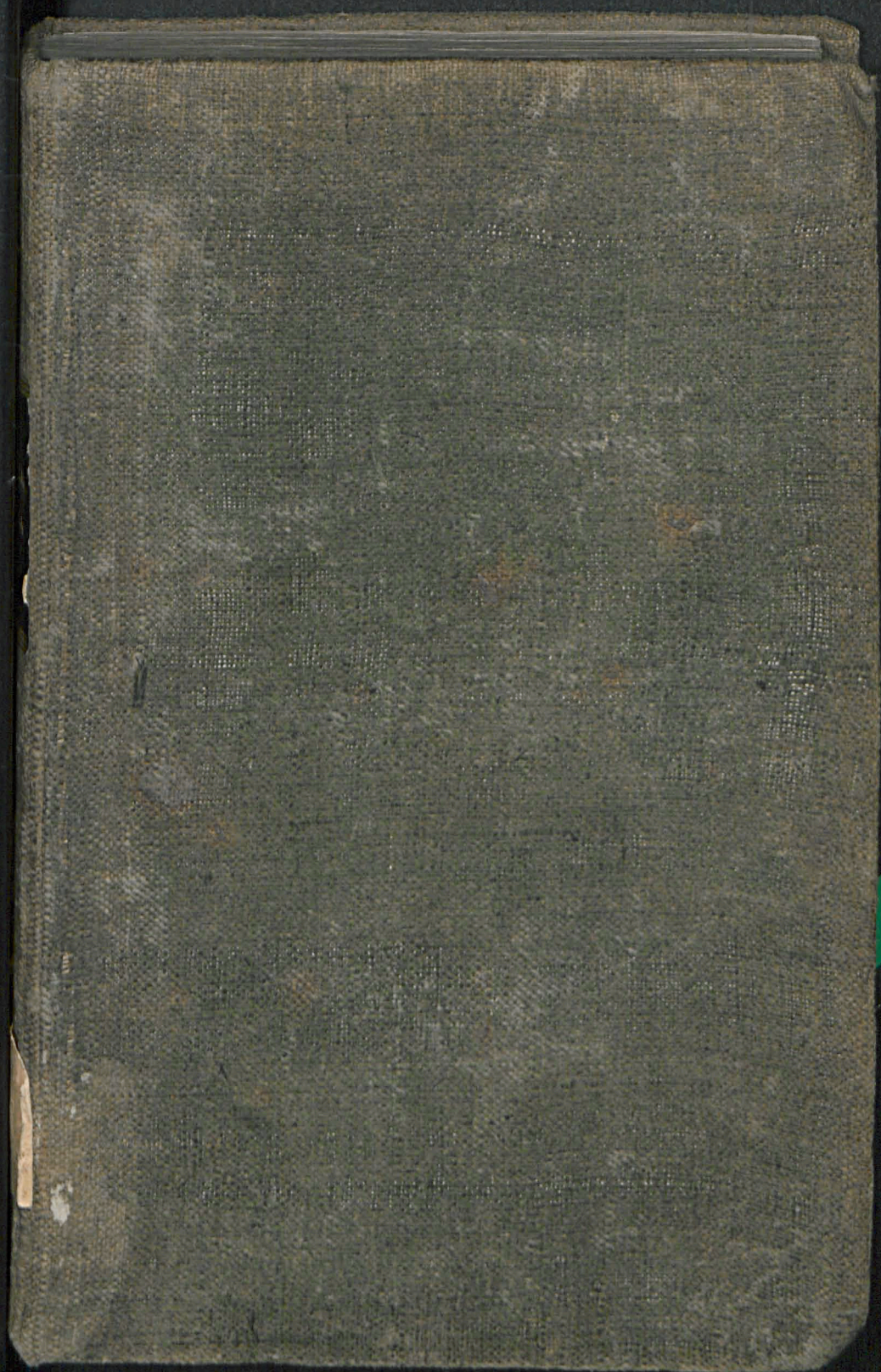




Rezerwa A
Znak 162
Nr inw 2550



Nr 1596 II

JEOMETRYIA

I

MECHANIKA

SZTUK I RZEMIOSŁ.

GEOMETRYIA

I

MECHANIKA

SZTUK I RZEMIOSŁ

BARONA KAROLA DUPIN

PARYŻKIEJ AKADEMII UMIEIĘTNOŚCI I WIELU UCZONYCH

TOWARZYSTW CZŁONKA, WYŻSZEGO OFFICERA W

KORPUSIE INŻYNIERÓW MORSKICH etc.

PRZEŁOŻYLI Z FRANCUSKIEGO

P. Chlebowski i A. Cyłman.

Wolno drukować.

I. K. SZANIAVSKI,

Radca Stanu, Dyrektor Jeneralny
wychowania publicznego.

TOM III. DYNAMIKA.

WARSZAWA.

W Drukarni Kommissyi R. W. R. i O. P.

1828.



425

DYNAMIIA

CZYLI

NAUKA SIŁ PORUSZAJĄCYCH

STOSOWANYCH DO SZTUK.

NAUKA PIERWSZA.

*Wyliczenie sił przemysłowych: siły człowieka
i pomoce iakich wzrok udziela.*

Naukę wykładającą prawa i działania sił poruszających nazywamy *Dynamią*.

Siły poruszające używane w przemyśle, albo są *żywotne*, albo *nieżywotne*.

Roztrząsając siły żywotne, weźmiemy na-przód pod uwagę siły człowieka, potem siły zwierząt.

Do sił nieżywotnych, liczymy tylko siły *ciężkości* i *ciepła*, działające w ciałach stałych, płynnych i powietrznych.

Siła człowieka. W pierwszych latach życia żadna dla przemysłu, wzmaga się z wiekiem młodzieńczym i męzkim, po czym ubywa stopniami aż do ostatniéj zgrzybłości, ieżeli

przypadek lub choroba iaka wcześniejszego niesprowadzą zgonu.

Poiętność i rozum, rozwijające się od urodzenia, doszedłszy podobnież najwyższego swego kresu, również potem słabną aż do śmierci naturalnéj.

Rozum ludzki przez zmysły nabywa poięć, wzmacnia się przez ich porównywanie, a poznając własności i stosunki rzeczy, wzbogaca się w umiejętność i naukę.

Pamięć zachowuje nabyte pojęcia, rozumowania nad niemi czynione, i wywiedzione z nich wnioski; pamięć wydarzeń, zwykle żywa w młodości, wczesnie się zmniejsza, jeżeli iéy niećwiczymy częstą wprawą i nie wspieramy metodą: pamięć rozumowań wzmacnia się z wiekiem, równie iak władza postrzegania, porównywania i reflexyi.

Ukształcenie naszych władz umysłowych, równie iak szczęśliwe stosowanie naszych sił fizycznych, zależy od uprawy naszych zmysłów, przez które bezpośrednio wymierzamy stosunki zachodzące między fizycznymi przymiotami ciał lub istot nas otaczających.

Jeżeli zmysły widzenia, słuchu, dotykania, powonienia i smaku, wspierają poiętność naszą przy wykonywaniu rozmaitych robót w sztukach, nawzajem sztuki nieskończenie przyłożyły się do rozszerzenia, wzmocnienia i udoskonalenia zmysłów.

Przez sztuki piękne, stały się one, rozleglejsze i czulsze. — Sztuki wyzwolone nadały im większą trafność i przenikliwość. Od sztuk zaś mechanicznych nabyły zmysły szybkości w działaniach i w odbieraniu wrażeń.

Wszystkie zgoła sztuki przyczyniają się do uprawy i kształcenia zmysłów człowieka: jest to dobrodzieystwo prawdziwéj cywilizacji.

Dla przekonania się o téj prawdzie, zobaczmy naprzód, ile sztuki przyczyniły się do udoskonalenia wzroku.

Żeby naydrobniejsze przedmioty mogły sprawiać dosyć mocne wrażenie na oko, wynalazł człowiek soczewkę i drobnowidz. Za pomocą tych narzędzi odkrył mnóstwo nowych istot, wcale mu nieznaných; poznał tajemnice organizacji zwierzęcéj, roślinnéj i mineralnéj, dotąd przed nim zakryte. — W pięknych sztukach, *np.* w sztycharstwie, może się trudnić wykończeniem robot naydelikatniejszych. W sztukach wyzwolonych głębiéj przeniknął w poznanie tajników natury, ucząc się w budowie swych organów, w rozgałęzieniu naczyń krwistych i limfatycznych i w połączeniu muskułów i nerwów, poznawać te skrytości, którychby nigdy gołym okiem niebył dostrzegł. Nakoniec w sztukach mechanicznych potrafił nadać plodom przemysłu dokładność, delikatność i nadzwyczajne wykończenie. Bez soczewki nigdyby zapewne naybiegleysi zegar-

mistrze niewykonalni chronometrów, które nie większe i niegrubsze od sztuki dwufrankowéy, oznaczają godziny, minuty i sekundy z zadziwiającą dokładnością, wynikającą z porządnego i delikatnego ruchu zazębień, połączonych w tak małym przestrzeni z nieskończoną sztuką.

Inne znowu narzędzia, iak *np.* dalekowidze i perspektywy, zbliżają przedmioty oddalone, przez skupianie odbitych promieni światła. Przez nie, odkryliśmy planety, komety i gwiazdy nieznane, granice wzroku człowieka rozszerzyliśmy nadzwyczajnie i tym sposobem widzimy przedmioty w większej odległości niż te których dotykać możemy, lub od których chronić się mamy. Też same narzędzia szacowną czynią posługę w żeglarstwie do rozpoznawania brzegów i skał, i rozróżniania nieprzyjacielskich od przyjacielskich okrętów. W wyprawach wojskowych, w podróży lądowych z równą używamy ich korzyścią. W życiu zaś pospolitą służą one do rozpoznawania w szczegółach przedmiotów oddalonych. Tak *np.* przez perspektywy teatralne, uważać możemy z nayo-dleglejszych punktów obszerną salę, rozmaite poruszenia fizyionomii aktorów.

Moc wzroku nie u wszystkich osób jest jednakowa, a nawet zmienia się w jednej osobie podług jej wieku. Wiadomo iak temu sztuka przez narzędzia zapobiegać umie. Przez jedne bowiem soczewki, zbliża przedmioty odległe i niedosyć wyraźne dla krótkowidzących (*myopes*);

przez inne znowu oddala przedmioty zbyt zbliżone dla dalekowidzących (*presbyter*).

Wreszcie gdy idzie o ochronę zbytniej czułości wzroku, przeprowadzamy promienie światła przez ciała takie, których delikatny kolor łagodzi lub zmniejsza blask i drganie pewnych promieni światłych.

Te są główne korzyści które wzrok odniósł z postępu sztuk.

Tenże postęp sztuk podobne przyniósł pomoce i dla słuchu. Trąbki uszne (*cornets*) są to teleskopy słuchowe; mamy także i mikroskopy słuchowe. Niedawno biegły lekarz P. Laëneck wynalazł podobne narzędzie, i szczęśliwie je zastosował. Szerszy otwór trąbki stawia się na sercu lub na piersiach osoby cierpiącej, ucho zaś przykładają do drugiego końca narzędzia; — wtedy rozeznawać można takie poruszenia, którychby samo ucho w podobnej odległości nigdy niedosłyszało.

Dla rozmawiania z osobami mieszkającymi na różnych piętrach, lub w różnych oddziałach bardzo rozległego domu, dają się rury metaliczne łączące takie mieszkania, a cicho wymówione wyrazy przy jednym ich końcu, wyraźnie słyszeć można przy drugim. Tym sposobem naczelnik wielkiego zakładu fabrycznego, dawać może polecenia i odbierać doniesienia z nayo-dleglejszych warsztatów.

Tuba służy do sprawienia w wielkich odległościach dostatecznego wrażenia na słuch.

Na pokładzie okrętu, trzeba wydawać rozkazy wśród wrzawy manewrów i krzyku matków; trzeba być słyszanyym pomimo łoskotu żagli uderzanych od wiatru i szumu balwanów; dla tego też officerowie morscy zwykle używają tuby.

Trąby myśliwskie i wojenne uważać należy za tuby, służące do przesyłania rozkazów i doniesień w wielkich odległościach, pomimo wrzawy i zgiełku, mimo bitwy, szumu i gęstości lasów.

Dobrze zbudowane amfiteatra są to także tuby służące do miarkowania i rozsyłania głosów, ile można nyrówniey po całej obszerności sali. Amfiteatra, ze względu na słuchaczy, uważać można za trąby akustyczne.

Maski starożytnych aktorów były to tuby, przez które rozchodził się głos po obszerny przestrzeni teatrów.

Przejdźmy do zmysłu dotykania. Miarkujemy zmysł dotykania rozmaitemi sposobami zgromadzającymi na niektóre części ciała naszego większą lub mnieyszą liczbę wrażeń.— Odzienie np. służy do zmniejszenia wrażeń dotykalnych od przedmiotów zewnętrznych. Z czasem odzież sprawia przeciwny skutek, to jest: że części ciała zwykle nią okrywane stają się czulsze, przez delikatność, iakię nabywa tkanka wierzchniey skóry, chroniona od każdego gwałtowniejszego wrażenia.

Kąpiele i wszystkie środki ochłodstwa wzma-

gaia czulość zmysłów do odbierania naydelikatniejszych wrażeń dotykalnych.

Części ciała naszego, zwykle odkrywane, stają się mniej czulemi na dotykane.

Montaigne przywodzi w téj mierze zabawne zdarzenie i wywodzi z niego wnioski z głębokością i trafnością cechującą jego umysł filozoficzny.

»Przechodząc w zimie przez most spotkałem żebraka prawie całkiem nagiego, który zdawał się wcale nieczuć bardzo mocnego zimna. »Przyjacielu, rzekłem, iak możesz znieść takie zimno, będąc tak lichy odziany.» A pan, odpowiedział, iak możesz na tak mroźny czas chodzić z nagiemi ustami, nosem, oczyma i twarzą.» — Ależ ia tylko mam twarz nieokrytą.» — Otoż ia, odpowiedział, cały iestem twarzą.»

Sztuka może także osłabiać lub wzmacniać zmysł powonienia, zakrywając organ iego mniej lub więcéy gęstą zasłoną, albo też przeciwnie, mieszcząc przed nosem trąbkę gromadzącą i przesyłającą wielką ilość cząstek wonnych. Utrzymuią, że nosząc na twarzy zasłonę w czasie panuiący zarazy, można się iey uchronić, a to zapewne przez zmniejszone działanie wyziewów zaraźliwych, na organa powonienia i smaku.

Sposoby sztuczne mogą powiększać lub zmniejszać czulość smaku.

W sztukach częstokroć przez smak rozpo-

znają się niektóre materiały surowe lub płody przemysłu; wiedzieć jednak trzeba iż organ smaku niezawsze jest jednakowo usposobiony (*).

Fizyka trudni się wyłącznie poznawaniem mechanizmu naszych zmysłów i narzędzi miarkujących wrażenia odbierane od przedmiotów zewnętrznych. I tak, *optyka* zajmuje się zmysłem widzenia; *akustyka* zmysłem słuchu. Nie mamy osobnych nazwisk na części fizyki trudniące się trzema innemi zmysłami; dotąd bowiem niezebrano jeszcze dość licznych nad nimi postrzeżeń.

Dla porządku teraźniejszego wykładu dosyć było wspomnieć o głównych sposobach wspierania dzielności zmysłów naszych. Szczegółowe i dokładniejsze wiadomości w téj mierze należą do fizyki, nauki rozległej i długiego wymagającej czasu.

Umiejętność ta rozszerzyła granice działania zmysłów, i przez to ułatwia nabywanie wyobrażeń o większej liczbie przedmiotów; nieuczy jednakże sądzić o stosunkach wielkości między

(*) W niektórych krajach, właściciele sprzedający wino, zastawiają dla kupujących orzechy i suchy ser, ażeby zastrzony smak takim pokarmem znajdował w kosztowne się mającém winie szczególniejszą słodycz i zapach. Podobnież zniechęcać zwykliśmy dzieci od lakotek, podając im wprzód pokarm lub napój niszczący przyjemność lub słodycz ulubionych im rzeczy.

temiż przedmiotami zachodzących. Nowa ta nauka łączy się ściśle ze znanomością i użyciem miar.

Weźmy teraz pod uwagę władzę umysłu, którąby wypadało nazywać *matematyczną*, iako służącą do poznawania wielkości i miary przedmiotów.

Idąc za naturalnym postępowaniem władz naszych od niemowlęstwa aż do wieku męskiego, obaczmy, że miary wielce wpływają na jasność naszych wyobrażeń i na dokładność naszych sądów. Przez porównywanie przedmiotów znanych z nieznanemi, poznamy te ostatnie. Każde porównywanie wymaga miary, która częstoć niebywa ściśle oznaczona, lecz tylko zbliżona do prawdziwej. Stąd źródło wielkiej liczby błędów.

Przykład wzięty z wyobrażeń nabywanych przez organ widzenia stwierdzi to mniemanie. Najłatwiej przychodzi nam upatrywać w przedmiotach miarę równości, i najwcześniejszą też téj znanomości nabywamy. Wymiar taki wykonywają naturalnie same zmysły nasze, gdy dwa równane przedmioty dosyć są sobie bliskie, i stąd też dla uniknienia błędu, zawsze je do siebie zbliżamy.

Lecz organ widzenia wykonywać musi nierównie trudniejsze działanie, gdy chce poznać, czy dwa obecne przedmioty, których przyłożyć do siebie niemożna, równą mają długość, grubość lub szerokość. Wprawa do podobnej ro-

boty wymaga pewnego czasu. Małe dzieci umieją z dwóch owoców lub ciastek, wybierać dłuższe, szersze lub grubsze; co dostatecznie dowodzi, że niemylny ich sąd opiera się na prawdziwości wrażeń, iakie od oka odbiera ich pojętność.

Gdy zaś w iednym czasie sądzić przychodzi o równości wielu przedmiotów, umysł przyzwyczajony już być powinien do czynienia sądów zawilszych, a zmysły nawykłe do iasnego i prędkiego przesyłania naszey pojętności wielu różnych wymiarów i położeń.

Nabywamy téy zdolności także od dzieciństwa, lecz nietak prędko iak pierwszey. Dzieci sądzą trafnie o podobieństwie lub różności dwóch przedmiotów, *np.* dwóch twarzy ludzkich, i rozróżniają zadziwiającym sposobem cechy ie znamionujące, wyszukując nazwiska, które przez swą szczególność wyrażają wady i ułomności fizyonomii, lub całey postawy człowieka.

Sztuka rysownicza, która bynnaby stanowić zasadę edukacyi wszystkich ludzi mających kierować zakładami przemysłowemi, nabywa się w części przez wprawę ręki, nadewszystko zaś przez wprawę oka w mierzenie rozciągłości, i w sądzenie czy kopii zachowuje proporcye przedmiotu za wzór służącego.

Widzimy to na uczniach poczynających w rysownictwie. W początkach, roboty ich cał-

kiem niepodobne bywają do oryginału. Jednakże, byle w ogóle zachodziło nieiakie podobieństwo, oko uczącego się, mało ieszcze wprawne w mierzenie rozciągłości, bierze wymiary kopii i oryginału za też same. Z czasem iego ręka się wprawia, oko lepiéy mierzy; a następnie rysunek coraz podobniejszy bywa do oryginału. — Wtedy, przeglądając pierwsze swoje prace, spostrzeże w nich niezmierne różnice od oryginału, których wcale niewidział, gdy wzrok iego mniéy był ukształcony. Tym sposobem uczy się spostrzegać wady, poznaie iż zmysły iego stały się lepszymi narzędziami miary i nowéy nabyły wyższości; cieszy się ze swego postępu, a przez to podwaia w sobie zapal do pracy.

Gdy uczeń sam przez się nieczyni tych porównań; nauczyciel powinien mu dopomódz i okazać przez postępy już uczynione, ile ieszcze spodziewać się mu należy. Tym sposobem ożywia się w młodych miłość do pracy.

Niekiedy nauczyciele zarozumiali, dla okazania własnéy wyższości, z politowaniem poglądają na usiłowania swych uczniów, wytykając im same tylko wady. Niesłusznie iest wyrzucać młodzieży błędy w pierwotnych iéy pracach, które niezasługują ani na pochwałę, ani na nagane; poznaie się z nich tylko stopień postępu w organie widzenia i wprawa ręki poczynającego.

Co mówimy tu o rysunkach, również po-

wiedzieć można o wszystkich naukach mających na celu uprawę naszych władz fizycznych i umysłowych; toż samo stosuje się do trudnego i rzadkiego talentu kształcenia dobrych pomocników w rozmaitych gałęziach przemysłu.

Trafia się, szczęściem niezbyt często, iż niektórzy z poczynających naukę rysunków, mają więcej ukształcony organ widzenia, niż rękę. Wtedy umysł ich dobrze ocenia odległości, kształty i obwody, i te wskazuje ręce nieumiejący jeszcze dokładnie ich wydawać. Tym sposobem oko dostrzega wady we własnych robotach i traci upodobanie w pracy. — Autor mówi tu o sobie, iż zawsze miał wprawniejsze oko niż rękę, a stąd też powiada, „jedyna to nauka (rysunek) w której więcej przykrości niż przyjemności doznałem.”

Uważajmy jeszcze zmysł widzenia w coraz dalszym jego postępie. Oceniamy wymiary przedmiotów w myśli, gdy te nie są obecne.

W niezbyt długim czasie nauczyć się można kopiować, dosyć podobnie, głowę wziętą za wzór; lecz w szczególnych tylko okolicznościach, i ludziom rzadkiego talentu, udaje się odrysować głowę raz widzianą, niemając przed sobą żadnego wzoru. Jednakże i ten talent nabyć podobna. Ten, ktoby też samą głowę wyrysował dziesięć, dwadzieścia, sto razy, raz po raz, zachowałby przezto wszystkie te rysy w swęj imaginacyi, a wtedy mógłby je

wydać na papierze niemając przed sobą wzoru.

Niektóre wizerunki dają się wszędzie postrzegać, iak *np.* portrety panującego. Znajdujemy je we wszystkich miejscach publicznych; na monetach narodowych; wreszcie widzimy je w posągach, popiersiach, obrazach, na zgromadzeniach publicznych; stąd rysy te wrażają się w pamięć każdego, i nie jeden rysownik je wydać na papierze, nie widziawszy nigdy żywéj twarzy.

Czasem artysta po stracie oycy, brata lub przyjaciela, oddaje wiernie rysy ich twarzy i umie w pamięci własnej wynaleść podobieństwo téj osoby, która potylekroć uprzyemniała chwile jego życia.

Zdarza się także, iż artysta niezdolając opisać zbóycy od którego napaści doznał, kreśli uderzający jego wizerunek; tyle widok jego zostawił mu na zmysłach mocne, żywe i trwałe wrażenie.

Nabyć można w wysokim stopniu téj nayszacowniejszój zdolności, dobrze kierując uwagą naszych zmysłów. Najpierwéj trzeba umieć sądzić o różności i podobieństwie dwóch przedmiotów obecnych, potem rozłącznie uważanych; czego osiągnąć niemożna nienabywszy iasnego i dokładnego wyobrażenia ich kształtu i wielkości. Użycie miar w tym względzie wielką stać się pomocą.

Mierzac często przedmioty różnych wymia-

rów, utrwalamy w naszey pamięci wielkość ich wyrażoną w miarach, przez co nabywamy iasnego tychże przedmiotów wyobrażenia.

Patrzac *np.* na iaką budowę, za iednym rzutem oka poznaemy iey długość, wysokość i wymiary wszystkich części. Wtedy nie sama tylko perspektywa uderza wzrok nasz, ale razem obraz iey ieometryczny, który możemy sobie wystawiać niepatrzac na przedmiot.

W podrózach przedsiębranych dla obeznania się z pomnikami narodów, z ich dziełami sztuki i płodami przemysłu, często trzeba wprawiać w ten sposób swe organa i imaginacyą. Przy oglądaniu zakładów wojskowych i morskich W. Brytanii niewolno mi było mierzyć budynków i machin po arsenalach. Przyzwyczaiłem przeto oczy do mierzenia, a imaginacyą do zachowywania wymiarów i kształtu przedmiotów. Wyrażałem przez liczby, formy architektoniczne i kombinacye mechaniczne, które mi dozwolano oglądać; potem robiłem rysunek ich na papierze z pamięci.

Przez wprawę w taką pracę umysłową, każdy do pewnego stopnia postąpić w nię może. Łatwo zaś pojąć ile podobna nauka przynieść może pomocy, przy oglądaniu ważnych zakładów, które tylko okiem mierzyć można, bądź że wzbroniono używać innych miar, bądź że niema dosyć czasu na podobną robotę.

