

łatwiej w drzewo weśnione byź mogą, iak to się prawdzi na nożach, siekierach i t. p.

§ 27. *O niektórych Machinach złożonych.*

272. *Dragi złożone.* Z dragów pierwszego gatunku możnaby ułożyć machine, bardzo siłę powiększającą, następującym sposobem. Kilka dragów, mających własne podpory, niech tak będzie ułożonych, aby końce iednego zachodziły na końce drugich: np. draga średniego CD (*Oddział II. Tablica II. Figura 33*) końce C, D niech zachodzą na końce B, E dragów AB, EF, i machina będzie sporządzona w której siła do ciężaru ma się w stosunku składanym z odległości ciężaru od podpory i siły od podpory w trzech dragach poiedynczych. Niech AG, CH, EI długie będą na 1 cal, a zaś GB, HD, IM niech mają długości po 5 cali. Zawiesiwszy w punkcie A ciężar ważący funtów 125: a na punkcie M funt 1; będzie równowaga. Bo w każdym poiedynczym dragu siła ma się do ciężaru iak 1:5 a zatem w machinie z trzech dragów złożonéy, będzie siła do ciężaru iak $1 \times 1 \times 1:5 \times 5 \times 5$ czyli iak 1:125. Taka machina nie mogłaby byź użyteczna: bo gdy długie są dragi, każdy z nich osobną podporę mieć powinien, prócz tego ta machina wiele mieysca zabiera i ciężar niewysoko podnosi.

273. *Przemian złożony.* Oprócz przemianu wyżey położonego (257) używany bywa Przemian złożony, którego części są następujące (*Oddział II. Tablica II. Figura 34*) NG, OD są dwie sztaby żelazne zawieszone kółkami N, O, na hakach: spoione są dragiem RS, aby zawsze miały kierunek pionowy, i to jest dopiero osada do

przemianu złożonego. Przy G jest przemian pojedynczy LGM. którego środek wahań się jest w G. i ramie krótsze tego przemianu LG jest w równowadze z dłuższem ramieniem GM. Przy D jest drąg ADB którego środek wahań się jest w punkcie D, i część krótsza tego drąga to jest DB zachowuje równowagę z dłuższą jego częścią AD. W punkcie C zawiesiwszy ciężar K, ważący np. funtów 100 w odległości od pory D. np. na 1 cal; a zaś w punkcie E odległym od podpory D na 10 calów zawiesiwszy funtów 10; będzie równowaga: bo $C \times CD = E \times ED$ (253) czyli $100 \times 1 = 10 \times 10$. Zdjawszy ciężar z punktu E, złączmy ten punkt drążkiem EF z przemianem pojedynczym LGM. Możemy uważać, iakby w punkcie F zawieszone były 10 funtów, których od podpory odległość, to jest FG niech będzie 1 cal. Zawieśmy na dłuższem ramieniu GN. w punkcie H odległym od G na 10 calów, funt 1. będzie równowaga: bo $F'G \times F = GH \times H$, czyli $1 \times 10 = 10 \times 1$. A że 10 funtów zawieszone przy E lub F utrzymały na równowadze 100 funtów wiszących przy C; więc 1 funt zawieszony przy H, utrzyma na równowadze 100 funtów przy C.

W tym przemianie złożonym jedna część LGM jest drągiem pierwszego gatunku, ponieważ podpora jest w G, ciężar przy F, siła przy H, druga zaś część przemianu ECD jest drągiem gatunku drugiego, w którym jest podpora przy D, ciężar przy C, siła przy E. A zatem w drągu LGM siła do ciężaru jest iak $FG:GH$, czyli iak 1:10. W drągu zaś ECD, siła do ciężaru iak $CD:ED$, czyli iak 1:10. A zatem w przemianie złożonym z tych dwóch drągów, siła do ciężaru będzie w stosunku składanym z pojedynczych stosunków, to jest siła do ciężaru będzie, iak $1 \times 1:10 \times 10$. Przemian złożony wy-

godny jest w Ludwisarniach, Kuźnicach, Komo-
rach do ważenia armat, żelaza i towarów.

