promienia tambura, nieodmieniają się bynajmniej, ponieważ taśma albo niema niegiętkości, albo niegiętkość jej jest bardzo mała, na którą się nie uważa.

140. Ciśnienie oporu odjemnego, pochodzącego od ciężaru wiadra próżnego, jest — 20 kil. Ciśnienie to odniesione do taśmy nawinionej przy tamburze zostanie toż same, to jest — 20 kil. Chcąc zaś odnieść to ciśnienie do samej taśmy tylko nawinionej na tamburze, potrzeba je mnożyć przez promień tambura wraz z grubością $22\frac{1}{2}$ nawinięć, t. i. przez 275 millimetrów + 135 mill. = 410 mill., a dzielić przez promień tambura wraz z grubo-

ścią $\frac{1}{2}$ nawinięcia prawie, co wynosi $275 + 3 = 278$ mill. Wykonywając działania otrzymamy — 29,5 kilogramów.

141. Potrzeba nam teraz wynaleźć tarcie czopów opanewki wału a , i odnieść jego ciśnienie do końca promienia tambura rozwiniętego. Na ten koniec ciśnienie pionowe wału wyżęty w nrze 133, wyrachowane jest 557 kilogr.; a ponieważ czopy są żelazne, a panewki grabowe, wytarte, i łoiem posmarowane, przeto na ciśnienie tarcia wziąć potrzeba $\frac{1}{8}$ ciśnienia pionowego, a otrzymamy 69,6 kil. Odnieśmy to ciśnienie do końca promienia tambura rozwiniętego, to jest pomnożmy je przez promień czopa wału a , czyli przez 25 mil., a iloczyn podzielmy przez promień tambura wraz z połową grubości taśmy, to jest przez 278 mill. Wykonywając działania mieć będziemy 6,3 kilogramów.

142. Mamy zatem w tym punkcie:

Ciśnienie od oporu dodatniego + 107 kil.

« od oporu odjemnego — 29,5

« od tarcia + 6,3

Co czyni + 83,8 kil.

143. Odnieśmy to ciśnienie 83,8 kilogr. do końca promienia działowego koła gwiazdowego, czyli do palców koła mnożąc je przez 278, a iloczyn dzieląc przez 550. Wykonawszy działania otrzymamy 42,4 kilogr.

144. Chcąc teraz to ciśnienie odnieść do końca promienia latarni, albo co iedno iest do cew latarni, potrzeba przydać tylko ciśnienie tarcia pochodzącego od ciśnienia palców o cewy, które iest, podług nru 51, $\frac{1}{12}$ częścią tego ciśnienia prostopadłego mnożonego przez stosunek liczby palców do liczby cew i przez współczynnik tarcia. Wykonywając zatem działania otrzymamy $42.4 + 42.4 \times \frac{1}{12} \times \frac{48}{11} \times \frac{1}{6} = 45$ kilogr.

145. Tarcie czopów o panewki wału *b*, pochodzi od ciśnienia pionowego, na które wnrze 135, okazało się 213 kil. Biorąc takowego ciśnienia podobnież część $\frac{1}{3}$, otrzymamy 26,6 kil. Takowe ciśnienie tarcia potrzeba odnieść także do cew latarni, to iest: potrzeba je rozmnożyć przez promień czopa wału *b*, albo przez 16 mill. a iloczyn rozdzielić przez promień działowy latarni, czyli przez 116 mill. Wykonywając działania otrzymamy 3,4 kilog. a dodając to ciśnienie do wyżéy wy-

nalezionego 45 kilog. mieć będziemy 48,4 kil. I to są wszystkie opory odniesione do cew latarni.

146. Daléy ciśnienie takowe 48,4 kilog. należy odnieść do palców kółka, mnożąc je przez 126, a iloczyn dzieląc przez 275. Wykonawszy działania otrzymamy 22,17 kilog. na ciśnienie oporu odjemnego przy palcach kółka zębatego.