Zmysł widzenia wiele ieszcze innych świa-

dczy usług w rozmaitych stanach i professyach. Przytoczę za przykład sztukę wojenną.

Dotąd uważaliśmy tylko wielkość i kształt przedmiotów, bez względu na ich odległość od oka. Dobre ocenienie téy odległości bardzo jest ważne, i należy do zadziwiających działań zmysłów naszych, uważanych iako narzędzia miarowe. Wszelki przedmiot zbliżający się do oka, zdaie się coraz większym; oddalający się zaś, coraz mnieyszym. Błąd ten zmysłów, co do pozornéy wielkości bliższych lub dalszych przedmiotów, prostuie się przez doświadczenie.

Wiemy *np.* iż wół, koń, człowiek, oddalając się, niezmnieszaia ani swoiéy wielkości, ani objętości; stąd też uważamy ie za równe, w iakiéykolwiek bądź odległości od oka się znayduia.

Nadto, umiemy porównywać wielkość dwóch przedmiotów nierówno od oka oddalonych. Wprawném okiem do podobnego porównywania, oznaczać możemy dokładnie wielkość przedmiotu, iakkolwiek od nas odległego.

Widząc obszerny pałac przez tafłę szklaną, niewnoszę stąd, aby pałac ten był mnieyszy od tafli obeymuiący obraz iego. Owszem sądzę, iż małe kwadraty zaledwie doyrzane w oknach odległego pałacu, muszą mieć równe wymiary z taflą zbliżoną do oka, i sprawuią na iego siatce tak wielki obraz. Wzrok przeto, mógłby mię tu w błąd wprowadzić,

lecz sąd mój, przez szereg ścisłych wniosków, rozpoznaie z pewnością prawdę tych samych pozorów które ią ukryć miały. Tym sposobem prostuiemy wyobrażenia odbierane od zmysłów, i oznaczamy dokładnie miarę, wielkość i kształt przedmiotów.

Malarze przy wystawianiu pomników architektonicznych przechodzących wymiary zwyczajne, używają równie prostego iak dowcipnego sposobu. Aby podać wyobrażenie ich wielkości, rysują obok przedmiot wielkości dobrze znanoméy, *np.* człowieka. Wtedy człowiek ten staie się dla nas iednością miarową, a wzrok nasz z porównania iéy z wielkością pomnika; sądzi o wymiarach ostatniego.

W niektórych miastach włoskich, na teatrach pierwszego rzędu, *marionetki*, to iest małe figurki drewniane, odgrywają opery, dramy, tragedye, komedyie, a nawet balety. Mali ci aktorowie zachowują proporcją z wielkością sali i dekoracyi, w przyzwoitéy perspektywie. Lubo postrzegamy, że to iest mały teatr, za podniesieniem iednak zasłony zdaie się nam że na scenie grają osoby dorosłe: lecz poszedłszy za kulisy z zadziwieniem poznaiemy, iż mali ci artyści wystawiający heroiczne postaci, Agamemnona, Achillesa i Herkula, niewieksze są od ręki. Taki iest skutek dobrze urządzoney optyki do powiększania przedmiotów.

Zadziwiałący iest ieszcze przykład pozornego

zmniejszenia przedmiotów nad naturalną ich wielkość.

W bazylice S. Piotra, w Rzymie, widać posągi i twarze mozaykowe na skalę większą od natury, proporcjonalne do wymiaru arkad, słupów i kolumn. — Zrazu postaci te ludzkie zdaią się mieć naturalną wielkość, a następnie i sama budowa, zwyczajne wymiary; lecz spojrzawszy na ludzi oglądających ten gmach, wszystko staie się olbrzymiem w oczach naszych, a doskonała harmonia w proporcjach, nadaie ogromnéy budowie téy postać wspinalą. Sam doznawałem takich uczuć oglądając kolosalną tę świątynię.

Na końcu *np.* długiey ulicy, zaledwie dostrzegamy punkt czarny, nieumiejąc rozróżnić żadnéy iego części, żadnego upatrzeć kształtu; niechże kto nas upewni że to człowiek, natychmiast wzrok nasz rozpoznaie dokładnie głowę, tułów, nogi, ręce, w przedmiocie pierwéy tak nieznaczny; wtedy bowiem nasza imaginacya uzupełnia wrażenia wzroku i obraz w całości przedstawia.

Patrząc na affisz w znaczney odległości, nie możemy rozpoznać liter na nim znajdujących się; lecz skoro kto obok nas wymówi nazwisko wydrukowane, natychmiast wyczytuemy wszystkie wyrazy i litery, które wprzódy były dla oka naszego massą niekształtną i nieczytelną.

Gdy ciało bez koloru, bez cieniów i od-

mian, zbliża się lub oddala, nieumiemy ocenić czy ciało to zmienia swą odległość, czyli też samo powiększa się lub zmniejsza. — Stąd źródło błędów naszego wzroku w ciemności. Niemogąc bowiem dostrzegać odmian w położeniu ciał, zdaie się iakoby co chwila zagrażało nam iakie niebezpieczeństwo. Stąd owa boiaźń ciemności u małych dzieci, u pici słabey, u ludzi dojrzałych, nieoświeconych, lub niezdolnych trzymać swéy imaginacyi na wodzy. Stąd owe strachy, upiory, trwożące ludzi prostych lub dzieci i piastunki.

Żeby wynagrodzić tę ułomność zmysłu widzenia, niektóre osoby usiłują w ciemności rozróżniać głosy wydawane od niewidzianych przedmiotów, natężając mocno uwagę słuchu i zaledwie dysząc. Lecz rozegrzana ich imaginacyia, zmienia wrażenia te zmysłowe, i w boiaźni, mimowolnie daie słyszeć im głosy straszliwych widziadeł, przerażających trwogą i rozpaczą.

Gdy zbrodnie zatruią życie człowieka, lęka się on ciemności; przestępstwa dopełnione ciągle stoia mu na oczach, ięki nieszczęśliwych ofiar obiaiają się o iego uszy, wszystko mu podwaia zgryzotę sumienia. Za nadejściem dnia zbrodniarz wszystko widzi w naturalnym porządku, imaginacyia uspokaia się, zmysły wracaia do swego działania i zakrywaią nieiako wewnętrzne cierpienie, iako nieuchronną karę odstąpienia od cnoty.

Żeby w dzień odróżniać iedne przedmioty od drugih, używamy wielu wrażeń posilkowych z pozornéy wielkości ciał odbieranych. Gdy kolory здаiają się coraz słabsze, cienie coraz mniéy wyraźne, i gdy rozmiary tych przedmiotów się zmniejszaia; niesądzimy, że same ciała maleia, lecz że ich odległość od nas się powiększa.

Perspektywa iest sztuką ułudzenia wzroku, przez takie wystawianie przedmiotów, żeby ich wielkość, kolor, i natężenie cieniów, ukazywały ie oku w innéy odległości od prawdziwéy.

Sztuka dekorowania teatrów i scen, tak daleko posuniona w czasach naszych, polega na zgodném stopniowaniu odległości, kolorów i cieniów, którego zachowanie istotne iest dla malarstwa, rysunku, perspektywy, i wyrabiania płaskorzeźb.

Przeciwny, a w wielu przypadkach szacowny iest dar oceniania gołym okiem rzeczywistéy wielkości i odległości przedmiotów, niedaiącém się uwieść żadnemu złudzeniu perspektywy lub optyki. Żeglarz ścigany od nieprzyiaciela poznaie go iak tylko naydaléy wzrok zasięgnąć zdoła; sądzi o iego odległości, o wielkości i mocy statku; przez pewne znaki poznaie flagę narodu, gdy inni podróżni, nie nawykli do podobnego rozmiaru, zaledwie dostrzedz mogą punkt czarny niknący na granicach horyzontu.

W lądowej wojnie, również potrzeba wprawnego oka w podobne mierzenie. Podług rozmaitych gatunków broni i pocisków, wypadła stosowne obierać odległości, żeby strzały pożądaną sprawiły skutek. O tych odległościach dokładnie sądzić powinien officer kierujący ogniem, i mierzyć ją nie ręką, ale okiem i pojęciem, i obierać nayprzychylniejszą chwilę we wszystkich okolicznościach. Łatwo taką odległość ocenić dla broni niedaleko sięgającej, iak pistolet i karabin; a daleko trudnięć dla różnych gatunków broni zdala rażących, iak np. moździerze, haubice i działa rozmaitej wielkości i naboju. Officer przeto artylleryi i każdy dowódzca woyska, umieć powinien trafnie oceniać odległość tak małą iak i wielką, żeby w boiu zaiąć naydogodniejsze położenie, żeby w przyzwoitym czasie strzelać lub ogień wstrzymywać.

Po rękodzielniach i nayprostszych warsztatach, zarządca, rzutem oka, powinien umieć zmierzyć wielkość i kształt przedmiotów, bez użycia cyrkla i liniału. — Przez to wnet może poznać, czy wyroby rzemieślników mają najlepszą formę i naystosowniejsze proporcye, a przynajmniej pożądanę od osób mających je używać.

Zmysł widzenia u całych narodów doskonali się przez wprawę i edukacyą, równie iak inne władze człowieka.

Przesyłamy nieoświeconym ludom ryciny,

wizerunki, obrazy, malowidła, słusznie uchodzące między nami za arcydzieła złego gustu, a u nich mające wielki szacunek: korzystny to handel dla złych artystów — i iedynie ztąd pochodzi, że naypospolitsi ludzie w kraiu naszym, mając już ukształcony zmysł widzenia, umięą mierzyć i poznawać wszystkie te wady, których oko półdzikich niedostrzega.

Naród postępujący w cywilizacyi podobnie sądzi o płodach swych przodków, iak uczeń postępujący w sztuce rysowania sądzi o pierwotnych próbach swoich.

Gdyby prostego wyrobnika paryzkiego, który we święta i niedziele ogląda muzea Luwru i Luxemburgu, zapytano, co mu się zdaie podobniejszém do pięknej natury ludzkiej, czy Apollo, Herkules lub Diana myśliwa, czyli też posągi zdobiące świątynie St. Germain i Nôtre Dame; odpowie niewahając się, iż z podziwieniem patrzy na pierwsze, z któremi porównane ostatnie zdają się mu niezgrabnemi tylko bryłami kamienia; a wszakże były to arcydzieła w swoim czasie; lud i dwór oglądał je z uniesieniem i dziwił się tak trafnemu oddaniu pięknej natury. Ten przykład dowodzi iak dalece zmysł widzenia ukształcił się we Francyi od barbarzyńskich wieków do dni naszych.

Wysyłając do Włoch młodych malarzów, snycerzy i architektów, nietylko im zalecamy kopiować starannie obrazy, pałace lub posągi; lecz

chcemy żeby przez kilka lat codziennie patrząc na naydoskonalsze utwory sztuk pięknych klasyczney téy ziemi, wzrok ich mógł nabyć uczucia takiéy doskonałości, a imaginacya zachowała ją za powrotem do oyczystéy ziemi.

Powiedzieliśmy iż cały naród udoskonalić może swój zmysł widzenia; w tym względzie, nawzajem wpływają na siebie artyści i publiczność.

Artyści, stanąwszy raz na prawdziwéy drodze, wyprzedzają publiczność, podając iéy coraz doskonalsze wzory, których większa iéy część jeszcze cenić nie umie. Każdy z takich wzorów kształci w patrzących zmysł widzenia; stąd widzimy iż publiczność coraz surowszym staie się sędzią, w miarę postępu sztuk; sam geniusz artystów pracuje nad utrudzeniem podziwienia dla swych płodów.

Ten wzajemny postęp, te wyścigi i ta walka szlachetna smaku całego narodu z talentami artystów, nigdy tyle nie miały świetności ile u starożytnych Greków, a w średnich wiekach u Włochów. Dziś we Francyi znacznie wzmagać się zaczyna. Temu popędowi sprzyjać powinni wszyscy artyści i uczeni; wielu z nich odznaczyły już powodzenia, rokujące naypiękniejsze nadzieie.

We Francyi malarz (David) umiał wzbudzić upodobanie w prawdziwéy piękności. Jego arcydzieła zgasiły podziwienie dla miernych i pobudzających do śmiechu płodów. Z iego nauki

i wzorów ukształcili się, Gerard, Girodet, le Gros, Guérin, i cała szkoła nowożytna. Mistrz ten surowy, oglądając płody swych uczniów wielbione od publiczności, wytykał im bez pochwaleń brak wzniosłości stylu, czystości wykonania lub wielkości pomysłu. Tym sposobem wyższy artysta wzniesć może nad siebie samego artystów wielkiego narodu, a ci znowu poprowadzą na drogę ukształcenia, cały naród.

Architektura doskonaliła się z postępem malarstwa. — Dowodzą tego nayprostsze budowy czystego smaku wznoszące się w stolicy, nie mające porównania z gotyckimi budowlami wieku zeszłego i dawniejszych. — Spójrzmy np. na piękne place St. Germain i Maubert, na te proste i pełne czystego stylu budowle w formach starożytnéy Grecyi; na nowe gmachy ulic Castiglione i Rivoli, których wielkie i poważne portyki godne są Rzymu i Florencyi; na nową giełdę łączącą wdzięki i wspaniałość Propyleiów i Parthenonu. — Ten smak lepszy postrzegać już można we wszystkich meblach prostych i ozdobnych, i we wszystkich płodach przemysłu. Przez naukę rysunku i przez ukształcenie oka, Francuzi mają wyższość nad swemi przodkami i obcemi narodami. Niemniemamy iednak żeśmy stanęli już na naywyższym stopniu iakiego żądać można. Owszem wyznajmy, że otrzymać się mogące udoskonalenia, są niezmierzone we wszy-

stkich rodzajach. Do was artyści! należy ie przyspieszyć i przybrać w piękność i okazałość wszystkie dzieła smaku i gieniuszu, zdobiące naród ucywilizowany.

Podciągniecie pod ścisłość miar wszystko co się da mierzyć, mierząc nietylko wielkość przedmiotów, ale oraz ich stosunki; tudzież poznawaycie różnice i analogie tychże stosunków. Uważaycie za piękne to tylko, co zaspakaia zupełnie rozum, staraycie się o to we wszystkich waszych płodach. Nabywaycie wyobrażenia dokładności, proporcji, harmonii w każdéy rzeczy; przenoście te wyobrażenia do wszystkiego co was otacza; udzielaycie ich uczniom waszym, ażeby się starali wydać ie w płodach swych prac; udzielaycie ich całej publiczności, ażeby umiała cenić piękność dzieł waszych, żeby z rozkoszą i z rozważą nakłady na nie ponosić i ofiarować mogła. Ten iest rozległy zawód waszego dobra, waszély dumy i waszego patryotyzmu.

Niewyliczyłem ieszcze wszystkich rodzajów udoskonalenia, których dóysć może zmysł widzenia: dotąd mówiłem tylko o stosunkach wzroku z formą przedmiotów: ileżby można powiedzieć o stosunkach wzroku z przedmiotami w ruchu, to iest z takimi przedmiotami iakie nayczęściéy widzimy. Przez ruch żyjemy, przez ruch sądzimy o życiu istot żywotnych, przez ruch odbieramy wrażenia i nabywamy wiadomości. Lecz także przez ruch

i iego złudzenia, popełniamy mnóstwo błędów w naszych działaniach i sądach.

Zmysły nasze uczą się mierzyć ruch, tak iak się uczą mierzyć rozciągłość. Ruch wymierzać możemy przez czas, a tak nasze zmysły i umysł, nabywają koniecznie uczucia czasu i trwania. — Widząc iaki przedmiot zbliżający się, lub oddalający się od innych przedmiotów powinniśmy umieć dokładnie oznaczyć drogę przezeń ubieżoną w czasie danym, lub też czas potrzebny na ubieżenie drogi danéy. Nie tylko zaś nauczyć się nam trzeba sądzić o ruchach odbywających się przed oczami naszemi w chwili biegu, lecz nadto umieć zachowywać w pamięci miarę i okoliczności ruchów, żeby ie w potrzebie można z sobą porównać.

W licznych działaniach przemysłowych, obeysć się niemożna bez téy zności. Rzemieślnik znać powinien stopień prędkości nayszybszy dla toczydła ostrzącego narzędzie, polerującego pewne powierzchnie, szlifującego faianse, kryształy, porcelanę, nieużywając do mierzenia takich ruchów zegarka. Inny znowu rzemieślnik znać powinien nayszybszą prędkość piły, hébla, świdra, i t.d. Umyslnie przytaczam przykłady proste i pospolite, aby dać poznać ile wspomniane zności potrzebne są rzeczywiście we wszystkich profesyach.

W wielu robotach przemysłowych można i trzeba używać na pomoc narzędzi mierzących

czas. Stąd, im bardziéj się przemysł doskonalił, tém konieczniéj stała się potrzeba dokładnych miar czasu; historia potwierdza to mniemanie.

Za czasów Karola W. gdy przemysł był jeszcze w kolebce, przodkowie nasi mierzyli trwanie czasu przez wysokość słońca, iak się to jeszcze dzieje po wsiach odległych od miast. Kalif Aaron Raschild przysłał francuzkiemu monarsze, piérwszy zegar, który miała Francya. Powoli główniejsze miasta w królestwie nabyły podobnych zegarów. Liczba uderzeń dzwonu oznaczała godziny; potém zegary te przez odmienne dźwięki odznaczały półgodziny, a nareszcie kwadranse. Późniéj dopiero przez kombinacyą dwóch skazówek zaczęto wskazywać dla oka godziny i minuty.

Miara ta czasu stając się coraz dokładniejszą, wielkie przyniosła korzyści w odbywaniu spraw publicznych i prywatnych, tudzież robot przemysłowych; lecz niemogła służyć ani dla podróżnych niemogących widzieć, lub słyszeć zegaru, ani dla rzemieślnika, dla uczonogo lub człowieka światowego, którzy zaięci swą pracą, roztargnieni zewnętrzną wrzawą, albo powabami iakiegokolwiek przedmiotu, niesłysząc białących zegarów, i niemogąc biegać na miejsca publiczne dla zobaczenia godziny na wieży. Stąd więc powzięto myśl urządzenia zegarków przenośnych. Zapomocą takich

zegarków bardzo łatwo poznawać godziny w każdym czasie i miejscu. Ludzie mieszkający na dwóch końcach wielkiego miasta, lub w miastach różnych mogą się teraz umówić o godzinę zeyścia w pewnym miejscu, bądź dla interessów, bądź dla zabawy. Przez takie zegarki zmierzono trwanie wielu robot i ruchów; samego nawet czasu nauczono się lepiéj używać niż dawniéj. Przez trafne użycie czasu robi się więcéj, i z większą oszczędnością, wprowadza się większa regularność i porządek w interessa tak publiczne iako i prywatne, prędzéj doskonala się sztuki i umiejętności. Astronomiia, żeglarstwo i sztuka wojenna, winny mierzeniu czasu wielkie swoje ulepszenia. Na wojnie, częstokroć przez znaiołość położenia i odległości, których niemamy czasu zmierzyć i tylko na oko szacujemy, sądzymy o przyzwoitój chwili na przenoszenie każdéj broni z iednego miejsca na drugie. Podobnéj znaiołości inaczéj nabyć niepodobna iak przez wprawę porównywania odległości przebieżonych z czasem na nie łożonym.

Sam wzrok nauczyłby nas wymierzać czas przez uwagę ruchu ciał; słuch zaś prowadzi nas do téjże miary, oceniając trwanie głosów. (patrz Naukę Drugą.)

Kształcący nowo zaciągnionych żołnierzy w kroku zwyczajnym lub przyspieszonym przez komendę *raz, dwa, raz, dwa*, posiada uczucie trwania tych przerw równych. Spo-

glądając na ich marsz, sądzi okiem o prędkości jego.

Uważając w ruchu, ludzi, konie, pojazdy, okręty, można podobnież przyzwyczaić oko do mierzenia prędkości tych biegów, tak iak muzyk słuchając śpiewu bez nót, uczy się poznawać takt, iakiego śpiew ten wymaga.

Wszystkie te rodzaje wiadomości stają się przydatne w wielu sztukach. Zarządzającemu rękodzielną lub warsztatem, sądzić wypada nieraz iednym spoyrzeniem albo samym słuchem, czy rzemieślnicy robią zbyt prędko lub wolno.

Następnie zobaczymy iak można mierzyć, nietylko długość i przerwę rozciągłości i czasu, ale nadto moc i zmianę kolorów i głosów. (patrz Naukę Drugą.)

Rozpoznawanie kolorów, nieuchronnem iest dla malarza, farbiarza, dla dekoratora teatrów i pokoiów; potrzebna iest oraz ta znościomość wielu sztukom, których płody mniéy lub więcéy stają się poszukiwane, podług tego, iak ich powierzchnia mniéy lub więcéy pięknie iest kolorowana. Artysta przeto musi mieć w téy rzeczy dokładne i czyste wyobrażenie, znać miarę cieniów, rozmaitości i zgodności kolorów. Niektóre narody posiadają tę znościomość w wysokim stopniu, inne zaledwie pierwsze iéy mają dopiero wyobrażenia.

Wszystkie ludy dzikie, a w narodach cywilizowanych mieszkańcy odległych wsi od miast,

lubią kolory mocne, rażące, i iak naysprzeczniesze z sobą. — Stąd kolor ciemno-czerwony od początku społeczeństw był godłem i oznaką naywyższéy władzy, gdy iasnoczerwony naybardziéy podobaia sobie wieśniacy: iest to purpura wieyska.

Kolory mniéy rażące i łagodnieysze podobaia się ludziom mającym iuż ukształcone i czulsze zmysły, którzy zdolni są rozumować i upatrywać stosunki niedoyrzane dla prostego gminu; a właśnie na wygórowanéy czulości i na trafném dostrzeganiu, polega delikatność smaku.

NAUKA DRUGA.

*O słuchu iako narzędziu miarowém; wpływ
iego na inne władze człowieka.*

W nauce pierwszýj uważaliśmy wzrok iako narzędzie miarowe. Widzieliśmy iak zmysł ten przez uwagę i porównywanie coraz bardziý się doskonalać, dzielnie dopomaga człowiekowi w rozmaitych pracach, i iak ulepszenie wzroku sprzyia postępowi tak pięknych iak użytkowych sztuk, dziedzinę przemysłu składających.

Zastanówmy się teraz nad zmysłem słuchu.

Wrażeniom, iakie od słuchu odbiera pojętność nasza, przyznaiemy trzy przymioty, całkiem od siebie różne: 1*o*d. trwanie; 2*re*. moc; 3*cie*. wysokość i nizkość tonów czyli głosów.

Ucho naucza się stopniami wymierzać trwania głosów i milczeń, albo przestanków. Znaomość tych trwań, nabyta przez zmysły, dla wielu sztuk staie się konieczną. Przez częste tylko powtarzanie głosów, przerywanych krótszemi lub dłuższemi przestankami, słuch nabywa uczucia taktu, to iest władzy rozpozna-

iącý krótsze lub dłuższe trwanie głosów i milczeń. Tym sposobem głos instruktora, bicie w bęben, albo dźwięki muzyki, wrażaią nowozaciążnym żołnierzom uczucie prędszego lub wolniejszego taktu, podług rozmaitéy wielkości kroków używanych w obrotach wojskowych.

Aby oddział woyska robił bronią razem, to iest, żeby wszyscy żołnierze iednocześnie odbywali wszystkie ruchy z bronią, całkowity czas na odbycie każdego ćwiczenia potrzebny, dzieli się na równe przedziały czyli na tempy, i w każdym tempie wykonywa się ieden lub kilka ruchów. Przez to wprowadza się do ćwiczeń wojskowych prawdziwy takt, konieczny do sprawienia pożądaných skutków. Tak np. na iedną komendę *nabiy broń*, ośmset lub dziewięćset dobrze wyćwiczonych ludzi, wykonaią koleyno bez żadnego iuż potęmi znaku, we dwunastu tempach, więcý niż trzydzieści ruchów iednocześnie i z naywiększą zgodnością.

Wykształcenie to zmysłowe prędzý następuje u żołnierzy pochodzących z ludu, którego organa są czulsze i delikatniejsze. Francuza prędzý wyuczyć można słowném objaśnieniem ruchów, niż ciągłém ich przed nim powtarzaniem; dla żołnierzy zaś kraiów mnié cywilizowanych iedyny na to iest sposób: postawić im na model człowieka robiącego koleyno wszystkie ruchy, które wszyscy póty

machinalnie naśladowia i powtarzają, póki nie nabędą takię wprawy w to ćwiczenie, że je wykonywają bez najmniejszego namysłu.