274. *Bloki złożone.* Kilka albo kilkana-
ście krążków tak ułożonych, aby sznur przez
wszystkie przechodził i ciężar do góry podnosił
zowią blokiem złożonym. Krążki blok złożony
składające, albo są wszystkie ruchome, albo
część ruchomych, część nieruchomych. Jeżeli
krążki są wszystkie ruchome; na ówczas każdy
na osobnym wspiera się sznurze, iak wystawia
Oddział II. Tablica II. Figura 55. gdzie ieden
koniec każdego sznura przywiązany jest do haku
H, a drugi do następującego krążka. W tym
bloku krążków ruchomych jest cztery. A że w
iednym krążku ruchomym siła ma się do ciężaru
iak 1:2 (266) więc w bloku złożonym ze czte-
rech krążków ruchomych, siła do ciężaru bę-
dzie w stosunku składanym ze czterech stosunków
pojedynczych: to jest, będzie siła do ciężaru iak
1:16, to jest funt 1 utrzyma na równowadze fun-
tów 16.

Powszechniejszego używania bloki są złożo-
ne z bloków częścią ruchomych, częścią nieru-
chomych (*Oddział II. Tablica II. Figura 36*).
Krążki A, B są ruchome a zaś E, D są nieru-
chome. Przez te wszystkie krążki ieden wpra-
wdzie sznur przechodzi; można iednak tyle ich
rachować ile jest krążków, bo wszystkie utrzy-
mują ciężar iak figura okazuje. W téj machinie
siła tyle razy jest powiększona, ile jest sznurów
ciężar utrzymujących: wszystkie bowiem sznury
są równo wyprężone, więc każdy równą część
ciężaru utrzymuje: a że sznurów jest cztery; prze-
to siła cztery razy będzie powiększona to jest
funt 1 utrzyma na równowadze 4 funtów.

Prędkość także siły jest do prędkości cięż-
zaru iak 1 do liczby sznurów od ciężaru wycią-

gnionych. Bo, aby ciężar był wyniesiony do jakiegokolwiek wysokości; wszystkie sznury tyle powinny być skrócone, ile się podnosi ciężar. Skraca je zaś siła, więc ta tyle razy prędzej na dół zstępuje, aniżeli ciężar; ile jest sznurów które skraca. Ponieważ w podanym bloku jest sznurów 4; przeto jeśli się ciężar podniesie na cal 1, każdy sznur na cal jeden będzie skrócony, więc siła przebieży calów 4.

Taki blok jest niedoskonały, bo wiele miejsca zastępuje, gdyż do dźwigania wielkich ciężarów, krażki dość spore być muszą, zaczętem zdarzyć się może iż ich osady zbiegną się, a ciężar do swego miejsca nie dójdzie.

Oddział II. Tablica II. Figura 37 wystawie blok doskonalszy: w nim trzy krażki przy A są nieruchome, a przy B ruchome. Krażki tak są ułożone aby sznury przez nie przechodzące nie ocierały się o siebie. Stosunek siły do ciężaru w tym bloku tak iż jest jak w poprzedzającym, to jest sześć sznurów utrzymuje ciężar: więc siła do ciężaru ma się jak 1 : 6. Ale ciężar może być daleko wyżej podniesionym, aniżeli poprzedzającym blokiem, bo tu osada bloków nie wiele miejsca zabiera.

275. *Koła palczaste.* Koła mające po wierzchu lub na bokach zęby, zowią się kołami palczastymi lub palecznymi, jakie widzieć można w kołach młyńskich lub wiatraków albo w kółkach zegarka. W podobnych machinach palce jednego koła chwytają za palce drugiego, stąd obu dwu kół palce powinny być równe, bo nie mogłyby jedne wchodzić pomiędzy drugie.

Z tego cośmy powiedzieli o kole na walcu (263) wnieść można jak kołami palczastymi może być siła powiększona. Tu więc szczególnie ich prędkość uważać będziemy. Gdy np. więk-

sze koło raz się obróci, tedy mniejsze koło w tym samym czasie tyle razy się wykręci, ile razy liczba palców koła mniejszego, mieści się w liczbie palców koła większego.

Niech będzie machina złożona z kół palczastych większych (*Oddział II. Tablica II. Figura 38*) koła mniejsze, czyli cewy B, D, F, mają po 10 palców, koła zaś większe C, E, G, mają po 100 palców. Według poprzedzającego układu; prędkość koła B tak się ma do prędkości koła C iak 10 : 1. Ze zaś koło D na jednym walcu obraca się z kołem C; więc prędkość koła B do prędkości D iak 10 : 1. Tymże sposobem okazać można że prędkość koła D do prędkości koła F iak 10 : 1; nakoniec że prędkość koła F do prędkości koła G iak 10 : 1.