147. Chcąc przenieść to ciśnienie do cew latareńki, potrzeba dodać tylko ciśnienie tarcia palców o cewy, to jest, podług nru 51, dodać $22,17 \times \frac{1}{12} \times \frac{24}{7} \times \frac{1}{6} = 1,05$ kil. a dodając to do 22,17 kil. mieć będziemy 23,22 kilogramów.

148. Tarcie wczopach wału c, zależy od ciśnienia pionowego, które w liczbie 136 okazało się 282 kil. Biorąc téj liczby część $\frac{1}{8}$ iak wyżej, będzie na ciśnienie takowego tarcia 35,2 kil., mnożąc ten wypadek przez promień czopa wału c, to jest przez 18, a iloczyn dzieląc przez promień latareńki przez 80, otrzymamy 7 kil. na ciśnienie tarcia odniesionego do cew latareńki. Łącząc zaś te dwa wypadki, będzie $23,22 + 8 = 31,22$ kil. Jest to

całe ciśnienie oporów działających na cewy latarenki.

149. Takowe ciśnienie 31,22 kil. potrzeba odnieść do promienia korby, to jest mnożyć przez promień latarenki czyli 80 mill. a iloczyn dzielić przez 300 mill. czyli przez promień korby. Wykonywając działania otrzymamy 8,3 kil. Jest to ciśnienie wszystkich oporów razem wziętych do punktu silnego odniesionych, a tém samym jest to ciśnienie ręki człowieka w pierwszój granicy, to jest na początku działania siły.

150. Wzięliśmy na początku naszego rachunku za ciśnienie siły 7 tylko kilogramów, a z różnych fizycznych przyczyn przybyło, iak się w nrze 149 pokazuje, 1,3 kil. Zawsze przeto tak postępować należy, aby na początku rachunku przypuszczać ciśnienie siły człowieka lub zwierzęcia, lub iakiéykolwiek innéj siły, mniejsze, aniżeli to jest w powyższéj tablicy wskazane; ponieważ siła ta zwyciężając rozmaite opory różnie z sobą skombinowane koniecznie powiększyć się potém musi. Powiększenie się to, jest, w naszym przykładzie, między $\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{6}$ częścią siły założonéj, w przykładzie zaś wyższym zaledwo

jest $\frac{1}{20}$ częścią siły założonéj. Zależy to od większój lub mniejszój komplikacyi organów. Nigdy iednak ta różnica niebędzie tak wielką iak mniemał Belidor, który powiada, iż na opory przypadkowe, potrzeba przydawać $\frac{1}{3}$ część siły na początku rachunku maszyny założonéj.

151. Niemożna poprzestać na wyrachowaniu ciśnienia siły w pierwszój granicy; potrzeba ieszcze wynaleśdź takowe ciśnienie w granicy drugiej, to iest przy końcu działania siły, kiedy wiadro z wodą iuż iest nad powierzchnią ziemi, aby poznać dokładnie maszynę. Szukaymyż takowego ciśnienia w drugiej granicy.

152. Ciężar wody iest . . . 62 kil.

Wiadro waży 20

Co czyni razem . . 82 kil.

Odnosząc to ciśnienie oporu dodatniego do tamburu iuż nawinionego, nic się niezmieni ponieważ taśma niema niegiętkości.

153. Wiadro próżne waży 20 kil.

Taśma rozwinięta 23,5

Więc ciśnienie oporu odjemnego = —43,5 kil.

Ciśnienie to odniesione do tambura rozwiniętego iest toż same —43,5 kil; odniesione

zaś do tambura nawinionego równa się —
 $43 \frac{5 \times 272}{410} = -29,5$ kil.