Nienależy sądzić aby takt i zgodność w ćwiczeniach wojskowych, były tylko zbytkiem i próżną paradą; skutki ich są bardzo ważne. Przez nie, żołnierz przyzwyczaja się stosować wszystkie swoje poruszenia do głosu swoich dowódców, lub do dźwięku trąb, kottłów, bębnow i t. p.; przez nie, ieden z iego zmysłów czulszym się staje na wrażenia głosowe, a ztąd zdolniejszym obudzić zapał i uniesienie w potrzebie stanowczego działania. Dla tego ludy postępujące na drodze uprawy społeczney, chcąc ulepszyć albo utworzyć woysko, wprowadzają *rytmy* czyli *takty* do wszelkich ruchów i ćwiczeń żołnierskich, a *ieometryją* do szyków i obrotów wojskowych. Ulepszenia takie, bardziéy niż męztwo i waleczność, zapewniają przewagę ludom oświeconym nad dzikimi, które zwykle przewyższają nas odwagą i pogardą cierpień.

Wprowadzenie taktu do pospolitych nawet robót, częstokroć wielce bywa korzystném. Kowale, *np.*, z zachowaniem taktu kują żelazo na kowadle, i przez to nietylko unikają spotkania się młotów, i mogących stąd wyniknąć przypadków; ale nawet zdają się doznawać ulgi w pracy.

Kiedy rzemieślnikowi przykrzy się robota zależąca na ciągłym powtarzaniu iednakowego

ruchu, nadaie on wnet ruchowi temu stateczne lecz przerywane trwanie. Znayduie on w tém kilka korzyści. Pierwszą z nich iest wywieranie, przez pewny tylko czas, statecznego natężenia siły, po którym tyleż czasu trwa odpoczynek. Drugą korzyścią, mniéy wprawdzie widoczną, ale równie ważną, iest to pewny popęd peryodyczny, iakiego nabywają siły nasze przez regularne powtarzanie podobnych sobie ruchów; iest to niepoięta łatwość z iaką organa nasze poddają się temu powtarzaniu, łatwość prowadząca nas do zadziwiających skutków. W tém się zawiera główna korzyść podziału pracy, zaprowadzonego do robót przemysłowych. (obacz Naukę Czwartą.)

Od pierwszéy młodości czuli iesteśmy na powtarzanie ruchów sobie podobnych, i wtedy już nasze organa ze szczególną łatwością im się powodują. Pierwsze wyrazy które przemawiają dzieci, składają się z dwóch podobnych sobie zgłosek; co większa, dźwięki te podwojone łatwiéy im wymawiać niż pojedyncze zosobna.

Chcąc rozweselić i zabawić dzieci, nadaemy im prędkie w takt poruszenia; wnet na ich twarzy postrzegać się dają oznaki radości i uciechy; ręce, nogi, oczy, zgoła wszystko w nich okazuje miłe wrażenia od powtarzanych i iednostaynych ruchów.

Miłe także dzieciom uczucia, sprawują po-

wolne, łagodne i regularne ruchy, które zdają się nieiako spóźniać w nich prędkość życia, i umarzać zbytnią czynność ich członków; wkrótce potem sen, iako miły i zupełny spoczynek większej części ich organów, po takim powolnym i iednostaynym kołysaniu następuje.

Podobneż prawie sposoby używają się na teatrach do sprawienia radości lub nudy, żywego uniesienia lub obojętności. Można do- wieść że wiele wrażeń, które czyni na nas poezya, są mechanicznemi skutkami tego rodzaju, i usprawiedliwić przez prawa ruchu wiele prawideł retorycznych. Ale tu nieiest miejsce rozwodzić się nad podobnym zastosowaniem.

Jakież są przyczyny wrażeń tak różnych co do swoihey prędkości i skutków?— Dlaczego człowiek mimowolnie przyśpiesza krok swój, ieżeli niespodzianie posłyszcy grany lub w bębny bity marsz z wyraźnym i prędkim taktem? Dlaczego znowu zwalnia swoje kroki, ieżeli muzyka leniwszy takt przybiera?—

Pisząc przy stoliku, nieraz uważałem, że gdy wędrujący muzyk zagrał pod oknami, pióro moje zaczynało pisać w takt i odbywało wszystkie poruszenia z prędkością, odpowiedną aryom uderzającym ucho.

Nieznamy ieszcze przyczyny tych skutków sympatycznych. Przywiodę wszakże wypadek

doświadczenia, dowodzący że przyczyna ta iest czysto-mechaniczna.

Sławni zegarmistrze paryzcy, PP. Bréguet, dostrzegli że położywşy dwa zegarki wskazujące sekundy, lub dwa chronometry na tablicy sprężystey, ieżeli w ich gangu zachodzi mała iaka nierówność, zegarek idący śpieszniey zwalnia, spóźniający się zaś przyśpiesza swój gang, i oba potem zgodnie idą, lubo każdy, w osóbnęy zamknięty puszcze, ma swój ruch całkiem niezależny od drugiego.

Zbliżenie to wrażeń ludzkich do gangu zegarków nieiest tu przypadkowo zrobione.— Podobny zapewne dzieie się skutek na organach naszych, kiedy obce dźwięki do drgań ie pobudzające, wprowadzają też organa do ruchów, zgodnych z prędkością lub powolnością słyszanych dźwięków. Stąd pochodzą dziwne wrażenia, iakie sprawuią na ludziach instrumenta ieden tylko głos wydające.

Biorę np. bęben, naciągam mocno iego struny, uderzam weń powtarzane razy, równe, prędkie, czasami przerywane przez bicia przyśpieszone lub gwałtowne uderzenia, i porywam za sobą kolumnę wojska byстрым krokiem, który ią rzuca na nieprzyaciół.

Zwalniam struny tegoż narzędzia, żeby nie drgało z taką prędkością; powlekam ie żalobnym sukniem, dla większego ieszcze stłumienia głosu; zaczynam od uderzeń powolnych i stłumionych, po których następuje milczenie;

potém raz pojedynczy, potem znowu milczenie; nareszcie powolne i ciche uderzanie. Umiarzam przez to ruch wszystkich organów naszych, wprowadzam smutek do duszy, i przywodzę na pamięć widok pogrzebu.

Oba te skutki sprawuje sympatya organu słuchowego z drganiem ciał brząających w powietrzu.

Dzwon podobnież i niemniéy dziwne sprawuje skutki. Zbyt powolném dzwonieniem oznajmujemy śmierć człowieka. Urodziny i święta ogłaszają się przez prędkie i mieszane z sobą uderzenia w dzwony. Nakoniec jeżeli bicia w dzwony stają się równe i ciągłe, mocne i prędkie, wrażenie ich coraz mocniéy nas porusza i zniewala biedz na miejsce pożaru lub mordów. Taki jest skutek dzwonienia na gwałt.

Zwierzęta nawet czule są na wrażenia sympatyczne. Przerażliwy dźwięk rogu i trąby zaiątrza psy gończe i zachęca konie do boju. Takt marszu wyraźny i prędkie, udziela swoją prędkość szlachetnemu rumakowi, unosząc go niewstrzymanie ku nieprzyjacielskim hufcom. Widziano wszakże ludzi, których trąba wojenna mniéy dzielnie zachęcała iść na nieprzyjaciół.

Mówiliśmy dotąd o prędkości głosów i o skutkach jakie na nas sprawia taż prędkość. Innych zupełnie wrażeń doznajemy od większój lub mniejszój mocy tychże głosów.

Doświadczenie uczy, że drgania sprawione w ciele brząjącém, mocniéy lub słabiéy uderzają nasze ucho, podług tego, iak ciało to bliższe lub dalsze jest od nas. Kiedy dźwięk wydany przez ciało brząjące jest nam znany, możemy, za pomocą organu słuchowego, sądzić o odległości tegoż ciała od nas. A tak zmysł, który dopiero co służył za narzędzie do mierzenia czasu, staie się już narzędziem mierzącém czas i rozciągłość; zastępuje przeto razem dwa zmysły: wzrok i dotykane. Niewidomi ludzie, niemogący wzrokiem mierzyć odległości, kształcą na ten cel narzędzie słuchu, i zadziwiające stąd otrzymują wypadki. Każdy z nas mógłby, podobnie iak ślepy, udoskonalić organ swój słuchowy, gdyby tę pracę odbywał ze ściśłem porównywaniem i wielkiém natężeniem uwagi.

Piękne sztuki szczęśliwie używają mocniejszych lub słabszych dźwięków, na oznajmienie zbliżania się lub oddalania przedmiotów, przez też dźwięki znaczonych. Czasem bywa to śpiew cichy i łagodny głosów ludzkich, albo też ledwo dosłyszane z początku dźwięki instrumentów, które potem, za każdym powtórzeniem, coraz się wzmagają, aż do przybycia przedmiotu zapowiedzianego już pierwéy przez te stopniowania muzyczne. Przeciwnym sposobem maluje muzyka, dla wyobraźni, oddalanie się woyska, processyi, orszaku, i t. p. przedmiotów niewidzialnych już na teatrze.

Jednym z najsławniejszych znamion talentu, jakim iasnieie sławny muzyk naszego wieku, jest przedłużanie i ciągłe stopniowanie przez naydelikatniejsze odcienia tych głosowych rośnięć albo *crescendo*, które wlewają do dutzy nayżywsze i naygłębsze wzruszenia, okazywane z naywiększym uniesieniem i powszechnym uwielbieniem w rozległey słuchalni.

Przez stopniowe i foremne wzmagania i cichnienia dźwięków, nietylko wyrażać można odległości i ruchy fizyczne, lecz także obudzać w duszach wrażenia, stopniami powiększające lub zmniejszające rozkosz i cierpienie, zapał i tęsknotę, odwagę i boiaźń, tudzież wiele innych uczuć i namiętności.

Wielcy mowcy, poeci, biegli artyści dramatyczni, znają dobrze urok przyśpieszanych lub zwalnianych stopniami ruchów; umieją przenosić je do swoich dzieł i do wysłowienia, żeby zrobić większe wrażenie na umysłach ludzkich.

Mowcy, uszykowawszy dowody podług porządku ich mocy, dla coraz większego przekonywania, wyrażają myśli i zdania uderzające, nadając wysłowieniu swemu coraz rosnącą prędkość i coraz większą moc i żywość; potrójna ta zgodność między prędkością słów, mocą głosów, i postępowym ruchem myśli, działa na organa słuchaczy, trzema różnemi sposobami, z których każdy powiększa moc dwóch drugich.

Przeciwnie, kiedy trzeba przeysć od wygórowanych namiętności i uczuć, do myśli smutnych, do uczuć tęsknych, głos pomalu spada, wolnie, cichnie i tłumi się w piersiach mowcy; słuchacz mimowolnie wtedy podziela te nowe uczucia, które chciano przesłać do iego duszy.

Dźwięki dochodzące naszego ucha tak są rozmaite co do swoihey natury i nateżenia, iak promienie światła uderzające organ wzroku. Nietylko ten sam głos lub dźwięk może być mocny lub słaby; ale nawet głosy równie mocne, lub równie słabe, mogą się ieszcze różnić między sobą wysokością tonu. W muzyce, głosy dające się slyszeć tudzież używane dźwięki nieprzechodzą liczby osmiudziesięciu, między którymi zachodzące stosunki niesą dowolne.— Wydając ie razem, iedne z nich brzmią w *iednogłos*, inne z mnihey lub więcey wyraźną i miłą dla ucha *zgodnością*; inne zaś iednoczesnym brzmieniem swoim przykre tylko wrażenia sprawują na organie słuchowym, i takie wyłączono z muzyki.

Muzyka nieiest wrodzonym dla człowieka darem; musi on pierwey ukształcić i wprawić ucho do mierzenia wysokości, mocy i trwania głosów, nim będzie w stanie sądzić kompozycie muzyczne. Wróćmy niżej do tHey prawdy.—

Ztąd, że bęben i dzwon obudzą w nas tak silne namiętności, wnosić możemy o władzy muzyki, która zbiera i kombinuje wielką liczbę rozmaitych instrumentów od nayłago-

dniejszych do najmocniéj rażących, od najgrubszych do nacyeńszych i piskliwych.

Muzyka tém dzielniejsze robi wrażenie na ludziach, im słuchowe ich organa są czulsze i bardziéj ukształcone. Kraie południowe przyjaźniejsze są z tego względu dla muzyki od północnych. Stąd owe dziwne skutki harmonii, opowiadane w historykach greckich. Stąd ów zapal i uwielbianie, dziś ieszcze panujące u Włochów, ku śpiewakom i kompozytorom, których prowadzą do kapitolium i wieńczą lau-rami, iak niegdyś lud królowładny przyznawał chwałę tryumfu swoim bohaterom, pogromcom bitnych narodów.

Téy także czułości organów przypisać należy harmonią i wielorakość dźwięków, iaką znajdujemy w ięzykach południowych, kiedy ięzyki północne, nastrzępione twardemi brzmieniami, dobywanemi z garła, lub puszczanemi przez zęby, zdają się być utworzone dla organów przytępionych północném zimnem.

Jakąkolwiek jednak różnicę sprawia klimat w organach mowy i słuchu, sztuka przecieź doskonali i rozwiia do wysokiego stopnia przyrodzone te władze nasze.

Zastanawiając się nad słuchem, dostrzeżemy w nim podobnych postępów, jak w działaniach wzroku. Podobieństwo to, samo z siebie zajmujące, posłuży razem za dowód, ile poprzednie uwagi nasze są trafne i obfitujące w pożyteczne wnioski.

Słuch, iako sędzia brzmiających głosów i mowy, doskonali się w całym narodzie; z postępem sztuk i nauk staie się on coraz dokładniejszém i czulszém narzędziem miarowém. Zmysł ten doskonali się podobnieź, u pojedynczych osób, przez dobrze kierowane wychowanie, lub przez okoliczności mniéj więcéy na nie działające. — Nad wszystkie narody, Grecy umieli naylepiéy, przez edukacją, nadawać słuchowi czulość na najmniejsze odcienia głosowe. W brzmieniach pospolitéy mowy, odróżniali oni więcéy tonów i przygłosów, niżli my ich dzisiay rozeznaiemy w pieśniach i śpiewach; proste zaś wysłowienie było u nich tak rozmaite, tak bogate i miłodźwięczne iak muzyka. Ale teź od lat dziecinnnych wprawiali się oni stosować brzmienia mowne do pewnych i stałych iedności miarowych. — Uczyli się śpiewać mowę, iak my dzisiay uczymy się śpiewać pieśni. Starannemu wychowaniu temu ięzyk ich winien był tę harmonijną piękność, nad którą się dziwili i unosili cudzoziemcy.

Wszystkie niemal ięzyki z początku są niekształtne i grube; dźwięki wchodzące w skład wyrazów, i tych połączenia w zdania i okresy, przykro i twardo brzmią dla ucha. W takim stanie każdy ięzyk zostaje bardzo długo; aż wreszcie nadchodzi pamiętna epoka, w której organ słuchowy mowców i autorów, iakby nową obdarzony czulością, niecierpi brzmień i dźwięków, które mu przedtym wcale przy-

kre niebyły. W tymże czasie bezprzykładna dotąd harmoniia w dziełach znakomitych pisarzy zaymuie całą powszechność; zdaie się że nowy zmysł, że nowa dojrzałość umysła, rozwia swoją dzielność w organach całego narodu; i że gieniusz mowy czekał téy chwili do śmielszego polotu ku doskonałości.

U żadnego narodu postęp ten niebył tak nagły i od razu tak wielki iak u Rzymian.— Do upadku Kartagi, byli oni ubodzy i dzicy; organa ich tak nieokrzesane iak obyczaię, mowa równie twarda iak i charakter.— Ale kiedy bogactwa i pokóy przyniosły z sobą swobodę wyższm klassem, kiedy za przykładem nayznakomitszych patrycyuszów, narodowi pisarze udawali się do Greków po kształcenie i doskonalenie czucia słuchowego, nieznana dotąd harmoniia upiękniał się ięzyk łaciński. Od Terencyusza do Plauta, od Wirgiliusza do Enniusza, od Cycerona do wielkich mowców którzy go poprzedzili, niewielkie są przedziały czasu, ale są niezmierne w postępie ięzyka; i lud rzymski szybko przebiegł cały ten rozległy zawód.

Ukształcenie ięzyka francuzkiego było również widoczne i prędkie. Mowa gaulicka pozbawiona harmonii i gładkości, razila uszy przodków naszych aż do iutrzenki wieku Ludwika XIV.

Aż wreszcie przyszedł Malerb; on z francuzów pierwszy,

Dal uczuć harmoniyną miarę swoich wierszy,

Zdawało się, że wtedy zmysły wszystkich słuchaczów obudziły się ze snu letargicznego. Smak się odrodził we Francii, pośród zawodu wielkiego Kornela, w którego pierwotnych utworach przebiia się ieszcze dzikość mowy; lecz późniejszy jego dzieła, bez wyjątku, są iuż wzorami równie dla słuchu iak i dla umysłu milemi. Rasyn posunął ieszcze daléy wielką sztukę poruszania zmysłów przez harmoniynę dźwięki mowy, które przywodzą na myśl uymiające nas i pociągające obrazy.— Piękności tych nabył ięzyk pisany daleko pierwéy nim ustna mowa doszła swoiéy doskonałości; wysłowienie publiczne w sądowniach, na katedrach, kazalniach i na teatrze, więcéy wieku było ieszcze w niemowlęctwie, po wyściu arcydzieł wymowy i poezyi.

Nakoniec, znakomici mowcy i wyższego rzędu artyści dramatyczni zwrócili ku prawdziwemu iéy celowi sztukę publicznego mówienia, odrzuciwszy wszelką deklamacyą systematyczną; tłumacze serca, wybadali przyrodzone urobienia głosu, żeby mogli z prawdziwym wyrazem wysłować uczucia i namiętności; a tak doskonała sztuka wskazała im wyrażenia których sama natura używa. Publiczność zasmakowała w téy piękny prostocie, i gdybyśmy dzisiay mogli słyszeć deklamatorów naymilszych dwóm przeszłym wiekom, śpiewające i nadęte ich wysłowienie nieznośném byłoby dla uszu francuzkich i zdałoby

sie nieokrzesaną mową dzikich ludzi; byli to wszakże współcześni największych pisarzy naszych. Któżby sądził, że dopiero po stu pięćdziesięciu latach ciągłych usiłowań, nauczono się wysławiać piękności mowy, odgadnioną i stworzoną przez wyższe gieniusze; może być piękniejsza pochwała ich smaku i czułości!.....

Powiedziałem wyżej, że gdy pozbawieni jesteśmy pomocy światła, wtedy słuch nasz wysila całą uwagę i dzielność swoją na przezymowanie najsłabszych i najznikomszych głosów. Niewidomi ludzie zostają ustawicznie w tym biednym położeniu. Dla tego też mają nałóg zwracać władzę słuchu na wszelki dźwięk i szmer dziejący się około nich. W słuchaniu tym wzrok im nieprzeszkadza. Często bowiem, zdarza się ludziom mającym wszystkie zmysły zdrowe, że widok jakiego przedmiotu tak mocno zajmuje jeden z nich, jak gdyby innych wcale nie mieli. Słów wyrzeczonych tuż przy nich wcale nie słyszą; zapach napelniający powietrze, nie działa na ich powonienie — nieraz nawet dotykamy ich ręką, lecz tego wcale nie czują. Na tym się gruntują owe *mówienia na stronie*, zwykle do scen wprowadzane przez autorów dramatycznych; które żeby naturalne były, aktor niemający ich słyszeć, powinien w oczach widzów tak być zajęty, iżby ich głośno nawet wymówionych, rzeczywiście nie mógł słyszeć.

Wzrok podobnież miéwa, jeśli można tak powiedzieć, swoje mówienia *na stronie*, kiedy władza słuchu zajmuje całą naszą uwagę. Słuchając *np.* uymuiący i wzruszający mowy, nie czujemy aby wzrok przesyłał myśli naszej wrażenia, i jakie sprawiaćby powinien widok rozmaitych przedmiotów obecnych, a czasem nawet i widok mowcy; zapominamy o jego osobie, o poruszeniach i rysach twarzy, zajęci całkiem jego myślami.

Sztuka mówienia nietak dzielny wywiera wpływ w małym towarzyskim kole, iak w obszernym słuchalni. — Są jednak osoby, których mowa tyle ma wdzięku i uroku dla naszego słuchu, że mimowolnie zapominamy o wszystkim co w nich razić może inne zmysły nasze.

Jedną z najważniejszych władz człowieka jest rozkazywanie własnym zmysłom; jest to poddawanie duszy, na skinienie woli, bądź pojedynczym wrażeniom wzroku, słuchu, albo innego zmysłu; bądź też wrażeniom od kilku razem zmysłów odbieranym, które pojętność zbliża i porównywa z sobą. Tym sposobem umysł nasz nabywa zewsząd światła, i nieraz błędy pochodzące od jednego zmysłu prostuje przez drugi. Jeżeli na przykład głos mówiący osoby mocno mię uymuie i zachwyci, będę się starał wyczytać na jej twarzy uczucia ją ożywiające, o których niemogę sądzić z głosu przenikającego moją duszę.

Przeciwnie, jeżeli postawa mowcy jest nadto poważna, albo zbyt pełna wdzięku, odwróć oczy żebym go spokojnie słuchał. Czasem jednak wybieg ten jest daremny; gdyż doskonałi mowcy i wielcy aktorowie są właśnie tacy, że i patrząc na nich bez słyszenia, i słysząc ich bez widzenia, doznajemy najmocniejszych i najrozmaitszych wrażeń.

Z pomiędzy ludzi oddanych sztukom i rzemiosłom, rzadko którym zdarza się używać władz swoich na rozkazywanie wymową, na przypodobanie się wysłowieniem i uymowanie wyrazem poruszeń swoich. Ale w naturalnej mowie, w prostym, śmiałym, otwartym i szczerym weyrzeniu, jakie przystoi człowiekowi użytecznemu, który przekonany o swojej użyteczności, jest pewna moc wyrazu, sporyzienia i postawy, nakazująca dla niego i dla stanu jego szacunek, jakiego niepodobna mu odmówić. Z tą szlachetną prostotą, człowiek przemysłowy wszędzie zająć może miejsce przyzwoite w społeczności.

Nieinaczej także postępować ma naczelnik warsztatu, żeby go rzemieślnicy słuchali, szanowali i kochali. We Francji często widzieć można przełożonych nad warsztatami, zbyt poufale przestających z podwładnymi, wdających się z nimi w długie i nieestosowne rozmowy, w niepotrzebne i daremne zwady i tłumaczenia. Nieraz też od nieprzystoynego poufalości przechodzą nagle do gwałtownego i

krzywdzącego gniewu, przebierają miarę w uniesieniu, i krzykiem swoim napelniają cały warsztat, za łada błahe uchybienie iakie. —

Wszelkie rozkazy od wyrozumiałej i roztropnej władzy pochodzące, są wyraźne, krótkie i proste; wszelkie tłumaczenia jasne i obszerne podług potrzeby, lecz nigdy zbyt liczne. Wreszcie nigdy gniewu, nigdy krzyków, nigdy obelg, a nadewszystko nigdy uderzeń; potrącać rzemieślnika, jest to poniżać w nim godność człowieka, jest to przerabiać go w niewolniczą istotę. Pokaż robotnikowi co złego zrobił; naznacz mu karę, spokojnie; on szemrać nie będzie; a gdy uyrzy powróconą sobie twoją przychylną po naprawie szkody lub urazy, umiłuie cię podwójnie, i za to żeś mu przebaczył i żeś go nieznieważył. I to jest co ja śmiem nazywać wymową przemysłu, usuwającą nieład i gniewliwe zapędy, a jedniącą panom uległość i przywiązanie podwładnych.

Kiedy rzemieślnicy widzą swojego naczelnika i starszych mówiących tylko z potrzeby, naśladowią ich w tym sami. Zaprowadza się przykładne milczenie w pracowniach. Każdy całkiem zatopiony w swojej robocie, nieroztargnioną niczem uwagę zwraca jedynie na własną robotę. Pomysły ulepszeń i sprostowań łatwo się rodzą ze skupienia i natężenia myśli. Ztąd, postęp sztuki daleko bywa prędzy, więcej roboty robi się w tymże czasie, i robota bywa lepsza w pracowniach, które niesą,

jak targowisko przekupek, miejscem ustawicznych kłótni i wiecznego głyrania.