To jest $B : D = 10 : 1$

$D : F = 10 : 1$

$F : G = 10 : 1$

Więc $B : G = 1000 : 1$.

To jest gdy koło B obróci się 1000 razy; koło G w tym samym czasie obróci się tylko raz. A zatem funt 1 przy A będzie na równowadze z ciężarem K wążącym 1000 funtów (221) czyli siła niewielka obracająca korbę EA podniesie ciężar 1000 funtów wążący. Taka machina zowie się *Papcration*. Użyteczną jest do dźwigniania ogromnych ciężarów, lecz wiele czasu łożyć potrzeba.

276. *Léwar*. Léwary, których do podnoszenia bryk lub karet używają, są maszyny z kół palczastych złożone, z tą tylko różnicą iż na miejscu koła większego jest drąg prosty z zębami. Podstawivszy ten drąg pod brykę, obraca się korbą kółko mniejsze, które chwytając swemi palcami za palce drąga, podnosi go razem z bryką. Ale nim część drąga podniesie się do

góry, siła okrąg korby kilkanaście razy obieży. Przeto prędkość siły jest wielka, a ciężaru na drągu wspartym bardzo mała. Że jednak nie trzeba ciężarów do znacznych wysokości podnieść, przeto z tego względu ta machina jest użyteczna.

277. *Śruba nieustająca.* Śruba nieustająca składa się ze śruby prostey; i koła na walcu, iak wystawie (*Oddział II. Tablica II. Figura 39*). A zatem w téy machinie siła do ciężaru będzie w stosunku składanym z poiedynczych stosunków. Mówiąc o śrubie pokazaliśmy, iż siła do ciężaru jest iak odległość dwóch gwintów a , b do promienia koła przebieżonego od korby AB (269). W kole na walcu zaś jest, siła do ciężaru, iak promień walca H; do promienia koła DE (263). A zatem w śrubie nieustającej siła do ciężaru będzie iak odległość dwóch gwintów a , b . rozmnożona przez promień walca H, do promienia koła które przebiega kórba AB, rozmnożonego przez promień koła paleczastego ED. Prędkość siły i ciężaru w téy machinie jest następująca. Śruba CAB wykręcając się, porusza tylko ieden ząb koła ED: które iesli ma np. zębów 100, tedy, aby obróciło się raz ieden; śruba wykręcić się powinna 100 razy.

Z przytoczonéy teoryi niektórych machin złożonych łatwo wniesć można, że, znościomość stosunków siły do ciężaru w machinach prostych, doprowadzi widocznie do zrozumienia skutków wszelkich machin złożonych, iakie tylko są w używaniu; i iakie przemysł ludzki wynaleźć może.

278. *Jakie są przeszkody w machinach?* Wyłożone prawdy o machinach tak poiedynczych iako téż złożonych, częstokroć zawodzą, dla przeszkód, którym maszyny podlegają. Wykłada-

iąc teorią drągów, uważaliśmy je iak gdyby żadnego ciężaru nie miały, takie jednak być nie mogą, a zatem ich ciężar przyczynia się do umniejszenia siły: prócz tego jeśli się grą drągi, tém samém siłę do podpory przybliżają. Bloki tém mniejszy skutek sprawują im większy jest ich ciężar i im cięższe są sznury: bo siła musi także dźwigać bloki, i przemagać tęgosc sznurów: do tego jeśli małe są krążki, daleko trudniéj uginają się sznury. Cośmy powiedzieli o blokach, przystosować to można i do koła na waleu.

Wiadomo jest także iż tarcie we wszystkich machinach siłę umniejsza. *L'Abbé Bossut* wyłożył algebracznie wielkość tarcia w machinach pojedynczych. Podług niego najmnieysze jest tarcie drąga, iako téż i wagi: bo gdy 200 funtów na szali położone utrzymują się na równowadze, za przydaniem $\frac{3}{4}$ funta na drugi talerz równowaga się psunie. Większe jest tarcie w blokach: bo gdy blokiem złożonym ze trzech ruchomych krążków 800 funtów trzeba utrzymać na równowadze; podług teorii bloków (274) 100 funtów utrzymywałyby powinny, w praktyce zaś użyć potrzeba przeszło 121 funtów. Nayznacznieysze jest tarcie na równi pochyłéj, bo się równa $\frac{1}{3}$ części ciężaru podług doświadczeń *Beldora* i *Bossut*.