154. Tarcie czopów wału α , takim wynaydziemy sposobem:

Wał α waży	+ 260 kil.
Tambur i t. d.	+ 225
4 ryfy żelazne	+ 10
Koło gwiazdowe	+ 80
Taśma nawiniona	+ 25
Woda.	— 62
Wiadro z wodą.	— 20
Ciśnienie oporu przy kole —	58
Taśma rozwiniona.	— 25
Wiadro próżne	— 20
Nieprzewidziane opory 5% +	21

Summa + 436 kil.

Takowe 436 kil. dzieląc przez 8, będzie 54,5 kil. na ciśnienie tarcia, mnożąc zaś przez 25, a iloczyn dzieląc przez 410, otrzymamy 3,3 kilog. na ciśnienie tarcia odniesione do tambura nawinionego. Łącząc zaś te trzy ciśnienia będzie $+82 - 29,5 + 3,3 = 55,8$ kil. na opory odniesione do tambura nawinionego.

155. Odnieśmy te opory do koła gwiazdowego, a otrzymamy $55,8 \times \frac{410}{55} = 41,6$ kilog.

156. Odnieśmy te opory do cew latarni, albo co iedno iest przydaymy do nich ciśnienie tarcia palców o cewy, które iest $41,6 \times \frac{1}{12} \times \frac{48}{11} \times \frac{1}{6} = 2,3$ kil., a otrzymamy $41,6 + 2,5 = 44,1$ kilogramóm.

157. Tarcie czopów o panewki wału *b* prawie iest toż same co w pierwszý granicy, podług nru 145, które odniesione do cew latarni iest 3,4 kil., a łącząc te opory mieć będziemy $44,1 + 3,4 = 47,5$ kil.

158. Ciśnienie to 47,5 kil. odniesione do palców kółka będzie $47,5 \times \frac{1}{275} \times 26 = 21,8$ kil.

159. Takowe ciśnienie odnosząc do cew latarenki mieć będziemy $21,8 + 21,8 \times \frac{1}{12} \times \frac{24}{7} \times \frac{1}{6} = 22,8$ kilogramóm.

160. Tarcie w czopach wału *c*, iest prawie takie same, iak w pierwszý granicy, pod nrem 148, to iest 35,2 kil. które odnosząc do cew latarenki będzie iak wyżéy 8 kil.; a łącząc te wypadki razem otrzymamy $22,8 + 8 = 30,8$ kil.

161. Nakoniec odnosząc to ciśnienie do promienia korby będzie $30,8 \times \frac{8}{300} \times 80 = 8$ kil. I to iest ciśnienie wszystkich oporów do punktu silnego odmesionych, a tém samém iest to ciśnienie siły w drugiéy granicy.

162. W pierwszemy granicy ciśnienie siły wynalezione było 8,3 kil., w ostatniemy zaś granicy iest 8 kil.; średnie z nich ciśnienie iest 8,15 kilogramów.

163. Ponieważ siła człowieka iest 8, a ciśnienie średnie wynalezione iest 8,15 kilog. przeto prędkość ręki będzie prawie 1 metr na sekundę. Aże promień korby iest 0,3 a okrąg koła od ręki opisanego iest $0,3 \times 6,28 = 1,884$ metrów, przeto na ieden obrót korby potrzeba czasu 1",884 sekund. Na ieden obrot tambura idzie 15 obrotów korby, więc mnożąc 1,884 przez 15, otrzymamy prawie $28\frac{1}{2}$ sekund na ieden obrot tambura. Obrotów takich tambura do wyciągnięcia wody potrzeba 22; przeto mnożąc $28\frac{1}{2}$ przez 22, będzie 10 minut i 27 sekund na wydobyć wody ze studni.