Zwiedzając zakłady przemysłowe w Anglii, uderzony byłem podobnym milczeniem.— W pracowniach cywilnych i w arsenałach publicznych, na statkach wojennych i kupieckich marynarki, wszędzie tam robotnicy zajęci jedynie własną robotą, nieodwracają nawet głowy do spojrzenia na zwiedzających. W sztukach cywilnych milczenie takie ma na celu oszczędność; w sztukach zaś wojennych częstokroć zwycięstwo jest jego wypadkiem.

Wojsko ćwiczone w przykładowym milczeniu, bez krzyku i wrzawy, baczniejsze jest na skinienia i rozkazy wodzów, zachowuje spokój i zimną odwagę, i zawsze panuje nad sobą. W bitwach, szczególniejszych morskich, dać się widzieć te korzyści. Bóg na okręcie jest wielką pracą przemysłową; wykonywać tam trzeba mnóstwo delikatnych, trudnych i powikłanych działań mechanicznych w manewrowaniu okrętem i jego artylleryją, mimo przeszkód od morza i wiatrów; trzeba naprawiać uszkodzenia, pod ogniem nieprzyjacielskim. Przy zimnej tylko odwadze i w milczeniu, porządnie i szybko skutecznie można podobne prace.— Mógłbym wyliczyć tu bitwy morskie, wygrane przez najmiłkliwszy naród, jedynie dla cichości i porządku, które umiano zachować pośród niebezpieczeństwa.

Bywają narody z natury miłkliwe od dru-

gich. Takiemi są oziębli mieszkańcy północnych krajów. We Francji nawet wiadomo, iż mieszkańcy ię południowi są daleko mowniejsi od środkowych, a ci znowu od północnych.

Jednym wyrazem nakazać można milczenie mieszkańcom Flandryi francuzkiej; trudnię to wymódz na Normanie lub Bretańczyku; niepospolitego trzeba już talentu żeby skłonić do milczenia Gaskona lub Languedoka; a za cud uważać, jeżeli się to uda z mieszkańcem Prowancyi. Doznałem tego sam z wojskowymi rzemieślnikami, którymi dowodziłem w północnej i południowej Francji.

Wyznam jednak, że niechciałbym wcale wywoływać śpiewu z warsztatów i pracowni, z których oddalam gadanie.

Uczucie rytmu i miary, o którym już mówiłem, przyczynia się do ulżenia znoiw pracy w marszu i w boiu. Droga wydaje się mniej nużąca dla żołnierza, kiedy kroki jego ożywia odgłos bębnow lub muzyki; zapal ięgo w boiu podwaja się przy dźwięku narzędzi muzycznych. Rolnik pługiem ziemię krający, czuje ulgę w pracy, przyśpiewując sobie rytmowanym głosem. Maytek śpiewaniem oddala tęsknotę żeglugi, i zmniejsza ię trudy. Nakoniec, najpospolitszy wyrobnik śpiewem rozmaici sobie nudną iednostayność ruchów ustawicznie powtarzanych. Nayprostsza melodia działająca na zmysł naybliższy siedliska czulości, powo-

luie do życia umysłowego i do uczuć ludzkich, pracującą maszynę wyrobniaka, używającego swoich kości i muszkułów, iakby wiecznego drąga i sznura bez końców, na wyrabianie zawsze jednakowych płodów.

Przy robotach zajmujących wielu razem robotników, ludzie, dla iednoczesnego lub kolejnego ponawiania swoich wysileń, potrzebują słuchać miarowego śpiewu iednego ze swoich towarzyszków. Tym sposobem muzyka przewodniczy robotom przemysłowym. Stąd to starożytni, lubiący wszystkie prawdy w allegoryie ubierać, mówili, że na głos Amfiona, kamienie same się zebrały i zbudowały w olbrzymie mury Tebańskie;—tyle uroczny głos iednego człowieka przynosił ulgi robotnikom, użytym do ogromnego dzieła tego.

Pokazawszy iak piękność mowy i iey postępy zależą od ukształcenia słuchu, obaczmy ile ieszcze śpiew i muzyka działają na charakter ludzi i narodów.

U starożytnych młodzież uczyła się muzyki dla łagodzenia obyczajów, które mogłyby zdziścić przez gwałtowne ćwiczenia gymnastyczne. Muzyka była iednym z żywiołów greckiey cywilizacyi; zaczęła ona, lutnią Orfeusza, wygubiać naystraszliwsze potwory i zwierzęta; złagodziła potem dzikość pierwotnych mieszkańców téy błogiéy krainy; uymowała im trudów; powiększała uciechy; towarzyszyła ich

poezyi; a na uroczystościach, z iey źdroiów płynęła szlachetna i czysta rozkosz.

Pod tym względem, żadnego podobno niema cywilizowanego narodu, któryby tyle miał do postąpienia w muzyce ile Francuzi, choćby tylko na skromnéj mierności poprzestać chcieli. Niezbywało im wprawdzie na artystach wysokim udarowanych talentem, których śpiewy i dzieła muzyczne nacechowane są mocą i wdziękiem; lud sam nieiest nieczułym ani obojętnym na wrażenia muzyczne.—Karol Wielki dał muzykę Francuzom, a we dwa wieki późniéy, połączeni Normanowie i Francuzi pod Wilhelmem zdobywcą Anglii, szli do stanowczéy bitwy i zwycięztwa, przy odgłosach bohatérskiego hymnu Rolanda;—tacy byli ich przodkowie, i plemie tych rycerzy nieodrodném się pokazało przez wielkie czyny, w pamiętnych epokach na polu chwały dokonane, przy odgłosie hymnów zwycięztwa i tryumfu.

Dalecy więc bądźmy od rozumienia, że natura odmówiła Francuzom ieden z tylu swoich darów, i przez niedołączną budowę iednego organu uczyniła ich niezdolnymi odróżniać i wydawać czyste głosy miarowéy muzyki. Doświadczenie nawet przeciwi się podobnemu mniemaniu. Widzimy bowiem niemało śpiewaków i śpiewaczek, rodem Francuzów, którzy, idąc za błahym przesądem tegoczesnym, byle tylko dołożyli *a* lub *o*, szczególniéy zaś *i*, na końcu

swoich nazwisk, wyśmienie uchoǳą za wirtuozów zaalpeyskich krain.

Gdyby można dzieci nasze uchronić od słuchania fałszywych głosów, póki im niedamy metrów do muzyki, śpiewałyby one czysto od razu. Lecz od samego powicia, mamki i piastunki, kołysząc ie, śpiewaia im pieśni rażące uszy nawet naynieczulsze; sąǳmyż ztąd o wrażeniu ich na młodociane organa dziecinne. Na ulicach, w kościołach, nawet na teatrach, dzieci te spotykaią lubowników śpiewania lub artystów, nieraz idących na wyścigi z ich mamkami i piastunkami.

We Włoszech, przeciwnie, od niemowlęcych lat dzieci słyszą tylko łagodne i miłobrzmiące głosy muzycznego ięzyka. Na ulicach, w kościołach i po teatrach słuchaią czystych śpiewów lub dźwięków zlewaiących się w harmonią; a tak organa ich słuchowe kształcą się same z siebie. Nasze dzieci muszą się pierwéy oduczać, i zacierać w pamięci wszystkie ślady niesfornych i przeciągłych wrzasków, któremi uszy ich od urodzenia drażnione.

Uważaymy nadto, że pokolenia dziedziczą wcześci doskonałość władz po przodkach; dziwny ten przelewek postrzegać się daie nie tylko w naszym rodzie, lecz nawet widoczny iest u zwierząt. Myśliwi wiedzą powszechnie, że potomstwo psów dobrze ułożonych zdolniejszy iest do pola i kniei, niż pochodzące od psów których nieuczono wcale stawać, śledzić, go-

nić, i ścigać zwierzyny. Potomstwo zwierząt dzikich bywa także dzikie; wzięte nawet od urodzenia i wychowane ze zwierzętami domowymi tegoż gatunku, zatrzymuie nałogi dzikości, którey żadnego śladu niewiǳać u iego towarzyszków. Podobnież, potomki ludu mało ieszcze oswoionego ze śpiewem i harmonią, śpiewaia fałszywie i z trudnością.

Stąd pochodzi, że francuzi, bez długiéy pierwéy nauki, niemogą śpiewać zgodnie z sobą w chórze; we Włoszech zaś i w Niemczech ludzie klass nayniższych posiadaią ten talent iakby wrodzony, i niepotrzebuia wcale nauczyciela. Przekonany iestem, że wkrótce dałaby się znieść uderzaiąca ta niższość francuzów, w porównaniu z innemi narodami. Na-leżałoby tylko zabronić, szczególniéy wędrownym muzykantom, grywać na fałszywych instrumentach. W kilku nawet godzinach, można by poprawić muzykę niewidomych żebraków, powszechnie znaną z nielitościwego kaleczenia uszu czułych na harmonią.

Zbyt powierzchownieby sąǳił, ktoby niepoymował na co te starania przydać się mogą.— Nadałyby one obyczajom ludu więcéy słodczy, łagodności i wesołości; stworzyłyby dla klasy przemysłowéy czystsze, żywsze i rozmaitsze źródło niewinnych uciech, kojarzących z sobą szlachetne skłonności i miłsze uczucia. Biada temu kto nieczuie ani wdzięku ani ważności podobnéy zmiany.

Skończę na uwagach o smaku muzycznym dzikich i cywilizowanych ludów, które w nim postępują, podobnie jak w przybieraniu form i kolorów.

Żeby przemówić do organu słuchowego dzikich ludów, żeby pobudzić do działania nieczule i niewyrobione ich władze, trzeba przeźliwych i mocnych dźwięków. Trzeba cymbałów dla Ottomana, brząkał dla Afrykanów. Przy hucznym brzęku podobnych narzędzi, dzicy mordują ieńców, urzynają głowy ich trupom, ofiarując je w darze swoim władcom którzy z dumą i radością przyjmują te tryumfy.

U ludów napół-dzikich, poezya i pewne już poymowanie sztuk pięknych, czynią człowieka czułym na dźwięki mniej drażliwe i więcej zgodne. Kobza kaledońska, flet prowanki i bębenek Basków, więcej bywają tam lubione. Orkiestra Momusa, nieco rażąca i wrzaskliwa, lecz miła i bawiąca, wtóruje pieśni Trubadura, przy której bez obawy i troski uderzają na wojsko wrogów. Nazajutrz, taż sama melodia, po zaproszeniu na ucztę zwyciężonego i okrutnego nieprzyjaciela, ożywia tańce, gonitwy, śpiewy i turnieje tryumfu. Taki był smak i takie zabawy średnich wieków.

Nakoniec u ludu górniącego niegdyś w cywilizacji, gdzie od pierwszjej młodości uczono poświęcać życie, ilekroć oyczyzna téj ofiary wymagała, podczas boju trzeba było kierować

tylko i utrzymywać na wodzy zmysły i mieć baczną śmiałość. Widziano tam wojsko odważne z zimną krwią, waleczne z przekonania, działające z namysłem, nigdy z gorączką organów. Wieńczono kwiatami wojowników, pogładających pogodnym okiem i na chwałę i na śmierć, do której pierwsza prowadzi; przez ich ręce składano ofiary muzom, córom pamięci, i gracyom, które były wdziękiem życia. Potem dopiero brali oni oręż mający się wnet uwieńczyć laurami. Żeby zaś podczas wrzącego boju okrucieństwo nieobłąkało ich zapалу, odgłos fletu, najłagodniejszego i najmilszego instrumentu, prowadził ich do zwycięstwa. A tak bohaterowie ci, dla pokonania swoich nieprzyjaciół, powściągali pierwéj własną waleczność i zwyciężali zapędy swoich zmysłów. Tak przy termopilach Leonidas ze trzystą Spartanami głosił uroczyste nieśmiertelność swoją przed iéj zdobyciem i zostawieniem dla potomnego świata przykładu bohaterstwa i piękności obyczaiów, wynikłych z edukacyi kształcący wespół rozum, serce i zmysły.

Z niewielu uwag przywiedzionych w obu tych naukach, można wnosić ile staranność o ukształcenie naszych zmysłów ważnym jest przedmiotem nauki i rozmyślenia dla wszystkich klass społeczności; ile przez podobne kształcenie, mądrze prowadzone, przyspieszyć możnaby ulepszenie fizyczne i moralne naszego bytu.

Wszelkie ulepszenie narzędzi wspierających słabość i niedołężność naszych zmysłów, gotuje nowe odkrycia i rozszerza dotychczasowe granice wiadomości ludzkich. Podobnież, doskonaląc nasze zmysły, jako narzędzia fizyczne pojętności naszey, oddalamy zewnętrzne granice do których taż pojętność sięga. Ilekroć nadaiemy zmysłom nowy stopień pewności, tylekroć przydaiemy ią i dziełom rozumu naszego, gruntując na trwalszych zasadach iego panowanie.

Tym sposobem każdy człowiek zdoła wynieść się nad siebie samego; cały zaś naród szybko postąpi w zawodzie przemysłowym, rozszerzy zakres uprawy swoihey, i stanie w rzędzie narodów będących zaszczytem i chlubą rodu ludzkiego. Wszystkie nasze życzenia i usiłowania dążyć powinny do tego, żeby kray nasz w takim rzędzie postawić; niech wielkość i wysokość zamiaru nieodstrasza naszey słabości; wszyscy możemy się przykładać do tego dzieła, w szczuplejszym lub obszerniejszym zakresie. Zjednoczmyż i połączmy wszystkie chęci i działania do tego celu; podwoimy zaś naszą odwagę — niewątpiąc o dobrém powodzeniu i pomyślnych skutkach.

NAUKA TRZECIA.

Fizyczne siły człowieka.

Człowiek niemoże długo pracować bez odpoczynku, to jest niemoże ciągle łożyć sił swoich na pożyteczny iaki skutek. Na pokrzepienie tych sił potrzeba mu pokarmu, napoiu, snu, a częstokroć i spoczynku w stanie czuwaiącym.

Ludzie powiększhey części sypiaią tylko raz na dobę, to jest w nocy; do tego rzędu policzyć wypada włościan, tudzież wielu rzemieślników i mieszkańców miast. Na wielkim świecie, pierwsza część nocy jest porą, w której ludzie, nie przez pracę, ale zabawami wycieńczaią swoje siły; dla tego też niemało mamy takich, co letnią porą tylko w dzień sypiaią. Lecz za to pomiastach wielu wyrobników całą noc czuwać lub trawić muszą na pracy. Do tego rzędu należą: nocni stróże; tak zwani nocni złotnicy, co czyszczą kanały; słudzy policyjni i t. d.

W ogólności przyiąć możemy, że nocna praca szkodliwsza jest dla zdrowia ludzkiego, niżeli

dzienna, która się wykonywa przy odżywném świetle słonecznych promieni.

W kraich gorących, iak *np.* w południowych Włoszech, w Hiszpanii i Portugalii, wyrobniicy spać muszą i odpoczywać w dzień, podczas wielkiego upału; chłodem znowu zaczynają swoją robotę.

Człowiek zaięty pracą, albo chwilowo zbyt nateżać musi swoje siły, w przerwach czasu bądź krótszych, bądź dłuższych: albo też iednostaynym pracować trybem. Nayprostszą pracą jest chodzenie, kiedy sam tylko ciężar własnego ciała przenosimy z miejsca na miejsce. Przy miernéy chyżości chodu, człowiek może uysdż milę na godzinę; dla tego też w Niemczech mierzą pospolicie drogę na godziny. W ogólności, człowiek może przebiecz pieszo, bez odpoczynku prawie 6 kilometrów, czyli 1389 prętów pol. na godzinę; co wynosi 100 metrów na minutę: a ponieważ krok podróżny cokolwiek więcéy iak 8 decymetrów liczyć można, więc człowiek pieszy uchodzi 125 kroków na minutę, a 7500 na godzinę. Przy takowéy chyżości; człowiek zdrowy może w ogólności chodzić codzienn 8½ godziny, bynajmniéy przez to niewycieńczając swoich sił. Dla tego też pochód dzienny liczyćby można na 51 kilometrów, to jest, blisko 6⅞ mil pol. (*)

(*) Jeden kilometr = 3471⅔ stopom pol.

Ciężar ubranego człowieka wynosi, średnio biorąc, 70 kilogrammów (blisko 173 ft. pol.); więc podróżny, niemający nic na sobie, prócz odzieży, przenosi codziennie 70 kilogr. z miejsca na miejsce w odległość 51 kilometrów; albo, co na iedno wychodzi, 3570 kilogr. na odległość 1 kilometru.

Niewszyscy ludzie zarówno usposobieni są do chodzenia pieszo. Nayskorsi wędrownicy znajdują się między włoscianami i mieszkańcami miast rozleglejszych, z powodu, że tak pierwsi iako i drudzy codziennie wiele chodzić muszą.

Z resztą, przez wychowanie i regularną wprawę, znacznie udoskonalic można sztukę pieszego chodzenia, czego przykładem są żołnierze rzymscy, iak się niżej powie.— Chód ludzki jest iednym z głównych żywiołów powodzeń wojennych. Sztuka wojenna jest w nogach, mawiał marszałek de Saxe, dając przez to poznać ile chód wpływa na działania wojenne. Dlatego też regulamenta wojskowe, starannie oznaczają wielkość i chyżość kroków, a iezeli można, i przeciąg czasu na pochodyienne.

U francuzów krok wojskowy jest czworaki: krok zwyczajny, krok prędki, krok podróżny, i krok napadowy (*pas de charge*); pierwszy nayswolniejszy ze wszystkich, jest 65 centymetrów długi; żołnierz uchodzi takich kroków 76 na minutę. Krok prędki podobnie długi jest na 65 centymetrów, lecz żołnierz robi ta-

kich kroków 100 na minutę. Krok podróżny jest cokolwiek prędzsy, a napadowy zgadza się z krokiem pieszego wędrownika, których idzie 125 na minutę.

Rzymianie, których jedyném rzemiosłem była wojna, wiedzieli dobrze, że do podbicia świata, żołnierze ich, siłą i chyżością, przewyższać powinni wszystkie narody — dla tego też bardzo daleko postąpili w téj mierze.

Z dzieła Vegetiusza, o służbie wojskowej u Rzymian, widać, że żołnierz rzymski musiał ubiegać na ćwiczeniach wojskowych 20-24 mil rzymskich, w przeciągu 5 godzin, z ładunkiem ważącym 29 *kilogr.* (60 funtów); przypuściwszy, że 20 mil równe są 30 *kilometrom*, okaże się ta ilość biegu = 870 *kilogramom*. Licząc zaś 24 mil (czyli 36 *kilom.*) na pięć godzin, uczyniłoby to tyle, ile przeniesienie 1044 *kilogramów* ciężaru na odległość 1 *kilometru*. A przeto, w pierwszym razie, mimo tak znacznego ładunku, żołnierz rzymski przebiegał 30 *kilom.* ($4\frac{1}{8}$ mili pol.) w ciągu pięciu godzin, albo 6 *kilim.* (około $\frac{4}{5}$ mili pol.) na godzinę; według zaś drugiego podania wypadaloby nawet 36 *kilometrów*; więc żołnierz rzymski, mimo tak ciężkiego ładunku, szedł tak prędko, iak dzisiejsza poczta wozowa; — tym krokiem postępowały całe legiony.

Łatwo pojąć ile rzymianie korzystać mogli z tak nadzwyczajnéj chyżości swoich woysk. Piechota ich była, że tak powiem, prawdziwą

iazdą; miała bowiem średnią chyżość téj ostatniéj. Stąd też widzimy z *Kommentarzów Cezara*, iak bystro woyska iego przechodziły z iednego na drugi koniec Gallii, stawiając wszędzie czoło licznym nieprzyjaciolom i niemal zawsze znienacka ie napadając.

Z nowszych wodzów żaden podobno niemyślał nadać woysku swemu chyżości większéj nad przepisaną reglamentem, a iednak niewycieńczającą sił człowieka. W ostatnich wojnach francuzi odbywali nieraz nadzwyczajne marsze, zadziwiające odległością i chyżością swoją. — Ale bez żadnego starania o żywność i noclegi, a częstokroć bez obuwia i odzieży, ginęło mnóstwo żołnierzy, — i zwycięstwo zabierało nam więcéj ludzi, niż zadana klęska nieprzyjaciolom.

Porównaymy teraz chód rzymskiego żołnierza, z chodem naszych najsilniejszych robotników, tragarzy, i wędrownych kramarzy. Ci ludzie bynajmniéj nie mają na celu, aby się swoją osobą z miejsca na miejsce przenosili; lecz idzie im o przenoszenie ciężarów. Pomnożywszy ciężar dźwigany przez długość przebieżonéj drogi, otrzymujemy liczbę, wyrażającą skuteczną tragarza pracę.

Coulomb, ów znakomity fizyk, który o sile ludzkiéj, tyle ciekawych ogłosił postrzeżeń, nie znalazł przecież tragarza, któryby ciężar 58 *kilogr.* zanieść mógł daléj w iednym dniu,

iak o 12 kilometrów, to jest 696 kilogramów daley iak na ieden kilometr.

Przypuśćmy, iżby żołnierz rzymski wykonywać musiał pracę tragarza; przebiegłby on, iak się wyżej rzekło, w przeciągu 5 godzin, z ciężarem 29 kilogr. czyli z połową ładunku tragarza, 36 kilometrów; a tém samém przeniosłby w przeciągu 5 godzin, na odległość 1go kilometru, 1044 kilogramów ciężaru, kiedy tragarz potrzebowałby całego dnia czasu do przebieżenia téż odległości z ciężarem tylko 696 kilogr. — Przy tém iednak zapominać nie należy, że tragarz przenosząc sprzęty z iednego domu do drugiego, na odległość 2 kilometrów, 6 razy próżno wracać się musi.

Z poszukiwań Coulomba pokazuje się, że pieszy kramarz mieyski, może codzień, z ciężarem prawie 44 kilogr., uchodzić 20 kilometrów, to jest, przenieść 880 kilogr. na odległość 1go kilometru. Atoli żołnierz rzymski, w porównaniu z tym kramarzem, uszedłby więc w 5ciu godzinach.

Przydawszy do liczby wyrażaiący pożyteczną pracę drążników, iloczyn z ciężaru saméy ich osoby przez drogę ubieżoną, pokazuje się: że

- | | |
|---|--------------|
| 1. silny, pieszy wędrownik, bez żadnego ciężaru. | 3570 kilogr. |
| 2. rzymski żołnierz, obciążony ładunkiem wazącym 29 kilogramów. | 2970 „ |
| 3. tragarz dźwigający 44 kilogr. | 2280 „ |
| 4. kramarz pieszy dźwigający 58 kilogr. | 2370 „ |

w ciągu całego dnia przenieść mogą w odległość 1go kilometru, czyli maléy ćwierci mili.

Z trzech pierwszych skutków widzimy, że całkowita ilość pracy wykonanéy przez iednego człowieka, zmniejsza się w tymże samym stosunku, w iakim się powiększa ciężar przezeń dźwigany. Ta ilość niezawsze jest iednakowa, iak mniemał sławny fizyk Daniel Bernouilli. Coulombowi należy zasługa z odkrycia, w iakim postępie całkowita ilość dzienney siły, podług sposobu i chyżości w iéy użyciu, ulega zmianom.

Ztąd więc poznać możemy, iak wielce byłoby ciekawe i zajmujące dalsze w téy mierze poszukiwania, ze względu na rozmaite rodzaje pracy w kunsztach mechanicznych. Właściciele warsztatów, albo rękodzielni, na szczególniejszém uwadze mieć winni oszczędność pracy przy wykonywaniu wszelkich działań; a przeto z prawdziwym byłoby dla nich pożytkiem, gdyby w każdéy potrzebie, zapomoć iak najmniejszego sił natężenia, iak największy skutek otrzymywać mogli. — Powróćmy znowu do uwagi człowieka postępującego, z ciężarem na barkach, po drodze pozioméy.

Coulomb, z wielu postrzeżeń, następujące ustanowił prawidło: przyjmując za zasadę ilość rozwinięty siły przez człowieka, niczém nieobciążonego, w czasie pochodu, ciężary na niego wkładane, niszcą w nim proporcjonalną sobie ilość siły, którą człowiek z ładunkiem

idący *utraca*. To jest: że im bardziéy człowiek idący jest obciążony, tym więcéy sił marnuie bez pożytku.