Trudno wyznaczyć dokładnie prawidła tarcia. Różność bowiem części składających ciała stałe, większe lub mniejsze skupienie tychże części, różność zachodząca między wydatnościami i wklęsłościami w powierzchniach rozmaitych ciał, są to nieoddzielne przeszkody do wyznaczenia dokładnego prawidła tarcia.

Przyta-

Przytaczam wypadki z doświadczeń P. Coulomb względem tarcia czynionych (*Journal de l'Ecole Polytechnique IV. Cahier p. 397.*)

I. Ze płaszczyzna suchego drzewa posuwając się po płaszczyźnie takiegoż drzewa, gdy po-
tém spocznie; tém trudniéj ją poruszyć im mo-
cniéj przyciska płaszczyznę na której spoczywa:
czyli, że opor jest proporcjonalny ciśnieniu.
Ten opor w pierwszym momencie spoczynku po-
większa się, a po kilku minutach jest najmo-
cniejszy.

II. Jakąkolwiek prędkością sunie się jedna
powierzchnia drzewa suchego po drugiéj; zawsze
tarcie proporcjonalne jest ciśnieniu: ale daleko
łatwiéj można poruszyć sunącą się płaszczyznę,
aniżeli gdyby spoczywała: i siła któreyby trzeba
użyć w pierwszym razie, tak się ma do siły któ-
réj użyć trzeba w drugim razie iak 2:9.

III. Tarcie metalów o siebie nienasmarowa-
nych, jest także proporcjonalne ich ciśnieniu:
ale jednakowéj potrzeba siły, tak do poruszenia
ich gdy spoczywają, iako téż, gdy są w ruchu.

IV. Jeżeli metal trze się o drzewo; na ten
czas tém znaczniejsze jest tarcie, im większa jest
prędkość.

Różnaitemi sposobami można zmniejszyć
tarcie. 1. Smarowaniem: np. metal oliwą lub
iako inną tłustością. Drzewo, łoiem albo my-
dłem rzadkiém; jeśli drzewo trze się o kamień,
woda tarcie umniejsza. 2. Wygładziwszy dobrze
wierzchy, tém samém zmniejszone będzie tarcie.
3. Ciało dobrze wygładzone i nasmarowane, wspie-
rać na takiém, o które się najmniéj ściera: np.
stal najmniéj się trze o mosiądz, bardziéj zaś
ściera się na ołowiu, cynie, lub stali: dla tego
w zegarkach, dla zmniejszenia tarcia; kółka mo-
sieżne trą się o cewki stalowe. 4. Zmniejszy się

tarcie przez zmniejszenie powierzchni ciał trących się: np. wspierając okrągłe na płaskich. Dla tego czasem rzemieślnicy walce okrągłe, mające się obracać, wkładają w stępki kwadratowe.

Czasem, zamiast zmniejszenia, trzeba powiększyć tarcie: np. szlifujący metale, szkła, kamienie i t. p. rzucając pomiędzy nie piasek ostry, tém samém powiększając tarcie.

Teorya biegu ciał stałych, tudzież ich równowagi, składa dwie oddzielne nauki fizyczno-matematyczne. Pierwsza nazwana *Dynamika*, uważa ciała stałe w biegu: druga *Statyka* zastanawia się nad prawidłami równowagi tychże ciał.

Podobnie uważać można ciała ciekłe w równowadze i w ruchu: a stąd, nauka wykładająca teoryę ich równowagi zowie się *Hidrostatyka*: roztrząsająca zaś prawidła ich ruchu; zowie się *Hidrodynamika*; albo *Hidraulika*, jeśli maszyny, należące do tego względu; wyklada.

R O Z D Z I A Ł IX.

Hidrostatyka.

§ 28. Ciśnienie ciał ciekłych.

279. *Różnica ciał ciekłych od stałych co do ciśnienia.* Ciała ciekłe równie iak stałe, są ciężkie, a zatem podlegają tym samym prawidłom biegu przyspieszonego, iakim ciała stałe: to jest,