164, Siłę człowieka do téj maszyny brałimy z tablicy, w któręj przypuszcza się, iż takimi siłami działać mogą ludzie i zwierzęta przez dzień cały, a nawet i dłużej. Wodę zaś wyciąga ieden człowiek w krótkim czasie i potém działać przestaje, przeto w tym szczególnym przypadku siła człowieka może być większą. A ponieważ większego ciśnienia nad

8 kilogramów machina niepotrzebuie dla równowagi, a zatém prędkość iéy może być powiększoną, a tém samém czas na wydobyćcie wody ze studni może bydz krótszy aniżeli 10 minut i 27 sekund, co zależy także od organizacyi, od wprawy, od zdrowia, a nawet i od własnég człowieka ochoty.

Zakończenie.

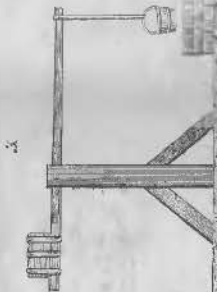
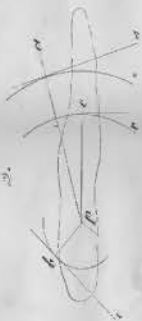
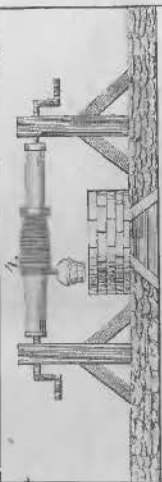
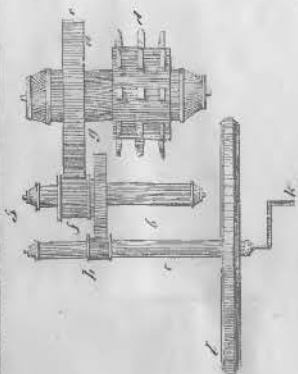
163. Z takowych trzech przykładów zrobmy sobie ieszcze iedną ważną bardzo uwagę. Kiedy w drugim przykładzie był tylko ieden organ odmieniaiący prędkość, wtenczas opory przypadkowe potrzebowaly $\frac{1}{20}$ części ciśnienia siły na ich pokonanie. Kiedy zaś w trzecim przykładzie było 3 organa odmieniaiące, opory przypadkowe niszczyły $\frac{1}{5}$ albo $\frac{2}{10}$ części ciśnienia siły. Więc, ieżeli wolno posunąć daley podobieństwo, można powiedzieć: że gdy w machinie iakiéy będzie organów odmieniaiących prędkość 1, 2, 3, 4, 5 i t. d. wtenczas na zwyciężenie oporów fizycznych potrzeba wziąć $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{4}{10}$, $\frac{8}{10}$ i t. d.; ciśnienia siły: a ztąd się pokazuje, że im machina bardziej zawikłana, tém więcéy ginie siły na zniszczenie oporów przypadkowych. Nayprostsze więc maszyny są najlepsze, tak dalece

iż lepiéy naprzykład użyć czterech machin, zktórychby każda miała po iednym organie odmieniaiącym, aniżeli iednéy, maiącćy 4 organa odmieniaiące; bo w pierwszym razie stracimy tylko $\frac{2}{10}$ części siły, a w ostatnim $\frac{8}{10}$ téżże siły, na pokonanie oporów przypadkowych, które mnożą się z zawikłania machin. Jescze ten niezupełnie przeięty duchem mechaniki, kto iak Archimedes drugi, nauczywszy się dopiero samych organów odmieniaiących, iakiemi są drąg, kołowrot, śruba, klin, koło zębate i t. d., składa te organa bez końca, rozumiejąc iż małą swoją siłą świat cały poruszyć zdoła; albo też kto niepoznawszy natury oporów fizycznych, tworzy w buynéy wyobraźni swoiéy *perpetuum mobile* czyli ruch wiecznie trwaiący.

Te trzy przykłady które tu wzięłem, dostateczne są do zrozumienia moiéy teoryi machin; więcéy ich niebiorę dlatego iż zamierzam sobie późniéy, traktować z naydrobniejszemi szczegółami i rysunkiem potrzebniesze maszyny ekonomiczne i po fabrykach krajowych używane.

K O N I E C





1.

2.

3.