Przypuściwszy, że drażnik, tak iak kramarz pieszy, zawsze chodzi z ciężarem, wyrachował Coulomb: iż ciężar, odpowiadający naywiękshéy cało-dziennéy czynności, wynosi 50,4 kilogramów, a przeto więcéy nieco iak ieden centnar. Z takim ciężarem uchodzi drażnik prawie 18 kilometrów dziennie; a zaś naywiększość (*maximum*) pożytecznéy w takim razie pracy, wyrównywa 919 kilogramom ciężaru, przeniesionym na odległość 1 kilometru. Warto zastanowienia, że pomienione wypadki zgadzają się prawie z rezultatem, do którego kramarze doszli przez samo sił swoich doświadczanie. Dźwigają oni tylko o $\frac{1}{7}$ mniéy, iakby wymagało naykorzystniejsze obładowanie; a przeto w porównaniu z naywiększością pożytecznego skutku, tracą zaledwie $\frac{1}{22}$ siły.

Może też drażnicy z umysłu tracą tę $\frac{1}{22}$, dla oszczędzenia sobie nadal pewnego zapasu, czyli przewyżki sił, aby wrazie osłabienia podolać przecieź mogli swojemu zatrudnieniu.

Jestto iedna z własności czynników, że można znacznie zmieniać ich wielkość, niesprawując przeto w iloczynie czyli rezultacie znacznéy zmiany. Znaiomość stosunków, dających osiągnąć naywiększość skutku, byłaby nader ważną we względzie przemysłowym.— Wychodząc zaś z tego punktu, gdzie ta nay-

większość ma miejsce, możnaby, dla otrzymania pewnéy oznaczonéy w rezultacie różnicy, znacznie zmieniać stosunek czynników.

Tę prawdę, wyciągnioną z poprzedzającego przykładu, innym ieszcze stwierdzić można dowodem. Przypuśćmy, że kramarz pieszy z potrzeby, albo też z własnéy ochoty, przenosi ciężar większy do mniejszéy odległości. Niech przeto, zamiast 44 kilogr. weźmie 53,6 kilogr.; co naykorzystniejsze obładowanie przewyższałoby o $\frac{1}{8}$. Skutek pożytecznéy pracy okazałby się wtenczas $= 916\frac{1}{2}$ kilogr.; a ilość ta niebyłaby nawet o $\frac{1}{334}$ mniejszą od naywiększego skutku, iaki dalby się osiągnąć.

Kto jest obeznany z rachunkiem dyfferencyonalnym i integralnym, pozna z łatwością przyczynę téy ważnéy własności naywiększych i naymniejszych skutków. Ci zaś dla których obcą jest ta nauka, znajdą potrzebne objaśnienie w kilku następujących przykładach.

Przypuśćmy, że drażnik niezawsze idzie z ciężarem; ale przeniosłszy go na miejsce wskazane, powraca nic niedźwigając. W takim przypadku całkiem inne są warunki zadania; wtedy bowiem ciężar, przy którym rozwija się naywiększość skutku wynosić powinien 61,25 kilogramów, naywiększy zaś skutek wyrównywa 691,4 kilogramom przeniesionym w odległość 1go kilometru.

Widzieliśmy wyżéy, że drażnik powodowany naturalném własnych sił uczuciem, bierze na

siebie średnio 58 *kilogr.* ciężaru, który nieróżni się nawet o $\frac{1}{3}$ od najkorzystniejszego obciążenia. Całkowita zaś ilość jego działania podług formuły Coulomba, nieróżni się o $\frac{1}{498}$ część od największej, osiągnąć się mogącej. Niech więc i to służy za dowód, że *naywiększość* lub *naymniejszość* daleko mniejszej ulegają zmianie niż czynniki je składające, jeżeli te ostatnie nieprzechodzą pewnych granic.

Dotąd zastanawialiśmy się nad chodem człowieka, postępującego z ciężarem, albo wolno bez żadnego ładunku, po równej drodze; teraz rozważmy jego siłę działającą, gdy idzie po drodze pochyłej, lub wstępuje na schody; ważniemy od ostatniego przypadku.

Coulomb oznacza na 14 *metrów* wysokość, do której człowiek bez ładunku, wstąpić może w przeciągu 1 minuty, po schodach 30 *metrów* całej wysokości mających. Przyimując średnią wagę człowieka na 70 *kilogr.*—wypadałoby tém samém, że on w iednej minucie może podnieść 14 razy po 70, to jest 980 *kilogr.* do wysokości iednego *metru*; a przypuściwszy, że takową pracą trudni się codziennie przez 4 godziny, byłoby w jego mocy podnosić codziennie 235000 *kilogr.* do wysokości iednego *metru*. Coulomb podaje to oszacowanie tylko zaprawdo-podobny rezultat. Będziemy się iednak starali podać w téj mierze wypadki ściśłego rachunku.

Lubo to nikomu dotąd na myśl nieprzyszło,

byłoby iednak rzeczą wielce ciekawą, dociec: do iakiéj wysokości, człowiek z ciężarem, albo też bez ciężaru, w przeciągu dnia iednego, mógłby doysść po płaszczyźnie pochyłej, poczynając od naymniejszego, aż do największego iéj nachylenia. Według pochyłości, na którejby się rozwinęła *naywiększość* jego działalności, wypadłoby naówczas pourządzać ścieżki w górach, gdzie takowe całodziennéj podróży wymagają (*).—Wędrownik wszakże potrzebuje odpoczynku; a zatem, czy korzystnie dla niego wznosić się po statecznej pochyłości i odpoczywać co raz częściej, w miarę zbliżania się do kresu podróży; czy może lżejby mu było wstępować zdołu zaraz na przykrą pochyłość, byle idąc ku górze spadek iéj coraz łagodniejszy się stawał?—W ostatnim iednak razie, wędrownik więcej zażywa siły na otrzymanie tegoż samego skutku; i zdaie się, że częstsze coraz odpoczynki bardziej mu sprzyiają, niżli zmiany w pochyłości drogi.

Człowiek odbywający pieszo podróż po równej płaszczyźnie, zrazu poczuwa w sobie ochotę do przyspieszenia kroku, aby potem przy schyłku dnia, przy znużonych siłach, wolniej mógł postępować. Lecz doświadczenie pokazało, że takowy sposób podróżowania nie jest

(*) Obszerniejsze o tém uwagi i badania, znajdują się w dziele autora: *Applications de Géométrie*.

naylepszy. Naysilnieysi wędrownicy zwalniają swój zapęd z początku, i starają się iednostaynym postępować krokiem, odpoczywając, ile razy czują tego potrzebę. Tegoż sposobu trzymają się oni na drodze do pewnego stopnia pochyłéy; — podobnież, przy długich wyścigach o zakład, ten tylko pewnym być może wygrany, kto z początku przezornie oszczędza sił, i dopiero przy końcu zupełnie je rozwiaa.

Możemy więc ustanowić zasadę, że *skoro dla doyscia do iakiego punktu, potrzeba iść po drogach pochyłych, naykorzystniejszą z nich iest naykrótsza, byle pochyłość iéy nieprzechodziła pewnéy granicy spadku.*

Zaprzatnąwszy robotnika noszeniem ciężarów po schodach do góry, przekonamy się znowu, iak z poprzedzającego przykładu podobnéy pracy na drodze pozioméy, że im większy iest ciężar, tym mnieysza wyniknie ilość całodziennéy iego czynności. Człowiek w przeciągu dnia iednego niemoże więcéy iak 6 miar drzewa, zwanych *voies* (*), podnieść do wysokości 12 metrów; a nawet niepodolalby takiéy pracy, gdyby się nią ciągle zajmował przez dni kilka. Chcąc przeto skłonić drążnika, cokolwiek więcéy niż mierne mającego siły, do takiego wysilenia, potrzebaby mu zapłacić na

(*) *Voie* obeymuie 36 stóp sześciennych na miarę francuską.

dzień po 6 franków, to iest po franku od iednego *voie* drzewa. Byłaby to zapewne naywiększość iego dziennéy działalności.

Jedna *voie* drzewa waży 734 *kilogr.*; a zatem 6 *voies* ważą 4404 *kilogramów*. Pomnożywszy tę liczbę przez 12, wypadnie 52848 *kilogr.* ciężaru, podniesionego do wysokości iednego *metru*, a iloczyn ten wyrazi ilość całodziennéy, z pożytkiem wykonanéy pracy. Dla wynalezienia całkowitéy ilości siły spożytkowanéy, potrzeba przydać ciężar noszów i samego drążnika; naówczas pokaże się, że tenże podniósł 109000 *kilogr.* do wysokości 1 *metru*, albo 109 *kilogr.* do wysokości 1 *kilometru*.

Według wyrachowania, opartego na podaniach, które astronom Borda ogłosił z powodu wyisicia swego na sam szczyt wierzchołka góry Tene-ryffy, człowiek żadnym prawie nieobarczony ciężarem, na drodze miernéy spadzistości, którę pochyła długość ma się do wysokości pionowéy iak 1:7,, może unieść 224 *kilogr.* do wysokości 1 *kilometru*. A zatem możnaby przyiąć, że człowiek nieobladowany ciężarem, wstępując na górę, dwa razy większą na dzień wydaie ilość pracy, od robotnika, który 60-70 *kilogr.* dźwiga z dołu do góry.

Niepolczyliśmy w to siły, iaką drążnik wywierać musi, schodząc na dół po schodach. Zdaie się iednak, że Coulomb zanizko oszacował tę ostatnią, porównawszy ją z siłą rozwiniętą przez człowieka postępującego bez cię-

żaru na drodze poziomé; lecz różnica między niemi tak iest mała, że wypadek powyższy prawie zostałby ten sam.

Skutek użyteczny pracy człowieka, dźwigającego ciężar po schodach, wyraziliśmy wyżéj przez 52,848 kilogramów, podniesionych na 1 metr wysokości. — A zatém: *człowiek, który bez żadnego ciężaru, doszedłby pewnéj wysokości, do iakiéj dóysdź można w przeciągu dnia iednego, mógłby posłużyć za przeciw-wagę podnoszącą 205000 kilogr. do wysokości 1 metru, a tém samém mógłby podnosić 4 razy po 52848 kilogramów do téjże wysokości.*

Jest to więc najniwłaściwszy sposób użytkowania z sił robotnika, kiedy mu postępować każemy pod górę z ciężarem na głowie, na barkach, albo też na noszach. Ten rodzaj pracy, w miastach dosyć pospolity, gdyż prawie żadnego niewymaga aparatu, niepowinienby mieć miejsca w zakładach gospodarskich i przemysłowych, gdzie podobne roboty ustawicznego wymagaią pośpiechu, i małym kosztem powinny być wykonywane. (*)

Ztąd naylepiéj przekonać się możemy o wielkiéj użyteczności machin; — gdy bowiem człowiek, w oznaczonym czasie, bardzo rozmaite ilości sił rozwiać może, podług tego iak z cięż-

(*) Worki i t. p. ciężary, w każdym dobrze urządzonej gospodarstwie, powinnyby się wciągać za pomocą windy.

żarem, alboliteż bez ciężaru pracuje; przeto wszelki aparat mechaniczny, iako dający pożyteczniejsze siłom ludzkim zastosowanie, sprawuje większe skutki, mimo nieuchronnéj straty sił z powodu tarcia i samegoż mechanizmu. — Sposoby mechaniczne, same przez się, żadnéj nie-stwarzaią siły, ale posłużyć mogą do korzystnego użycia i oszczędzenia rozlicznych sił w naturze rozpostartych i naszéj władzy poddanych. Lubo ta prawda powszechnie iest znaioma, poczytuujemy sobie iednak za pewną zasługę częste iéy pod rozmaitemi względami powtarzanie; ponieważ przez to nieieden wyższy umysł da się odwieść od próżnych usiłowań za wynalazkiem wiecznego samo-ruchu (*perpetuum mobile.*)

Zwróćmy teraz naszą uwagę, na użycie siły ludzkiéj do poruszania machin.

Przy windowaniu ciężarów do pewnéj wysokości, człowiek wtenczas nayskuteczniéj pracuje, gdy sam nieobciążony wszedłszy na górę, działa ztamtąd własnym ciężarem iako siłą poruszaiącą. Sposób ten zastosowano do koła deptakowego. Jeden, lub kilku ludzi, wszedłszy w bęben takiego koła, postępuią naprzód po pochyłéj płaszczyźnie, maiący naykorzystniejszą spadzistość; a gdy na niéy utrzymać się mogą, sprawuią więc naywiększy skutek, który na każdego w szczególności robotnika, można by liczyć po 205 kilogr. ciężaru, podniesionego do wysokości 1go kilometru codzién. Ale

od téj pracy należałoby odtrącić procent od kapitału wyłożonego na sporządzenie i naprawę maszyny.

Koła deptakowe, używane w więzieniach angielskich, mają na bębnie zewnątrz urządzone stopnie, po których stępują więźniowie, trzymając się poziomego poręczu. Robota więźniów w rozmaitych domach karnych jest bardzo rozmaita, iak się przekonamy z następującej tabelli, sporządzonej według raportów urzędowych.

Nazwisko miejsce gdzie znajdują się więzienia.	Więźnie czynią na dniu letnim.			
	na minutę		na dzień	
	liczba kroków	wysokość kroku	przebie- żona wy- sokość	kilogr. podnie- sione do wy- sokości 1 metra.
	liczby	milim.	metry.	kilogramy.
Northampton	35	199	2, 229	143, 643
Nottingham.....	36	237	2, 730	174, 360
Bedfords	40	212	3, 053	195, 379
Middlesex.....	44	199	3, 327	212, 946
Shepton - Mallet	48	199	2, 475	169, 172
Devonshire	48	199	3, 057	195, 625
Cambridge	51	199	4, 058	259, 690
Warwick	60	223	5, 352	342, 528
ditto	48	223	4, 282	274, 022
ditto	36	223	3, 211	205, 517
Boston	70	232	4, 392	281, 104
Hants.....	80	192	3, 686	235, 930
Newcastle.....	78	202	3, 163	202, 451

Tym sposobem najmniejszość dziennéj roboty, w więzieniach angielskich, wynosi 143,643 kilogramów; a zaś największość 342,628 kilo-

gramów podniesionych do wysokości 1go metru. (*)

Chcąc przeciągać ciężary z miejsca na miejsce, używa się ludzkiej siły do maszyn kołowych, iak np. kar, taczek, wozów. Za pomocą szafcowej kary, może człowiek w przeciągu dnia iednego przewieść z miejsca na miejsce 14½ kilogr. ziemi w odległość 30tu metrów (*). Przy użyciu zwyczajnych taczek ogrodowych, dźwiga się pewna część ciężaru ładunku i taczek, wynosząca 18-20 kilogr. Jeżeli taczki są próżne, naówczas dźwiga się ciężaru 5-6 kilogr. Na równy i suchy drodze trzeba je popychać siłą 2-3 kilogr. Różnica ta pochodzi w części od miękkości i równości drogi, a w części od zręczności w kierowaniu taczek.

(*) Saussure przekonał się, że w górach Jura i w Alpach, godzina drogi wyrównywa 400 metrom pionowego wzniesienia. — Wprowadzał on tę miarę do swojej niwelacji, uznawszy ją za bliską prawdy.

Przewodnicy alpejscy wskazujący drogę wędrownikom, uchodzić mogą po dziesięć godzin na dzień, ciągle idąc pod górę i dźwigając najmniej 12 kilogramów; przydawszy do tego własny ich ciężar, pokazuje się, że przez dzień podnieśli by mogli, na ieden metr wysokości, ciężar 82 kilogramów $\times 10 \times 400 = 328000$ kilogramom, albo co iedno jest, podnieśli by 328 kilogramów do wysokości iednego kilometru. — Skutek więc ich pracy zbliża się bardzo do największych skutków otrzymanych po więzieniach angielskich.

(*) Zabiera on tę masę ziemi w pięciuset razach, i tym sposobem uchodzi z ciężarem w taczkach 14,5 kilometrów na dzień.

Średni ładunek taczek wynosi 70 *kilogr.* a ich średnia ciężkość 30 *kilogr.* — Pomnożywszy 14,5 *kilom.* przez 70 *kilogr.* wypadnie 1015 *kilogr.* ciężaru, przewiezionego w przeciągu iednego dnia na odległość iednego *kilometru.*

Widzieliśmy zaś wyżéy, że człowiek przenieść może na dzień z mieysca na mieysce, idąc tam i na powrót, 691,4 *kilogr.* w odległość iednego *kilometru.* — Obie powyższe liczby mają się względem siebie, iak 147:100. Coulomb przekonał się przez ściślejszy rachunek, że mają się iak 148:100. Stąd wnosi, że 100 ludzi tyle zrobić mogą, przewożąc ciężary w taczkach, ile 150 drażników, za pomocą koszów albo noszów. Tyle więc korzyści osiągnąć można użyciem tak prostéy maszyny iak taczki.

P. Guenyveau oszacował pożyteczny skutek małych wózków zwyczajnych, na 2500 *kilogr.* ciężaru, przewiezionego w odległość 1go *kilometru*; dla tego też 100 takich wózków tyle zrobić mogą, ile 332 drażników albo 225 taczek szanćowych.

Co do taczek szanćowych, to potrzeba mieć na uwadze, że nierównie większe możnaby otrzymać korzyści, przedłużając ich drażki i ustanawiając środek ciężkości ładunku w kierunku pionowym po nad ośią. W takim przypadku robotnik żadnego prawie niedźwigałby ciężaru; ale zarazem potrzebaby daleko większéy siły do utrzymania go w równowadze.

Ciągnięcie baby katarowéy za pomocą sznurów, wypadaloby policzyć między naymniéy

korzystne sposoby użycia siły ludzkiéy. Całodzienna praca, którą człowiek tym sposobem wykonać może, wynosi według P. Coulomb, tylko 75,2 *kilogramów* ciężaru, podniesionego do wysokości 1go *kilom.*; — a przeto, 100 ludzi poruszających koło deptakowe, tyleby zrobić mogło, co 270 przy katarze.

Robotnik obracający codziennie przez 6 godzin, siłą 7 *kilogramów*, winę lub korbę, która opisując obwód 23 *decymetrów* (*) obraca się 20 razy na minutę, podnosi ciężar 116 *kilogr.* do wysokości 1go *kilometru.* A zatém 3 ludzi przy korbie tyle zrobić mogą, ile 5 przy katarze; dla téyto przyczyny oddawna już używano siły ludzkiéy do poruszania katarów, nie przez ciągnięcie, ale za pomocą oddzielnego mechanizmu.

Coulomb bardzo dowcipnie oszacował pracę robotnika użytego do skopania kawalka roli Grabarz zdołał ukopać na dzień 187 *metrów* □ zapuszczając rydel w ziemię do głębokości 25 *centymetrów*, i wyrzucając skiły ważące po 6 *kilogramów*. Policzywszy w to ciężar rydla, wynosiła całodzienna praca 43 *kilogramy*, podniesione do wysokości *kilometru.* Maiąc zaś na względzie ciężar saméy tylko ziemi, całodzienna praca wynosiłaby 43 $\frac{1}{3}$ *kilogr.* podniesionych do wysokości 1go *kilometru*; a przeto ani $\frac{1}{3}$ części

(*) *Decimetr* = 5 liniom.

pracy, iaką wykonywa robotnik obracając korbę. Pokazuje się więc z tego doświadczenia, że kopanie ziemi jest pracą bardzo kosztowną, która w takim tylko przypadku z pożytkiem wykonywana być może, gdy ziemio-plody wynagradzają ogromne wydatki na opłacenie siły ludzkiej. Atoli, do pożytecznej pracy grabarza, potrzeba także przydać siłę, użytą do rozbiwania bryłek. Coulomb oszacował tę siłę na $\frac{1}{20}$ cało-dziennęj roboty, a policzywszy w to potrzebną siłę do wypychania rydla w ziemię, kładzie całkowitą ilość wykonanej przez grabarza pracy, na 100 *kilogr.* ciężaru, podniesionego do wysokości 1 *kilometru*.

Do obrabiania ziemi z większą, iak się zdaje, korzyścią, użyć można motyki niżeli rydla. W obu przypadkach siła uderzenia jest prawie jednakowa, to jest wynosi $\frac{1}{20}$ cało-dziennęj siły. W obu przypadkach jednakowej także pracy wymaga rozkruszanie bryłek; atoli zgarniając ku sobie rozkruszoną ziemię, korzystniej użyć można siły, aniżeli przewracając skiby i odrzucając je naprzód. Dla téj przyczyny pospoliciej używana bywa do skopywania wałów, grobli, i t. d. motyka iak rydel.

Jedną z najważniejszych okoliczności, przy użyciu siły ludzkiej, jest stopień ruchu czyli chyżość, z iaką każdy stosunkowo robotnik wykonywać musi swoje poruszenia. Chyżość ta ma swój pewny kres, za którym człowiek

nie użytecznego zrobić niemoże, z powodu, że w takim razie cały swojej siły muskularnej potrzebuje do udzielania ruchu własnym członkom. W miarę tego, iak się zwalnia ruch, robotnik staje się także zdolniejszym do rozwinięcia z pożytkiem większej działalności; i tymto sposobem przychodzi się nakoniec do *naywiększości* iey skutków. Robotnik ograniczając dzielność, albo też rozciągłość swoich poruszeń, potężniej naciskać i silniej uderzać może; to atoli wysilenie bynajmniej nie wynagradza zmniejszonej chyżości; owszem całkowita ilość ruchu, zamiast wzrastania, zmniejsza się. Podług doświadczeń Schulza naykorzystniejszym jest użycie siły ludzkiej do poruszania korby u pionowej lub poziomej windy, kiedy ciśnienie wynosi 13 *kilogr.*, a chyżość 1,373 *metrów* na sekundę.

Robertson Buchanan porównał pracę czterech robotników, z których pierwszy obracał korbę, drugi robił wiosłem, trzeci poruszał tłok u pompy, a czwarty ciągnął taran kafarowy. Wszyscy pracowali cztery sekundy.

Pierwszy podniósł 12,648 *kilogr.* do wysokości 5,185 *metra*. Całkowita ilość z pożytkiem rozwiniętej pracy = 65,580 *kilogr.* ciężaru, podniesionego do wysokości 1 *metru*.

Drugi wyniósł 44,364 *kilogr.* na wysokość 2,348 *metrów*; całkowita ilość pracy = 104,237 *kilogramom* ciężaru, podniesionego do wysokości 1 *metru*.

Trzeci wyprowadził 30,351 *kilogr.* do wysokości 1,342 *metru*; całkowite działanie = 40,731 *kilogr.* ciężaru, podniesionego do wysokości 1 *metru*.

Czwarty podniósł 32.618 *kilogr.* do wysokości 2,745 *metrów*; całkowite działanie = 89,536 *kilogr.* ciężaru, podniesionego do wysokości 1 *metru*.

Ten ostatni skutek zda się niezgadzać z wyrachowaniem Coulomba; atoli zważać potrzeba, że podczas doświadczeń Buchanana pomieniony robotnik tylko przez 4 sekundy pracował przy kafarze, i że chwilowe wysilenie ogółu robotników przy kafarze może być bardzo wielkie, lubo to żadnego niema wpływu na ilość całodzienną ich pracy.

Prostym iedynie wyrobnikom naywięcej zależy na rozwinieniu naywiększości pracy, do iakięj tylko usposobione są fizyczne człowieka siły. Professyoniści zaś, a mianowicie w zawodzie kunsztownym, na pierwszym mają względzie, aby przy naykorzystniejszym użyciu siły ludzkiej, bez utraty czasu, mniejszą lub większą ilość z przyzwolitą zastosować roztropnością i szybkością. Z wydoskonaleniem się przemysłu coraz więcej wzrasta liczba rzemiosł, w których za pomocą dowcipnych przyrządzeń, oszczędzać można siły ludzkie. Z siłą muskularną, wszystkim zwierzętom wspólną, człowiek łącząc użycie zmysłów, wzroku, słuchu, czucia, powonienia i smaku, poddaie

wrażenia tych zmysłów władzy swojego rozumu. Pracując z rozwagą, przychodzi do poznania wielkiej liczby sposobów, które stają się niemylnymi dla niego przewodnikami; co w życiu pospolitem zowiemy nabywaniem doświadczenia.

Miemy zawsze na pamięci tę prawdę, że doświadczenie nabyte za pomocą rozwagi i porównywań, tudzież zachowane w pamięci i rozsądnie zastosowane, jest skutkiem wyższych władz naszego rozumu i zręcznego użycia zmysłów. Tym to sposobem, przez roztropne zastosowanie pomienionych środków, naydź możemy prawdziwéj nauki i biegłości w krótszym stosunkowo czasie, i przyczynić się do wzrostu kunsztów przemysłowych.

Wszelkie roboty, które człowiek wykonywać może, przez użycie pewnej tylko części swoich sił muskularnych, wymagają w poruszeniach jego większej chyżości, od téj, iakaby potrzebna była do sprawienia naywiększego skutku, przy całkowitem wszystkich sił użyciu. Od tego pravidła takie tylko roboty wyięte byđ mogą, które szczególniejszým wymagają dokładności, a tém samým i przezorności w wykonaniu. Przy takich, iedynie przez naystarowniejsze unikanie wszelkiej straty czasu, powiększyć można skuteczność pracy.

Jakimkolwiek atoli sposobem używamy ludzkiej siły w rzemiosłach lub kunsztach, na to

szczególniey zwracać należy uwagę, aby robotnik niezostawał przez długi przeciąg czasu w wymuszonym i przykrém położeniu; to bowiem staie się przyczyną zeszpecenia ciała, chorób chronicznych, i wielu innych dolegliwości.

NAUKA CZWARTA.

O powiększeniu i najlepszem użyciu siły ludzkiej.

Obaczmy sposoby któremi powiększyć można siłę ludzką, używaną w pracach przemysłowych, i nadać iey działaniu, stateczność, prędkość i łatwość, iak naykorzystnieysze. Okażemy potem, iak to wszystko otrzymać można, przez szczęśliwe połączenie władz umysłowych z siłą fizyczną, i iakich skutków spodziewać się ztąd godzi na ulepszenie bytu społecznego i uczynienie klasy roboczey razem szczęśliwszą i moralnieyszą.

Do robot przemysłowych, używaią się niekiedy dzieci pięcio-lub sześćcio-letnie, którym powierzaią się zatrudnienia wymagaiące zbyt małej siły fizyczney, z umiarkowanym i łatwém przyłożeniem władz umysłowych. I tak: w gospodarstwie rolném, dzieci pilnuią zwierząt domowych łagodnieyszych i daiących się łatwo powodować. Po warsztatach, dzieci od-

bywają drobniejsze roboty, niepotrzebujące długiej wprawy poprzedniczej.

Niemal zaiste bywa korzyść z ułożenia dzieci do pracy od lat młodocianych; strzedz się jednak w tém należy nie ludzkiego zbytku, do jakiego posunęli się niektórzy rękodzielnicy angielscy, zobowiązując młodzież do pracowania przez tyle godzin, że aż władza prawodawcza ścieśnić musiała czas na pracę dziecięcą, która i tak jeszcze zbyt dużą jest dla tego wieku.

W kilku rękodzielnich kierowanych przez naczelników, łączących miłość ludzkości z wyższymi widokami, część czasu wyznaczonego dzieciom na robotę, łoży się na udzielanie im znajomości, koniecznych każdemu kto się dzisiejszy przemysłowi poświęca. Dzieci te uczą się czytać, pisać i rachować. Wkrótce naukę ich uzupełni geometria i mechanika, jaką tu wykładamy. (*)

Jeżeli zdrowie pracujących młodzieży niecierpi przez zbyt uciążliwą pracę, następuje prędkie i znaczne rozwinięcie sił ięć muskularnych, osobliwie, gdy w pokarmie i postępo-

(*) We Francji szlachetny hr. Laroche Foucault, dał pierwszy przykład zaprowadzenia, po swoich warsztatach, nauk początkowych dla robotnicy młodzieży, nad którą czuwa z oycowską pieczołowitością; znacznieszym rękodzielnikom godziłoby się naśladować ten przykład.

waniu zachowuje się regularność i porządek, bez których nie masz zdrowia.

Naczelnicy zakładów przemysłowych nie mówią popolicie na to względu, ile pożywienie robotników wpływa na ilość wykonać się mogących przez nich roboty, tudzież ile pomnożenie pracy przyczynia się razem do dobra rzemieślników i zamożności przedsiębiorców.

Porównawszy żywność robotników francuzkich i angielskich, pokazuje się wielka różnica w sposobie ich życia. W wielu professjach robotnicy francuzcy przez cały tydzień niekończą prawie mięsnego pokarmu, który nawet w niedzielę jest dla nich przedmiotem zbytku. Przeciwnie robotnik angielski, żywi się codzień pokarmem zwierzęcym najposilniejszym. Z obrachunku w téj mierze czynionego, wypadło: że kiedy robotnik francuzki spożywa 61 kilogramów mięsa, angielski w tymże czasie spożywa go więcej niż 178 kilogr. — to jest trzy razy prawie tyle. Różnica ta w pożywieniu pociąga za sobą bardzo znaczną w siłach fizycznych. Pokarm zwierzęcy udziela człowiekowi, na codzienne użycie, większą ilość siły, niż roślinny; temu to w części przypisać należy daleko większą ilość pracy, którą wydają robotnicy angielscy w porównaniu z francuzkimi.

Wypadałoby więc nakłaniać wyrobników do brania pożywniejszego, niż dotąd, posiłku, któ-

rym częstokroć niewynagradzają straconych sił w dzienną robociznę, a przy końcu tygodnia znajdują się w stanie zupełnego wycieńczenia. Każdą przeto niedzielę, starają się odzyskiwać stracone siły, pokarmem i napojem wcale różnym co do natury i co do ilości od powszedniego, i znajdują się w położeniu, człowieka zgłodniałego, który nagle głód swój nasyciwszy, cierpi ekliwość i zbytne osłabienie, zamiast spodziewanego pokrzepienia; — a ztąd w poniedziałek jeszcze mniej są zdolni do pracy niż w niedzielę.

Ta jest, zdaniem moim, przyczyna szkodziwego, lecz powszechnego zwyczaju próżnowania w poniedziałki. Najskuteczniej usunąćby ją można, nakłaniając powoli rzemieślników, przez rozsądną radę i przykład, do codziennego posilania się lepszym pokarmem.

Gdyby na posilniejsze pożywienie w ciągu sześciu dni odkładali tylko zarobek poniedziałkowy, przez co bynajmniej niepowiększyliby swoich wydatków; mogliby istotnie w pięciu pozostałych dniach wydawać daleko większą, niż przedtem, ilość pracy, — a następnie wymagać od majstrów większej zapłaty. Uniknęliby częstych chorób i wczesnej zgrzybiałości, zwykłych skutków nieregularnego życia — przedłużyliby czas, korzystnego używania sił mięsnych, skracając przez to znacznie dla siebie lata niedoli, gnębiący każdego, kto w młodym i dojrzałym wieku nieumiał lub nie-

mógł oszczędzać na liczne potrzeby dolegliwej starości.

Z tego powodu naczelnicy zakładów przemysłowych, powinnyby wszelkimi sposobami zachęcać i wspierać kasy oszczędności i zasiłków, do których robotnicy, wnosićby mogli codziennie małą część swego zarobku, a skądby potem mieli pomoc w czasie choroby, w braku zatrudnienia, lub gdy wiek podeszły odbierze im siłę do pracy.

Wskazaliśmy przeto pierwszy sposób pomnożenia ilości pracy ludzkiej; pomnożenie to w mieście takim jak np. Paryż, łatwo dość może do piątej części. Obaczmy jaki stąd byłby skutek dla przedsiębiorców.

Daymy, że w zakład jaki przemysłowy włożono 100,000 franków kapitału, na którego roczne utrzymanie i na koszt naprawy sprzętów i narzędzi, przeznaczmy jak zwykle, dziesiątą część kapitału, to jest 10,000. — Daymy że ten zakład używa stu robotników płatnych po 2 franki na dzień i pracujących po pięć dni w tygodniu, czyli przez dwieście sześćdziesiąt dni w roku; opłata ich zatem roczna wyniesie ogółem 52,000 franków. Daymy, nadto, że dozorcę, majstrom, i t. p. płaci się rocznie 10,000 franków. Wydatek więc całkowity będzie:

Kapitał stały	100,000 franków
Utrzymanie tegoż kapitału.	10,000 „

Ludzie płatni rocznie	10,000 franków.
Robotnicy płatni dziennie.	52,000 „

RAZEM. . 172,000 frank.

Jeżeli fabryka ta za wyroby swoje weźmie 72,000, przedsiębiorca ani straci ani zyska. Jeżeli zaś ma przynosić w zysku 10 procentu, iak pospolicie wszystkie przedsiębiorstwa pomyślnie idące, sprzedaż wyrobów przynieść powinna, oprócz 72,000 fr., jeszcze 17,200 fr. czyli razem 89,200 franków.

Przypuśćmyż teraz, że robotnicy pracują po sześć dni w tygodniu zamiast pięciu, to jest przez trzysta dwanaście dni w roku, zamiast dwóchset sześćdziesięciu. — Daymy, nadto, że każdego dnia pracują dłużej o jedną piątą, pobierając za to stosowną zapłatę; a tak dzienny ich zarobek z 2 fr. zamieni się na 2 fr. i 40 centym. — Całkowita zaś opłata robotników, przez rok, wyniesie 74,800 fr. — Przypuśćmy także, iż koszt utrzymania kapitału stalego urosną, stosownie do połowy powiększonej ilości pracy, to jest wyniosą 12,220, zamiast 10,000 franków. Podług tego, wydatek roczny będzie:

Kapitał stały	100,000 franków.
Utrzymanie tegoż kapitału.	12,220 „
Ludzie płatni rocznie	10,000 „
Robotnicy płatni dziennie.	74,000 „

RAZEM. . 197,000 frank.

W téj summie, kapitału stałego jest 100,000 fr., kosztów zaś 97,000 fr. — Aże ilość pracy

powiększyła się w stosunku 5 do 6, i nadto o $\frac{1}{5}$, czyli w stosunku 100 do 144; więc wartość wyrobów, wynosząca w pierwszym założeniu.	89,200 franków.
podniesie się teraz do.	128,448 „
Lecz koszt wynoszą	97,000 „

Pozostaje więc 31,348 frank.

Te więc 31,348 franków, są dochodem od 197,100 fr. kapitału, i przyniosą w zysku *szesnaście* od sta, zamiast *dziesięciu*, zyskanych w pierwszym założeniu.

Następujące przeto są wypadki z zaprowadzenia nowego porządku w rękodzielniach: *1ód.* ciż sami robotnicy zamiast 52,000, biorą 74,880 franków; przez co zarobek swój powiększają prawie o połowę; *2re.* rękodzielnia wydaie tyle wyrobów, że sprzedaż ich przynosi więcej niż połowę nad dawniejszą wartość; *3cie.* nakoniec, przedsiębiorca rękodzielni, zamiast *dziesiątego*, pobiera *szesnasty* procent od kapitału.

Jeżeli by zaś i spożywcy mieli korzystać z polepszanego stanu rzeczy, przedsiębiorca rękodzielni mógłby poprzestać na dwunastym procencie, i zniżyć o cztery od sta cenę wyrobów.

Stąd pokazuje się, iak znaczną korzyść właścicielom rękodzielni zapewniają wszelkie sposoby mogące powiększyć ilość pracy ludzkiej w czasie danym. Niejedno przedsięwzięcie przemysłowe, dzisiaj niepodobne lub na stratę

narażające, stałoby się zyskowném, gdyby dzienną pracę wyrobników pomnożyć, bez uszczuplenia ich zarobku; przedsięwzięcia zaś teraz korzystne, stałyby się przez to jeszcze zyskowniejsze. Robotnicy odnosiliby także nie-małe ztąd pożytki. — Należy więc dać poznać i przedsiębiorcom i robotnikom, spólną dla nich korzyść, mogącą znacznie wpływać na wzajemne ich powodzenie.

Prosty wyrobnik mało ma środków do powiększenia ilości swéj pracy; polegają one jedynie na lepszym pożywieniu, na unikaniu wszelkiego zbytku i wysilenia, nakoniec, na ciągłej baczności żeby niemarnować próżno czasu we dni robocze. Rzemieślnik zaś i rękodzielnik, oprócz tych środków ku pomnożeniu ilości swéj pracy, ma jeszcze inne zależące od narzędzi i naczyń, tudzież od zręczności z iaką ich używać umie. Narzędzia służące do iednychże robot, podług tego iak mają mniéj lub więcéj odpowiedną formę, i są z gorszéj lub lepszéj materyi zrobione, mogą wydać skutki bardzo różne. Robiący *np.* pilnikiem doskonaléj formy i hartu, może dwa razy więcéj zrobić niż ten, co niema tak dobrego narzędzia. Toż samo powiedzieć można o nożycach, dlu-tach, świdrach, pilach, i t. p.

Anglicy znają całą wartość dobrych narzędzi, i rzemieślnicy ich starają się je mieć iak naydoskonalsze. Pospolitszy nawet rzemieślnik angielski posiada w narzędziach od 1000

do 1200 franków (od 1500 do 1800 zł. pol.); francuzki zaś téż, saméj professyi, ledwie 100 fr. na to łoży. Daymy, że ten ostatni, narzędziami sto franków wartuiącemi, zarabia na dzień 3 franki; gdyby zaś miał za tysiąc franków narzędzi, lepszych, rozmaitszych i odpowiednych wszelkim potrzebom, mógłby zarabiać 4 franki dziennie; — założenie to bardzo jest umiarkowane. Idzie ztąd, że przez trzysta dni roboczych, zarobilby 300 fr. więcéj, niż gdyby pracował naczyniem sto franków tylko wartém.

Przypuśćmy, że na roczne utrzymanie powiększonego o 900 fr. kapitału w narzędziach, potrzeba 15 procentu; wypadnie więc potrącić 125 fr. wydatku od 300 fr. zarobku; resztuiące zaś 165 fr. będą czystym zyskiem od 1000 fr. kapitału w narzędziach. — Gdyby rzemieślnik z tych 165 fr. wyłożył 65 na polepszenie dziennego życia, a po 100 franków wnosil do kassy oszczędności; po dwudziestu ośmiu latach, uzbierałby 6000 franków, a po czterdziestu dwóch latach zebralby 14000 fr.; summę dostateczną na opędzenie potrzeb starości.

Rzemieślnicy i przedsiębiorcy przekonawszy się o pożytkach tu wymienionych, poszukiwać będą dobrych narzędzi i nabywać iak naydoskonalszych; liniiiały, węgielnice, cyrkle, mieć będą wtedy matematyczną dokładność; pilniki, nożyce, dluta, świdry, śruby, i t. p. z iak naylepszego materyału. Wymaganie zaś coraz le-

pszych narzędzi, najszybsze skutki dla fabryk i przemysłu sprowadzi.

Kiedy już rzemieślnik dobierze sobie doskonałe narzędzia, kiedy już przy lepszym pożywieniu i dobrym prowadzeniu się zdoła wzmocnić i utrzymać siły swoje fizyczne, pozostaje mu jeszcze jeden sposób do pomnożenia ilości swęj pracy, przez zręczne władowanie narzędzi. Zręczność ta zależy równie od osobistęj zdatności robotnika iak od pilnéj uwagi przy robocie. Ludziom roztargnionym i mało zajętym swoią pracą, trudno nabyć łatwości i szybkości w ięj wykonywaniu. Dlatego też, przy innych okolicznościach równych, robotnicy uważni i cicho pracujący zasługują na pierwszeństwo przed lubiącymi rozmowę, zabawy i tysiączne roztargnienia. Pod tym względem, robotników francuzkich niemożna wcale porównać z angielskimi, szczególnięj co do pilnéj uwagi i milczenia przy pracy.

Wyłożywszy co może wpływać na powiększenie ilości pracy, obaczmy ile też praca zyskać lub stracić może przez większą lub mniejszą prędkość poruszeń robotnika.

Weźmy za przykład przenoszenie ciężarów przez drążników lub tragarzy. Człowiek, mierney siły, obciążony 200 *kilogramami*, niepostąpi z mieysca i najmniejszego ruchu uczynić niezdola. Zmniejszając zaś stopniami ten ładunek, drążnik będzie mógł uchodzić coraz większe drogi, aż póki ładunek niestanie się

żaden; a wtedy droga, iaką ludzie miernęj siły w ciągłęj podróży uchodzą, nieprzenosi 51 *kilometrów* na dzień. — W obu tych przypadkach, *skutek pożyteczny*, który się mierzy iloczynem z ciężaruprzez drogę ubieżoną, wyrównywa zerze. — Takie są granice ostateczne, między którymi upatrzeć można pewną wielkość ładunku i prędkość taką, że iloczyn z ładunku przez długość drogi, odbytęj z tą prędkością przez drążnika, będzie iak największy.

We wszystkich pracach fizycznych człowieka, zawsze jest pewna wielkość siły i prędkości, wydających największy użyteczny skutek, to jest sprawujących, że opór dany przebiega taką drogę, iż iloczyn z nich jest *naywiększością*.

Zostawia się uwadze robotnika, nadewszystko zaś biegłości kierującego warsztatem lub rękodzielnia, upatrywać we wszelkich przypadkach taką prędkość i takie wysilenie, żeby te razem połączone mogły wydać iak największy skutek. Skoro ludzie z powołania oddani przemysłowi zwrócą uwagę ku podobnym postrzeżeniom, bez wątpienia do wielu rzemiosł zaprowadzą się między siłami i prędkościami nowe stosunki, nierównie korzystniejsze od obecnych z praktyki nieoświeconęj lub z nałogu wziętych.

Biegły fabrykant machin w Anglii P. Galloway, mówił mi, że jedném z naycelniejszych ulepszeń, które mu naybardzięj oszczędzają pracę ręczną przy wierceniu lanego żelaza, jest znaczne zmniejszenie prędkości świdra. Pokazało

się bowiem, że przez to, iloczyn siły przez drogę ubieżoną był nierównie większy, dla siły daney.

Są wszakże i takie gałęzie przemysłu, gdzie wielkie przyspieszenie prędkości wydało iak naykorzystniejsze skutki. W drugim tomie tego dzieła przywiódłem przykład pił kołowych, gdzie daną siłą otrzymuie się naywiększy skutek, udzielając znaczną prędkość obrotowi piły.

Przebijanie ciał kulami, strzałami, i w ogólności iakimkolwiek pociskiem, tém łatwiej się uskutecznia, im prędkość iego znaczniejsza; stąd pochodzi używanie siły nadaiący bardzo wielką prędkość pociskom, w bitwach i przy rozbijaniu murów. Ważną byłoby rzeczą poznać w każdéy gałęzi przemysłu stopień prędkości naywłaściwszy działaniom iey mechanicznym, i ogłosić wypadki te szacowne dla praktyki.

Oprócz naywiększego skutku pożytecznego, który wypada z połączenia siły i prędkości, ma ieszcze taż prędkość wyłączną sobie korzyść zasługującą na uwagę.

Daymy, że w iaki zakład przemysłowy włożono milion franków kapitału; — przypuścmy, że w nim przerabia się za dwa miliony franków, surowych lub pierwotnych płodów przez ciąg roku, używając do tego stu robotników pracujących przez 312 dni, i pobierających dwa franki dziennie. Oplata więc całkowita robotnikom, wyniesie 62,400 fr., do których przy-

dawszy procent od niéy, 6,240 frank., tudzież 100,000 fr. procentu od miliona kapitału włożonego w rękodzielnię, wypadnie 168,640 fr. na całkowite kosza przerobienia płodów surowych, dwa miliony franków wartujących. Nadto, surowe płody same przyniosłyby 10 od sta handlującemu niemi; a zatem wartość wyrobionych towarów składać będą:

Płody surowe	2,000,000 franków.
Procent od téy wartości.	200,000 „
Kosza przerobienia	168,640 „
RAZEM.	2,368,640 frank.

Przypuścmyż teraz, że z dwómaset robotnikami potrzeba tylko dwóchset dni do ukończenia téyże roboty, płacąc, iak wyżej, po dwa franki dziennie każdemu. Oplata więc robotnikom, wyniesie 80,000, zamiast 62,400 fr.; a zatem więcéy niż pierwéy. Nadto 312 dni pracy rocznéy mają się do 200 dni, prawie iak 10 do 6,41; która to ostatnia liczba, wystawia zwyczajny procent po 10 od sta, za czas dwóchset dni wciągu nowéy fabrykacji. Do kosztów zatem przerobienia liczyć trzeba teraz:

Robotę ręczną.	80,000 franków.
Dwóchsetdniowy procent od miliona kapitału włożonego	64,100 „
OGÓŁEM.	144,100 frank.

Rozmnożywszy tę liczbę przez 0,0641, wypadnie procent od niéy 9,236 franków 81 centym, które dodane do 144,100 franków, uczynią

153,336 fr. 81 centym, na kosztą przerobienia w drugiey fabrykacji.

Możemy więc ułożyć następujący kosztorys:

Kosztą przerobienia	153,336 fr. 81 cen.
Procent od wartości surowych pło- dów w przeciągu dwóchset dni roboty.	128,200 „
Wartość całkowita wyrobów z dru- giey fabrykacji, używając 200 ro- botników przez 200 dni. . . .	2,281,536 „ 81 cen:
W założeniu zaś poprzedzającym, tychże wyrobów wartość wyno- siła	2,368,640 „
Odiąwszy zatem	2,281,536 „
Zostanie do podzielenia między ro- botników i przedsiębiorcę w zy- sku.	87,103 „, 19 cen:

Zysk ten, mimo powiększenia nakładów, pochodzi iedynie z użycia czterdziestu tysięcy dni roboczych, zamiast 31,200 takichże dni.

Przykład powyższy pokazuje dowodnie, że w rękodzielnich obracających kapitałem bardzo znacznym w stosunku do opłaty robotników, naybardziéy starać się należy o pośpiech w robocie, chociażby nawet z przestąpieniem granicy największego skutku pożytecznego, iaki robotnicy i maszyny wydać mogą.

Z postępem przemysłu krajowego, ze wzrostem jego kapitałów, materyalna wartość zakładów i fabryk staie się coraz większa w porównaniu do wydatków na pracę ręczną. Idzie więc wtedy naybardziéy o to, aby przyśpieszyć wyrabianie. Przyiąć zatem wypada za matematy-

cznie dowiedzioną zasadę: że *im krajowy przemysł bardziéy wzrasta, tém działania i obroty przemysłowe powinny być prędzszé, żeby zawsze wydały naywiększy pożyteczny skutek.*

Różnica ta prędkości naywidoczniéy się pokazuje z porównania przemysłu ludów poczynających dopiero, z przemysłem kwitującym już gdzieindziéy. U pierwszych wszelkie prace odbywają się z naywiększą opieszałością, przewozy i podróże idą tam zbyt powolnie.—I tak, można mówić: że w ogólności prędkość robot i przewozów iest mnieysza w Hiszpanii niż w innych krajach oświeconey Europy; nietak już powolna we Włoszech, żywsza we Francii, a naychýzsza w wielkiéy Brytanii.

Dla właściciela znacznego kapitału, umiającego nim korzystnie obracać, czas iest przedmiotem wielkiéy wagi, gdyż zyski jego pomnażają się z liczbą obrotów tegoż kapitału w czasie danym. Przedsiębiorcy więc niepowinni coraz większych szczędzić ofiar na korzyskanie z czasu i przyśpieszanie wszelkich obrotów pieniężnych, w miarę iak nabywają coraz większych kapitałów. Zamiast podróżować pieszo, mogą łożyć znaczne nawet summy na podróże wozowe. Jeżeli dyliżans nieprzewozi ich dość prędko, iéżdżić będą pocztą, a w zdarzeniach ważnych posyłać gońców i sztafety. Nareszcie, szybkość handlowych związków i doniesień przewyższy rządowe. Ciekawe i obfite w naukę, stopniowe to u nas od kilku wie-

ków przyspieszanie, prędkości w przewożeniu towarów i osób; tu o niem tylko namieniamy.

Porządny podział pracy należy także do rzędu naydzielniejszych środków, przyspieszających i doskonalących wyroby przemysłu. Im działania poruczone każdemu osobno robotnikowi stają się prostsze i mniej różniące się od siebie, tém powtarzanie ich bywa łatwiejsze, prędsze i doskonalsze. Stąd to pochodzą zadziwiające skutki podziału pracy.

Biorąc znany i powszechnie przez ekonomistów przywodzony przykład, na wykazanie korzyści z podziału pracy, zrobię uwagę, iak mi się zdaie przez nikogo dotąd nieuczynioną, mianowicie: że cała korzyść podziału pracy, wypadła z natury naszych zmysłów, uważanych za narzędzia miarowe i powtarzające ruchy peryodyczne. — Przystępuję do opisu wyrabiania szpilek.

Robotnik nieulożony do podobnej pracy, niewprawny do używania stosownych narzędzi, z całą swoją, zkadinąd znaną, zręcznością, zrobiłby przez dzień małą bardzo liczbę szpilek, ledwie tuzin. Przy zaprowadzonym zaś podziale pracy w rękodzielniach szpilekowych, każdą niemal robotą trudnią się wyłącznie przeznaczeni do niej robotnicy, i każda prawie stanowi osobną professyą. Jeden robotnik ciągnie drót i zwiia na cewkę, drugi wyprostowuje go, trzeci rąbie na kawalki wyprostowane, czwarty je zaostrza, piąty opilowuje

końce do przyięcia główki, która znowu iest przedmiotem dwóch lub trzech pojedynczych działań; osobny znowu robotnik nakłada główkę, a inny ieszcze pobiera szpilkę; klócie także papieru i wtykanie weń szpilek są oddzielném zatrudnieniem. Zgoła wyrobienie iednej szpilki, dzieli się na ośmnaście szczególnych działań, które w nayzupełniejszych fabrykach odbywają się przez tyluż osobnych robotników.

Adam Smith, przywodzi małą fabrykę szpilekową, w której pracowało tylko dziesięciu robotników; a zatem kilku z nich odbywało po dwie i po trzy roboty różne. Fabryka ta chociaż uboga i nieopatrzona w dobre maszyny, wyrabiała iednak sześć *kilogramów* szpilek na dzień, a w téj wadze znaydowało się przeszło 48,000 sztuk szpilek. Każdy robotnik, przykładając się w dziesiątej części do tego wyrobu, może się uważać za wydającego na dzień 4,800 szpilek. Gdyby zaś robotnicy pracowali osobno, bez podziału pracy między siebie, każdy niezrobiłby i dwudziestu szpilek; co nieiest nawet dwóchsetną czterdziestą częścią wypadku przez szczęśliwy podział pracy otrzymanego.

Po krótkiem zastanowieniu niebędzie nas to dziwić, że ieden robotnik może wykonać potrzebną liczbę ruchów na wyrobienie 4,800 szpilek, w iednym dniu. — Daymy, że dzień iego roboczy nieprzechodzi dziesięciu godzin, lubo zwykłe robocze dni po rękodzielniach dłu-

żę trwaia. W dziesięciu godzinach iest sześćset minut, a 36,000 sekund; przypuśćmy pięć poruszeń na sekundę, co nieiest zawiele; przeto w dziesięciu godzinach odbędzie 180,000 poruszeń, ta zaś liczba podzielona przez 4,800 szpilek, daie 37,5 poruszeń na iedną szpilkę.— Gdy zaś robotnik przecina po 10 szpilek na raz, ieżeli ie wyprostowuie także po 10 razem, i zaostrza po 10 na raz, pokazuie się widocznie że na wyrobienie iednéj szpilki osobno, użyłby 375 ruchów. Liczba ta iest dosyć znaczna, przypuszczając, że żadne poruszenie nietraci się przy robocie rzeczy tak prostéj iak szpilka.

Powiedzieliśmy, że gdyby człowieka nie-wprawnego w odbywanie tych ruchów użyto do wyrabiania całkowitych szpilek, iedna po drugiey, niezrobiłby ich nawet dwudziestu na dzień; a zatem niewykonałby więcéj nad 7,560 ruchów pożytecznych. Zmarnowałby on $\frac{4}{5}$ swego czasu, z powodu że: 1*ód*, poruszenia iego byłyby powolniejsze; 2*re*. że przechodząc co chwila od iednego do innego ruchu, niezachowywałby taktu i raz nadanego sobie popędu; 3*cie*. nakoniec, iż musiałby bardzo często rzucać iedno narzędzie, a szukać i brać do ręki coraz inne.

Jest to niepospolity dowód talentu przedsiębiorcy lub naczelnika rękodzielni, kiedy umie rozłożyć robotę na nayprostsze pierwiastki, a iednak tyle tylko liczne, żeby każdy z nich zaiąć mógł osobnego robotnika.— Podział pra-

cy nierównie daléj posunąć się daie w wielkich niż w małych zakładach, bo w pierwszych dosyć iest robotników na tworzenie oddzielnych warsztatów. Przy wprowadzaniu podobnego podziału pracy, ściśle wyrachować należy czas, potrzebny na wykonanie każdéj z pojedynczych robot, żeby ie rozłożyć na stosowną liczbę pojedynczych robotników. Tym sposobem żaden próżnować niebędzie, a całość doydzie naywiększości w pośpiechu.

Z podzielenia pracy ludzkiey wypada mnóstwo działań, tak prostych i tak regularnych, że mechanika może ie odbywać z naywiększą łatwością.

I tak, w przykładzie wyżéj przywiedzionym, mogą się użyć: toczydła do ostrzenia snopkami szpilek robionych na fabryce, nożyce ucinające na raz po kilka drutów na kawałki długości odpowiednéj szpilkom; i t. p. Przeciwnie, trudnoby było i kosztownie zbudować iedną machine, któraby chwytając dróty, wychodzące z drutownicy, wyrabiała ie sama aż do końca na szpilki, przez rozmaite i powikłane ruchy.

Podział przeto pracy nietylko przyspiesza robotę ludzką, ale nawet ułatwia kombinowanie iéy z działaniem machin.

Ustawiczne powtarzanie prostych ruchów, staie się z czasem tak łatwe dla naszych organów, że ie wykonywamy potém bez żadnego przyłożenia władz rozumu. Ten brak umysłowego ćwiczenia zwykłe poczytuie się za wielką

szkodę; zniża on, iak mówią, człowieka do zwierzęcia i tamuje postęp sztuk mechanicznych. — „Smutna to myśl, mówi ieden autor, ażeby w całym życiu dziesiątą tylko część szpilki człowiek umiał robić.” — Takie iest złe nieuchronne z doskonalenia sztuk mechanicznych.

Lecz żeby bezstronnym być dla przemysłu, nienależy patrzeć na szczegóły, ale na ogół społeczności. Porównaymy dwa różne narody; rzymian, gardzących mechaniką, i anglików którzy, ze zbytnim nawet pośpiechem, nieraz pracę ludzką staraia się zastąpić machinami. Obaczmy u którego z nich, na równy liczbę ludności, znajdziemy więcej ludzi trudniących się czem innym, a nie bydlęcą pracą.

U rzymian widzę naprzód niezliczone roie ludzi obracających młyny zbożowe, wytłaczających oliwę, podnoszących wodę, i t. p. — bo ich panowie nieumieli używać sił przyrodzenia na uwolnienie człowieka od ciężkich prac, godnych zajmować bydłeta. W Anglii zaś nużące te prace uskutecznia siła wody, wiatru, i pary.

W sztukach naypospolitszych, widzę mnóstwo ciężkich fizycznych robot, które u rzymian zwierzęta z twarzą ludzką odbywały, a które dziś odbywają maszyny u ludów oświecześniejszych. Zamiast ogromnych wioseł, któremi z takim znoiem popychano galery, że na pracę tę skazywano wyłącznie złoćwinców, dzisiaj działanie wiatru to uskutecznia. Siła pary oszczędza dziś maytkom niemało robot, które służbę

morską, mimo tylu ulepszeń, czynią dla nich przykrém i ciężkiém ieszcze rzemiosłem.

Jedyna różnica, którą upatrzeć mogę między wyrobnikami dawnych i terażniejszych czasów, iest w tém: że pierwsi wykonywali roboty machinalne, uciążliwe i wycieńczające siły; drudzy zaś odbywają łatwe i lekkie prace; tamci obracali młyny, ci zaś ostrzą szpilki; tamci dźwigali ciężkie wiosła, ci zaś mają tylko obracać przepust lub podnosić klapę. — Niema tu więc nad czem smucić się i ubolewać, ani wołać, że ród ludzki wyrodził się i znikczemniał.

Przemysł owszem nowożytny obfituje w mnóstwo zatrudnień, rozwiaiających władze umysłowe, których starożytni nieznali. Kiedy np. wodne, wietrzne i parowe młyny uymiały człowiekowi machinalné i nużące pracy, budowa tychże machin potrzebuie wielu biegłych mistrzów, posiadających gruntowne i liczne wiadomości w mechanice, fizyce i chemii. — Budowanie wielu warsztatów, robota zegarków, narzędzi matematycznych, optycznych, i t. p. potrzebuia artystów z obszerniejszą ieszcze nauką i bogatszym plonem wiadomości. Liczne mamy sztuki i rzemiosła, nieznane wcale starożytnym, które wprawdzie niemogą się obeysć bez rąk wyrobniczych, bez kilku machin ludzkich, lecz wszystkie glówniejsze ich działania i cały dozór nad niemi, zostae pod kierunkiem artystów, których umysł wysoko bywa ukształcony.

Mogę więc śmiało wyrzec, odwołując się do jawnych czynów, że mimo podziału pracy i machinalnego przemysłu, dokąd przyszły doskonalone coraz bardziéj sztuki; przez powszechny wszakże ich postęp a nadewszystko przez zdobycze mechaniki, liczba pracowników potrzebujących znacznie ukształconego umysłu, jest dzisiaj nierównie większa, niż była u ludów, których przemysł zostawał w kolebce.

Nie od rzeczy zdawało mi się odeprzec tu mniej rozważne i pozorne zarzuty, wymierzone przeciw użyciu machin i podziałowi pracy, któremu tak korzystnie sprzyja usposobienie naszych zmysłów do regularnego i coraz prędzszego powtarzania prostych i tychże samych ruchów.

Widzimy zatem, ile jest rozmaitych i obfitych źródeł do korzystania: z siły ludzkiej, rozdzielonej na szczególne i główne zatrudnienia; z użycia lepszych naczyń, doskonalszych narzędzi i dokładniejszych machin; z nadania działaniom i obrotom przemysłowym pośpiechu, odpowiedniego włożonym kapitałom i nagłym potrzebom handlowym;—przydaymyż jeszcze do tego dzielną pomoc nauki i biegłości, umiających obracać na pożytek wszelkie wypadki i postrzeżenia.

Tu także należy kształcenie młodzieży przemysłowej, ściągającej się nietylko do ćwiczeń cielesnych i do uprawy zmysłów, o czém mówiliśmy w dwóch poprzedzających naukach,

lecz i do oświecenia umysłu przez naukę przynajmniej czytania, pisania, przez rachunki, i geometryją i mechanikę do sztuk stosowaną.

Wszystkie te środki łącznie użyte w tym celu, żeby sile człowieka nadać największy skutek pożyteczny, wydadzą coraz dziwniejsze rozmaitsze, doskonalsze i liczniejsze wypadki przemysłowe w każdym narodzie.

Z porządku zastanowić się teraz wypada nad pracą niewieścią.—Kobiety mają siły muskularne daleko słabsze i podlegają z natury częstszym chorobom, niż mężczyźni; sposobniejsze więc są do takich robot, gdzie ich władze umysłowe więcéj mają zaięcia niż fizyczne. Obdarzone umysłem postrzegawczym, i szczegółowym, mogą przez długi czas z pilnością uważać, byle to niewymagało głębszego myślenia i mocnego ciągle zaięcia.—Bez wątpienia, z postępem przemysłu pomnożą się zatrudnienia właściwe płci niewieściéj, która niezdolną będąc do większych i trudniejszych robot, może jednak czuwać nad działaniem silnéj maszyny, może ją zatrzymywać lub puszczać, poruszeniem drąga lub sznurka, równie dobrze jak najsilniejszy człowiek.—Do kierujących rękodzielniami i warsztatami, należy zaprowadzenie takiego rodzaju pracy, żeby i płeć niewieścia znalazła korzystną dla siebie użycie. Dzienna iéj opłata, mniejsza niż męczyzn, oszczędzić może koszta pracy ludzkiej,

a powiększyć znacznie dochód pracowitych rodzin.

Toż samo rozumieć potrzeba o dzieciach, co się powiedziało o kobietach, pomnąc nienadżywać nigdy młodocianych sił ze szkodą i uszczerbkiem ich zdrowia, i zostawiać im dosyć czasu na umysłowe ukształcenie przez początkową instrukcyą.

Na szczególniejszy jeszcze wzgląd zasługie moralność przemysłowey klasy. Ludziom tym wpaiać należy wzajemny ku sobie szacunek, obeznawać ich ze słodyczą porządnego życia domowego, czynić ich czulszemi na szacunek przyznawany, w każdym kraju ukształconym, moralnemu prowadzeniu się płci oboihey i pożyciu stawiaćemu widok zgody i szczęścia. — W miarę iak zamożność wypływać będzie z ulepszanego przemysłu, w miarę iak roboty mechaniczne wykonywać się będą machinami, a do stanu rzemieślniczego więcéy potrzeba będzie nauki, rozwagi, pamięci i rozsądku; możemy być pewni, że takie postępy w przemysłowych pracach, pociągną za sobą odpowiedną poprawę w obyczajach i żywioły narodowey pomyślności pomnożą.

NAUKA PIĄTA.

Sila zwierząt.

Udoskonalenie sztuk i umiętności, słuszném przeymuie nas podziwieniem dla rozumu ludzkiego, który umiał ovladnąć siłami martwéy natury, i z nich wyprowadzić porządne, pewne, podciągnięte pod ścisłą rachubę i miarę skutki, tak co do rozciągłości, iako co do ich trwania i natężenia.

Lecz ieżeli niewięcéy, przynajmniéy równie są godni naszego podziwienia ludzie, którzy w kolebce społeczeństw, umieli oswoić lub uiarzmić istoty posiadające tak mocną własną wolę, i zmienić nieiako naturę całych familiy i gatunków, tłumiąc wrodzoną zwierzętom miłość niepodległości i swobody, a zastępując ją przez uczucia przyiaźni, uszanowania i wdzięczności dla człowieka.

A wszakże była to najpierwsza zdobycz gieniuszu ludzkiego.

Dzisiay zaledwie liczymy między zasługi oswaianie i przyuczanie zwierząt, oddawna

iuż domowych, do pomocy w pracach naszych; całe ich rodnie przywykliśmy uważać za prawych niewolników naszych lub naturalnych towarzyszków. Porównyując je wszakże ze zwierzętami tych samych rodzin, żyjącymi od wielu pokoleń dziko i opodal od społeczeństw ludzkich, poznalibyśmy wkrótce, ile zręczności, odwagi i cierpliwości potrzebował słaby człowiek, na ujarzmienie tylu istot żywotnych, przewyższających nas szybkością, siłą i dzielnością.

Z pomiędzy zwierząt domowych kilka tylko gatunków używać można w pomoc do robot naszych. Naywięcej ich idzie na pokarm, niektóre służą do zabawy, iak ptaki śpiewające i zwierzęta naśladowujące. Inne znowu przywiązujące się szczególniej do człowieka, stają się jego towarzyszami i przyjaciółmi; a gdy niemają żadnego wyobrażenia o znaczeniu i majątku, niewola nie jest im dotkliwszą ze wzrostem naszej wielkości i dóbr, ani lżejszą z ubóstwem naszych bogactw i władzy. Stąd często nieszczęśliwemu, w największym ubóstwie i niedoli, pies tylko wiernym i nieodłącznym przyjacielem zostaje.

Pominąwszy zwierzęta uprzyjemniające życie nasze, zastanowimy się nad temi tylko, których siła sprawiać może użyteczne skutki w mechanice.

Celniejsze rodzaje zwierząt, różnią się między sobą zewnętrznym kształtem i wewnętrzną

organizacją. Z różnic tych, zatrudniających anatomią porównawczą i fizyologią, wynika nie tylko różność sił zwierzęcych, lecz i rozmaite sposoby używania ich do pracy, iako też ich wytrzymałość. — Niepodobna przywołać tu szczegóły należące do innych nauk, ale przynajmniej, z kilku prostych i powszechnie znanych przykładów, powziąć możemy wyobrażenie wielkiej różnorodności składu i działania zwierząt.

Spojrzymy na piękną i silną budowę zwierzęcia, dumnie wznoszącego wygięty kark i głowę mającą wyraz śmiałości i odwagi; w kształtnym i lekkim jego składzie, widać sposobność do rączego biegu i nagłych zwrotów; cienkie nogi i pewne stopy, z równą łatwością usługują mu w najwolniejszym kroku i w najszybszym pędzie; równie zdolne przebiegać daleką przestrzeń, iak w skoku przebywać szerokie rowy lub wysokie przegrody. — Jest to koń, — którego człowiek potrafił ukształcić do podróży i wojny.

W inném zwierzęciu, mocą budowy wynagradza się brak ozdobnych kształtów; dużą i ciężką głowę łączą z resztą ciała mięsiste i grube muskuły; czoło szerokie, wielką zapowiada siłę w uderzeniu. — Krótkie nogi i mało gibkie ich składy, wydają chód powolny; ale natomiast odznacza go wytrzymałość, iako skutek siły prawie niewyczerpanej; dla tego też w dniach najdłuższych, po kilku-godzinnych od-

poczynku, od świtu do zmroku wieczornego w najsilniejszym gruncie wytrzymaie ciężką pluga pracę. Jest to wół, — zwykle używany do powolnych działań ze znacznym natężeniem siły połączonych.

Obyczaj, sposób życia, charakter i nieiako moralne skłonności zwierząt, są zajmującą i pełną powabu nauką, wcale nieobcą dla przedmiotu naszego. Lecz gdy, w rozległym zakresie znajomości, mamy przedmioty bliższe nas obchodzące, odwołuję się więc w téj rzeczy do zadziwiających opisów Biuffona. Są to dziś najpiękniejsze pomniki jego chwały, niepożyte czasem, iak natura istot, których tak wierne i wymowne zostawił obrazy.

Uczony także traktat Borellego *o sile zwierząt*, i *anatomia porównawcza* P. Cuvier, zebrana i ogłoszona przez P. Dumeril, członka akademii nauk, godne są naszej uwagi i rozmyślenia. W tych dziełach znajduią się o sile i działaniu zwierząt głębokie pomysły i trafne postrzeżenia, w których wielkie i ważne upatrzećby można dla przemysłu pożytki.

Niemamy jeszcze porządnego dzieła o wychowaniu użytecznych tych istot, któreby obymowało rozmaite sposoby nakłaniające je do chętnego wykonywania prac nam przydatnych. Wyjaśnwszy ważny ten przedmiot przez wiadomości powzięte z ieometrii, mechaniki, anatomii i fizjologii, i podciągnwszy przy takich pomocach, dotąd na samym tylko zwyczaju

oparte metody, pod rozbiór i wypadki rozsądnej teorii, odkrytoby bezwątpienia nowe i korzystniejsze sposoby stosowania zdolności i sił zwierzęcych, do robot przemysłowych.

Na północy, pracę człowieka wspierają reny; w krajach umiarkowanych, konie, osły, muły, bawoły i psy; w klimatach gorących, żebry, słonie, wielbłądy, dromadery, lamy, i t. d.

Zastanowimy się tu nad zwierzętami robotniczymi naszego tylko klimatu; należą one do *czworonożnych*, które z natury będąc mniżej dzikie od innych, najwięcej oraz mają siły mogące się użyć w przemyśle.

W pierwszym ich rzędzie kładziemy konia, mogącego nosić i ciągnąć z rozmaitym prędkością i wytrzymałością w pracy.

Lecz niewszystkie gatunki koni, równie są zdadne do wszelkiej roboty. — Konie ciężkie najsposobniejsze są do ciągnięcia wielkich ciężarów, szczupłe zaś i wysokie do biegu.

Wprawa czyni je mniżej lub więcej zdolnymi do pewnych rodzajów pracy. — I tak, konie przywykłe do podróży w krajach górzystych, z daleko mniejszym utrudzeniem wchodzi na góry, i z nich schodzą, niżeli przywykłe do biegu po równinie.

Wreszcie w każdym rodzaju koni, znajduią się mniżej lub więcej silne, żywe i rące. — Podług różnych przymiotów swoich, obierają się konie do parady lub użytku, do wierzchu

lub pociągu, do wolnego chodu lub do prędkiej jazdy i szybkich wyścigów.

We Francyi iest kilka gatunków koni piękne posiadających przymioty, odpowiednie rozmaitym potrzebom i użyciu. Lecz ilość ich iest nader mała, a prócz tego naywięcej iest koni małych i słabych. — Ostatnie wojny zużyły wybór tych szacownych zwierząt; troskliwe tylko starania i przezorna wytrwałość wynagrodzić mogą tę stratę dla przemysłu.

Dobry koń dźwigający iezdca i rząd, które ważą razem naymniey 90 *kilogramów*, codziennie ubiedz może, w 7miu lub 8miu godzinach, 40 *kilometrów*, — to iest przenosi on 3,600 *kilogramów* na odległość 1go *kilometru*.

Ładunek zaś konia objuczonego ważyć może od 100 do 150 *kilogramów*; a więc skutek użyteczny iego pracy wyrażą 4,000 *kilogr.* przeniesione o 1 *kilometr*, po drodze prawie poziomey.

Widzieliśmy, że skutek użyteczny pracy kramarza pieszego, wyraża się przez 44 *kilogr.* przeniesione w odległość 20tu *kilometrów*, czyli 880 *kilogramów* o 1 *kilometr*. — Jest to więc piąta tylko część użyteczney pracy konia objuczonego. — Przeto tenże sam ciężar do iednakięj odległości w iednym dniu przenieść można 20tą końmi, lub 100tą ludźmi. — Pospolicie na siłę konia objuczonego rachuiemy siłę trzech ludzi dźwigających ciężary na plecach; popelnia się więc błąd przynaymniey o 40 na stu.

Korzystnieysze iest użycie siły konia w pociągu niż pod wierzchem. Podług wyrachowania przewoźników, opartego na średnięj sile koni pociągowych, ieden koń może uciągnąć od 700 do 750 *kilogr.* nierachuiąc w to ciężaru wozu. — Z tym ładunkiem na dobręj drodze poziomey może on ubiedz codziennie 38 *kilometrów*. — Zatem użyteczny skutek iego pracy wyrazi liczba 38 razy 700 lub 750 *kilogramów*, przeniesionych o 1 *kilometr*, to iest: w pierwszym razie wyrówna 26,500, w drugim 28,500 *kilogramom*, przeniesionym o 1 *kilometr*.

Widać ztąd wielką korzyść machin; przez użycie bowiem tak prostęj maszyny, iak wózek o dwóch kołach, toż samo zwierze, które dźwigając na sobie ciężar, wydawało użyteczny skutek 4,000 *kilogramów* przeniesionych o 1 *kilometr*, zaprzężone do pociągu, wydaie skutek użyteczny 7 razy większy.

Porównawszy skutek użyteczny konia pociągowego z ilością pracy dźwignika, pierwszy większy iest 32 razy od drugiego. Przeto *trzydziestu dwóch dźwigników, dźwigają taki sam ciężar, iaki przewozi ieden koń w pociągu.* — Wypadek ten zasługuie na baczną uwagę.

Konie wozowe zwykle idą stępo z ciężarem, cokolwiek zwalniając prędkość kroku pod górę, a przyspieszając z góry. — Krok ten odpowiada niemal prędkiemu krokowi wojsk francuzkich. — Taką prędkością ubiegają 4 do 5 *kilometrów* na godzinę.

Uważmy działanie koni pociągowych w lek-
kich pojazdach idących szybszym biegiem.

W dyliżansach konie zwykle biegną klusem,
ubiegając iedną pocztę czyli 8 *kilometrów*
w godzinie. Na dzień ubiegają one od 34 do
38 *kilometrów*. Na każdego konia zwykle liczą
się trzy osoby z ich ładunkiem, który, lubo
každéy osobie wolno brać tylko 15 *kilogr.*,
zawsze prawie bywa podwójny, nierachuiąc
przesyłanych w to pak, pudełek, i t. p., ia-
kich zawsze pełno w dyliżansie. Smiało więc
rachować można na każdą osobę 50 *kilogramów*
pakunku, do których dodawszy 70 *kilogr.*
iako wagę saméyże osoby, wypadnie na iedną
osobę 120 *kilogramów*,—a stąd 360 *kilogr.* ładunku
na każdego konia dyliżansowego. Tę
liczbę rozmnożywszy przez 36 *kilometrów*, iako
średnią drogę w ciągu dnia odbytą, wypada
12,960 *kilogr.* przeniesionych o 1 *kilometr*, na
skutek użyteczny pracy konia dyliżansowego.

Koń ten zwykle dwa razy prędzéy idzie od
konia używanego pod przewóz ciężarów, któ-
rego skutek użyteczny wyraża się przez 28,500
kilogramów, przeniesionych o 1 *kilometr*. —
Uważając przeto na sam tylko ładunek i na
drogę, bez względu na czas, więcéy iak raz
tyle oszczędza się przewożąc towar wozem ład-
downym niż dyliżansem.

Za przewóz rzeczy i osób z Paryża do Calais
średnia cena w dyliżansie iest 25 *centym.* od
kilogramu, a na wozie przewoźniczym 9 *centym.*

Skutki użyteczne dziennéy pracy koni dyli-
żansowych i przewoźniczych mają się iak li-
czbý 100:220.

Ceny zaś przewozów, iak 278:100.

Przeto praca konia dyliżansowego oplaca się
prawie o czwartą część drożéy, niż skutek
pracy konia przewoźniczego.

Lecz cena taka potrzebna iest dla wynagro-
dzenia pocztmistrzom i przedsiębiorcom dyli-
żansów, za rychłe zużycie koni i powozów,
które są kosztowniejsze od wozów przewo-
źniczych.

Mając na względzie samo tylko oszczędzenie
ilości pracy i cenę przewozu, pokazaliśmy
iż wszystkie przewozy odbywałyby należało na
przewoźniczych brykach i wozach.

Zaprowadzenie dyliżansów, któreby nieprę-
dzéy szły od zwyczajnych bryk przewoźni-
czych, mogłoby dla przesyłania wszelkich to-
warów bardzo być oszczędném i dogodném
w kraju, gdzie przemysł iest ieszcze w ko-
lebecie. Lecz w miarę iak sztuki i handel roz-
szerzają się i doskonałą, znajduie się coraz
więcéy takich ludzi, którzy kieruiąc ważnemi
robotami, zbyt wysoko cenią swój czas; dla
tego prędko odbywać muszą podróże chociaż
nawet z większym kosztem. Z tych powodów
dyliżanse, będą coraz iść śpieszniéy w kra-
iach rozległego handlu i przemysłu, i z wielką
szybkością przewozić osoby.— We Włoszech
dyliżanse o połowę tylko śpieszniéy idą od

bryk przewoźniczych; we Francyi raz lub dwa razy prędzcy, a w Anglii od trzech do czterech razy. — Na wielu gościńcach konie dyliżansowe angielskie ubiegają 12 kilometrów na godzinę; na dzień zaś od 40 do 48 kilometrów.

W Anglii cztery konie ciągną 4 osób w pudle dyliżansu, 9 na wierzchu, 2 na koźle; razem 15 osób.

Jeden więc koń angielski ciągnie osób 3 i $\frac{3}{4}$; więcý zatóm niż koń francuzki; ależ poiaždy angielskie są lżeysze, i woźnica nie z konia, lecz z kozła powozi, a tym sposobem niezmniejsza iego siły o $\frac{3}{4}$.

Przyimuiąc, że w Anglii ciężar podróżnego wraz z iego ładunkiem, tak iak we Francyi, wynosi 120 kilogramów; — wypada, że koń angielski przenosi 450 kilogramów o 40 kilometrów na dzień; co czyni 18,000 kilogramów, przeniesionych o 1 kilometr.

Przeto skutek użyteczný pracy konia angielskiego w dyliżansie, przewyższa prawie trzecią częścią skutek podobný konia francuzkiego.

Pewny autor irlandzki porównywaiąc przemysł francuzki z angielskim, nietylko swoich spółziomków wywyższa, ale nawet konie swe go narodu, i usiłuje dowieść, że siła konia angielskiego w pocztowym wozie, ma się do siły dyliżansowego konia francuzkiego, iak 9:4; prawdziwy iednak stosunek, po porównaniu ciężaru ładunków i poiażdzu, iest tylko iak

6:4. — Lecz i tak ieszcze wielkie są korzyści z koni o trzecią, a nawet o czwartą część silniejszych; gdyż taż sama ilość koni i prawie taż sama ilość żywności wydaiają skutek o trzecią lub czwartą część większy.

W Anglii ilość koni używanych do robot przemysłowych, a szczególnięy do iazdy i poiażdgu powozów publicznych, nierównie znaczniejsza iest niż we Francyi; dlatego też tam nierównie więcý iest ruchu i przewozów.

Oceniaiać siły W. Brytanii, starałem się porównać wszystkie środki zamożności tego kraiu, ze względu na ludność i na ilość zwierząt. Wypadki moich rachunków zasługuią na porównanie z podobnemiż postrzeżeniami, które zrobiłem we Francii.

Porównaymy naprzód ludność i liczbę zwierząt domowych w obu krajach.

Znayduie się:

	we Francii.	w W. Brytanii.	Stosunki.
Ludzi	31,300,000.	15,000,000.	2086 : 1000.
Koni.	2,122,617.	1,790,000.	1186 : 1000.
Wolów, krów i t. d.	6,972,973.	5,500,000.	1267 : 1000.
Owiec	35,188,910.	26,148,463.	1346 : 1000.

Porównaymy teraz liczbę zwierząt z ludnością, biorąc pierwszą w proporecy do 10,000 ludzi. — Na dziesięciu tysiącach ludzi, znayduie się:

	we Francii.	w W. Brytanii.	Stosunki.
Koni	678.	1,193.	10,000 : 17,596.
Wolów, krów i t. d.	2,227.	3,666.	10,000 : 16,461.
Owiec.	11,242.	17,432.	10,000 : 15,506.

Wziąwszy za miarę porównania średnią siłę człowieka, następujące liczby dosyć blisko wyrażają *siły żywotne*, których dostarczają.

	dla Francii.	dla W. Brytanii.
Ludzie	11,000,000.	5,000,000.
Konie.	11,000,000.	10,000,000.
Woly, krowy i t. d.	21,000,000.	16,500,000.
RAZEM SIŁ ŻYWOTNYCH	43,000,000.	31,500,000.

A zatem we Francyi siły ludzi mają się do sił zwierząt iak dziesięć do *dwudziestu dziewięciu*; w Anglii zaś iak *dziesięć do pięćdziesięciu trzech*.

W rolnictwie, używającem najwięcej sił zwierzęcych, praca ludzka, dopełniająca siłę zwierzęcą, jest tylko trzecią częścią sił całej ludności w W. Brytanii; — we Francyi zaś rolnictwo zajmuje dwie trzecie części całkowitej ludności. Stąd też w W. Brytanii dwie trzecie części mieszkańców, zajmować się mogą pracą przemysłową, gdy we Francyi trzecia tylko część ludności trudnić się nią dotąd mogła. — Ta jedna uwaga odkrywa przyczynę i niewyczerpane źródło wyższości przemysłowej i handlowej, iaką W. Brytania otrzymuje z siły zwierząt połączonej z siłą ludzi.

Żwierzęta domowe, nawet te które pracują w rolnictwie i w sztukach, dostarczają przemysłowi bardzo szacownych materiałów surowych. W Anglii przemysł dla każdego człowieka znajduje prawie dwa razy większą, niż we Francii, ilość materiałów surowych

do fabryk, iakimi są: skóry, włosień, sierść, rogi, kości, kiszki, i t. d. Nierównie jeszcze większy jest stosunek wełny i skór owczych. — Nadto, podług téż proporcji, przemysł ma tam prawie dwa razy większą liczbę osób do wykonywania różnych robot, a zwierzęta pomagające człowiekowi, są większe w Anglii niż we Francii, zwykle więcej ważą od ostatnich; stąd żywność z nich dla ludzi jest prawie trzy razy obfitsza, i dlatego rzemieślnicy angielscy pospolicie bywają silniejsi od naszych i zdolni do cięższych i dłuższych robot.

Postrzeżenia te obszerniej rozwinąłem w téj części podróży mojej po W. Brytanii, gdzie mówię o *sile płodnej*.

W Anglii liczą 100,000 koni pociagowych, zaprzęganych do wozów i bryk przewoźniczych, które pracują w roku po 300 dni; każdy zaś przewozi 800 *kilogramów*, o 40 *kilometrów* w jednym dniu; co czyni 960,000,000,000 *kilogramów*, przeniesionych o 1 *kilometr*, przez rok. — Przydaymyż do tego przynajmniej dziesięć razy większą robotę koni dyliżansowych, pocztowych, i w pługu pracujących; a będziemy mieli wyobrażenie niezmiernéj ilości sił, których konie dostarczają człowiekowi, w tak mało rozległym kraju iak Anglii. Uważmyż jeszcze, że maszyny parowe dają tam nierównie wyższą siłę od koni pracujących i zbytkowych razem; — obrachujemy potem siły wody w maszynach hydraulicznych, siły połączone wody

i ludzi w żegludze na rzekach, kanałach i przy brzegach morskich — a wtedy poymiemy iak ieden z mało rozległych kraiów Europy, najzamożniejszy jest w siłę ogólną, to jest w sumnę sił fizycznie działających.

Lecz Anglicy, nieprzestając na samém pomnożeniu ilości zwierząt, zająli się ieszcze z wielką starannością ulepszeniem ich gatunków. — Maią oni piękne, silne i rosłe konie, nietylko do zbytku i wyścigów, lecz równie do pracy i do pociągu. — Zdaie się nawet, iż ostatnie gatunki bardziéy ulepszyć potrafili niż pierwsze: ale że ludzi najwięcéy uderza okazałość i zbytek, wyścigi konne tak świetnie odbywane w Anglii, wstawiły konie wierzchowe, a zaledwie kto wspomina o koniach ich pociągowych, również znanych przez swą siłę, wytrwałość i ręczność w biegu.

Porównywaiąc pracę koni dylizansowych we Francyi i Anglii, widzieliśmy, że skutek użyteczny ostatnich, większy jest o połowę, niż pierwszych. — Konie zaś pociągowe przewoźników angielskich, zdaią się mieć siłę o iedną czwartą większą niż we Francyi.

Zniesienie téy niższości ważnym jest przedmiotem dla rządu, handlu i przemysłu, i zasługuie na całą staranność i troskliwość dobrych obywateli. — Zatrudniemy się troskliwém pielegnowaniem różnych gatunków koni naszych, niczego nieszczędząc dla nadania im wyższych przymiotów; — na pocztach *np.* zamiast nędznych

małych koni, upadających pod ciężarem pocztylionów, zaprowadźmy zwyczaj wożenia z kozła, lub też wybieraymy na iezdzców małych i młodych chłopców, a konie rosłe, dobrze żywione i utrzymywane. Tym sposobem w kilka lat zaydzie wielka zmiana, niemało wpływająca na bogactwo narodowe i siłę publiczną.

W robotach przemysłowych, konie obracaią maszyny lub też przenoszą ciężary, w mniéy lub więcéy odległe mieysca. — We wszystkich tych przypadkach, wyiawszy nadzwyczajne okoliczności, koń iść powinien wolnym stępem, ażeby wydał największy użyteczny skutek; starać się tylko trzeba, żeby krok iego zrobić iak największym, podług budowy konia.

Z porównania skutku użytecznego konia pociągowego i ludzi ciągnących, wypada stosunek ich siły. We Francii rachuią, iż taka praca konia wyrównywa pracy siedmiu ludzi.

Podług rachunku przytoczonego w nauce trzeciéy, robotnik pchający taczkę, przenosi w iednym dniu 2,300 *kilogramów*, o 1 *kilometr*. — Aże koń pociągowy furmański przewozi na dzień 28,500 *kilogramów* na odległość *kilometru*; — przeto praca konia pociągowego równa się pracy 12½ ludzi.

Szacuiąc dzień robotnika na 1 frank i 50 centym; — 12½ dni kosztuią 18 fr. 75 centym. — Dzień zaś konia wydaiącego ten sam skutek użyteczny, niemoże być wyżéy szacowany nad 4

franki. — Do tego przydaymy zapłatę woźnicy, wynoszącą 2 franki; przeto praca wykonana siłą konia, kosztować będzie 6 franków; a taż sama lub równa robota wykonana przez ludzi, kosztować będzie 18 fr. 75 centym. — Używszy wozu sześciokonnego i iednego woźnicy, pobierającego 3 franki, dzień pracy konia kosztować tylko będzie 4 fr. 50 centym; co nieiest i czwartą częścią płacy za tęż robotę wykonaną przez ludzi.

Nim powiemy o sile koni ciągnących ciężary, — opiszemy pierwéy narzędzie służące do mierzenia siły w pociagu. — Narzędzie to zowie się *dynamometr* czyli *siłomiar*.

Regnier, dawny dozorca muzeum głównego artylleryi, iest wynalazcą dynamometru. — Zrobił on to narzędzie na żądanie PP. Guenaud de Montbeillard i sławnego Biuffona, którzy przewidywali użytek z dokładnego sposobu mierzenia wysileń mechanicznych. — Graham wynalazł był dawniéy w tym celu machinę, lecz zbyt komplikowaną i do ustawienia wymagającą wiązania ciesielskiego. Mamy iéy opisanie w fizyce Désaguiliera.

Leroy członek dawnéy akademii nauk, zrobił dynamometr z rurki metalowéy od 3 do 4 decymetrów dlugiéy, ustawionéy pionowo na nodze, i zamykającéy w sobie sprężynę spiralną, która podnosiła sztabkę, z podziałką, mającą na wierzchu kulę. — Sztabka ta naciskana wsuwała się w rurkę, a podziałka wskazywała

moc ciśnienia, a następnie siłę osoby cisnącéy palcem lub ręką na kulę. — Sposób ten dosyć dowcipny, nietylę iednakże był dogodnym do mierzenia rozmaitych działań siły, iak narzędzie Regniera.

Regnier używa podługowatéy i zamkniętéy sprężyny, na którą dwoiako działać można: *1ód.* dla oznaczenia słabych wysileń, cisnąc ią wszerz; a *2re.* dla oznaczenia wielkich wysileń, cisnąc ią wzdłuż. — Sprężyna porusza skazówkę po obwodzie koła, podzielonym; iedne podziały w *kilogramach*, znaczą małe wysilenia; drugie zaś w *myriagramach*, znaczą wielkie natężenia siły.

Uważając siłę tylko pociagową koni, cenić można albo siłę ich momentalną, albo też całkowitą ich siłę dzienną. — Siła momentalna nierównie iest większa.

Dynamometr Regniera, okazuić, iż konie przez kilka chwil wydać mogą natężenie równe natężeniu sznura, na którym wisi ciężar od 300 do 500 *kilogramów*, to iest: że 400 *kilogramów*, zdaią się wyrównywać średniemu natężeniu siły konia.

Aże konie, mogące sprawić naywiększe natężenie momentalne, zwykle naywiększą też dzienną robotę wykonać mogą, przeto P. Regnier radzi cenić siłę koni pociagowych przez swóy dynamometr; takie doświadczenie dobreby przynaymniéy było dla kupującego przed ukończeniem targu.

Koń w ciągłej pracy przez dzień, wydaie natężenie pociągowe od 50 do 70 *kilogramów*.

Zakładając przeto, że siła pociągowa konia wyrównywa siłę siedmiu ludzi, wniesćby wypadło, iż człowiek w dzienną pracę mógłby tylko uciągnąć od 8 do 13 *kilogramów*; a zatem daleko mniej, niż może unieść na sobie ciężaru, przebiegając jednakową z koniem drogę.

Podobnie uważamy, iż skutek od 50 do 70 *kilogramów*, wydany przez konia ciągnącego ciężar poziomo, o wiele jest niższy od skutku, jaki wydaie niosąc na sobie ciężary; ledwie bowiem jest jego połową.

Każdy z dwóch koni zaprzężonych w pługu, wydaie wysilenie 72 *kilogramów*, ubiegając 25 *kilometrów*; stąd dzień ich ciągnięcia czyni 1,872 *kilogr.* podniesionych o 1 *kilometr*.

W Anglii rachują, iż koń pracujący ośm godzin, i ubiegający 4 *kilometry* na godzinę, może ciągnąć siłą równą 90 *kilogr.*, a skutek jego użyteczny równa się $4 \times 8 \times 90 = 2880$ *kilogramom* przeniesionym o 1 *kilometr*. Jest to prawie *dziesiąta część* ciężaru, który koń przewieźć może wozem.

Wypadałoby stąd, iż użycie wozów *dziesięć razy* łatwiejszym czyni przewóz poziomy, od ciągnięcia bez tych machin; zwykle zaś rachują to ułatwienie *ośm razy* tylko większe.

Rumford czynił bardzo ciekawe doświadczenia na oznaczenie stosunku, ciężarów wiezionych na wozach, do siły pociągowej czyli do

ięy natężeń. Wóz, na którym było trzy osoby, ważył 1060 *kilogramów*.

po bruku.	{	małym stępem najmniejsze na-	
		tężenie pociągu było, od 20 do 22 <i>kilogr.</i>	
		wielkim stępem.	24 — 28 —
		małym klusem	42 — 47 —
		wielkim klusem.	60 — 65 —

Różnice te, zdają się nam prawie proporcjonalne prędkościom koni; tak dalece, że ta sama ubieżona droga, zużyłaby zawsze równą ilość siły końskiej, mnożąc ię natężenie przez czas.

po ziemi.	{	małym stępem, natężenie po-	
		ciągu, było od	38 do 42 <i>kilogr.</i>
		wielkim stępem.	40 — 42 —
		małym klusem	40 — 44 —
		wielkim klusem.	42 — 50 —
po drodze bardzo pia- szczytę.	{	stępem	80 — 90 —
		klusem	80 — 90 —
po drodze usypanej żwirem.	{	stępem	36 — 40 —
		klusem	40 — 42 —

Z tych doświadczeń okazuje się, iż iadąc po bruku małym stępem, podług Rumforda siła pociągu ma się do całkowitego ciężaru wiezionego, iak 1:25.

Rumford podróżując we Włoszech w r. 1793 i 1794, czynił ciekawe doświadczenia na przekonanie się, czy korzystniej byłoby iechać zawsze stępem, (iak to czynią *Vetturini*, którzy wyjeżdżają ze świtem i iadają dzień cały);

czy też iechać dość prędko przez 4 lub 5 godzin ciągiem, a potem dłużej odpoczywać. Z własnych postrzeżeń, przekonał się, iż konie jego po piętnastodniowey podróży ubiegając na dzień klusem od 8 do 10 mil francuzkich, w lepszym były stanie, niż gdy też samą drogę odbywały w tymże czasie, iadąc stępem. — Wypadek ten jest godzien uwagi, i stąd zapewne pochodził, iż siła pociągowa koni uczonego podróżnego, znacznie była niższa od największego iéy natężenia.

Zapewne Rumford iechał po drodze żwirowéy lub po ziemi, ale nie po bruku.

Siły wywarte w pociągu, można w każdéy chwili wyrazić przez natężenie. — Wziąwszy przeto natężenie 40 kilogramów, za ilość sił zużytych w przyzwoitym czasie na uiechanie po ziemi, stępem, kilometru drogi: natężenie 46 kilogr. konia bieżącego klusem, to jest ubiegającego równaż drogę w połowie czasu z podwóyną prędkością, wyda 23 kilogr. na zużycie sił, a reszta czasu oszczędzoną zostanie na odzyskanie sił zużytych.

Ten wypadek tłumaczy nam zwyczaj Włochów, którzy wjeżdżając na cokolwiek przykrą górę, puszczają konie wielkim klusem; całkowita bowiem ilość siły zwierzęcéy zużywająca się aż do wyiechania na górę, mniejsza jest w biegu prędkim niż powolnym. Stąd pochodzi że dawszy cokolwiek wytchnąć koniom na górze, mniej się one utrudzą, niż gdy wy-

szedłszy na górę stępem, dalej bez odpoczynku póyda.

W Anglii, tam gdzie góry niesą zbyt przykre, dyliżanse wieżdżają na nie klusem, z prędkością o 5tą lub 6tą część mnieyszą, niż na równinie. Postrzeżenie to, czynił autor, z zegarkiem w rękę, na wielu drogach.

Dyliżanse francuzkie tak bywały obciążane, i tak miewały słabe zaprzęgi i konie, że skoro wypadła przykra cokolwiek góra, trzeba było *1ód.* prosić podróżniących żeby wysiedli — *2re.* iechać krokiem cztery razy wolnieyszym od klusu. — Było to najgorsze ze wszystkich urządzeń iakie wymyślić można. — Z czasem wolne spółubieganie się przedsiębiorców, dostarczyło publiczności powozów odpowiednych iéy potrzebom i wygodzie.

Przydam tu ieszcze niektóre postrzeżenia i uwagi o postępowaniu ze zwierzętami; ważny to przedmiot tak ze względu na bogactwo iako i moralność narodu.

Wspominamy z podziwieniem prawo ateńskie karzące śmiercią okrutne pastwienie się nad zwierzętami bez żadnéy przyczyny. Chciano przez to zapewne potłumiać uczucia dzikości między samymiż ludźmi, i wytępić w samym zarodzie największą klęskę, iaką jest nieczułość i nietość.

Lecz niedosyć przemawiać do serca, trzeba oraz zaspokoić interes. — Szczęściem, tak dla zwierząt iako i dla ludzi, oba te względy,

pożytek i ludzkość, są celem usiłowań i potrzebą człowieka.

Uważając *np.* konie używane od ludzi różnego charakteru, obaczmy, że te zwierzęta zdają się podobnyż im charakter przybierać. U iednych, spokojność, pogodę i radość widać w postawie i oku: zdrowie nadać im piękność, równie iak wszystkim istotom, przez wykształcenie wszystkich członków, przez zupełne i przyzwoite ich w proporcjach rozwinięcie. — Cienki i połyskuiący ich włos, okazuje cały zbytek czystości. — Ruchy i zwroty swobodne, bez zapędów, bez narowu, miarkowane pewnością, zawsze są użyteczne a nigdy szkodliwe lub szalone; za łagodnym i starannym panem, idą iak za dobroczyńcą, na każde iego skinienie posłuszne; słowa budzą w nich zapal i dzielność — którą, dla braku mowy, wyrażają przez nadzwyczajną i ognistą żywość w muskułach całego ciała i głowy. — Oczy, wargi, nozdrza, rżenie, potrząsanie grzywą, ruch ogona i stąpanie, wszystko odpowiada rozkazom, karce-niu lub przymileniom pana. — Miły widok sprawiają w Egipcie i w Azji konie arabskie, naydzielniejsze i nayłagodniejsze z całego rodu swego, bo naywięcéy kochane i naystaranniey dogładane.

Spojrzymy przeciwnie na inne zwierzę, tegoż samego rodu, ze zwisłą głową i spuszczo-nemi, iak niewolnik, uszami; zabrudzone i pokaleczone iego członki, ledwie powleka skóra,

wszędzie osmagana lub poprzecinana zakrwawionym biczem. — Drży ono na naymniejszy ruch pana, ucieka dla uniknienia bolesnych razów, których co chwila się lęka, lub wreszcie oddaie ciemieżycielowi swemu iaki raz niespodziewany, uwalniający ofiarę z katuszy.

Niekreślę ia tu zmyślonych obrazów dla zięcia czułości. — Stańmy tylko na którejkolwiek z ulic, popatrzmy chwilę na konie i woźnice, a zobaczymy sto wiernych przykładów powyższego opisu.

Po wielu naszych miastach woźnice są w o-gólności nieczuli i okrutni dla tych zwierząt; obciążają ie nadmiarę; — a gdy konie pociągnąć niemogą przeladowanego ciężaru, srogi powoziciel uderza ie po naydotkliwszych częściach ciała, po szyi, po głowie, po nosie, a nawet po oczach; — krew nieszczęśliwych ofiar płynie strumieniem pod razami bicza, kiiów, i drągów. — Tym sposobem w kilku latach niszczą się dobre konie, a zabijają mierne.

Do robot, pod waszym zarządem będących, staraycie się o ludzi łagodnych i lubiących konie, które żyją dłużej, lepiéy zachowuią swe siły i skuteczniey pracuią, gdy pracuią bez wysień zbytich, gdy są dobrze utrzymywane, gdy wolne są od boiaźni i boleści. — Sam więc osobisty interes, każe nam łagodnie się obchodzić ze zwierzętami; lecz, pomimo tego, ludzkość nienakazuje nam tego obowiązku? — Ludzkość nietylko zasadza się na dobroci człowieka dla

człowieka, ale i ku wszystkim istotom żywym. Ta spólczulość ku wszystkiemu co żyje i czuje, znamionuje człowieka;—tą rozległością i powszechnością uczuć szlachetnych, wznosi się on nad inne stworzenia; inaczej zniżyłby się do rzędu bydła i dzikich zwierząt, zamykając serce własne—tkliwé i wszystko ogarniającé litości.

Niechcę się usprawiedliwiać moim słuchaczom, że niezawsze przemawiam do nich językiem ścisłych praw równowagi i ruchu.—Czuje bowiem, że każdy, kogo oyczyzna powołała do nauczania drugich, za święty obowiązek mieć powinien, rozwijać spólczśnie uczucia serca i władze rozumu.—Upiękniaymy, ile możemy, nasze mowy i sprawy, nasze myśli i pisma, tém uczuciem moralném, któremu obcém jest rozwiązanie wyłącznego zadania egoizmu, *iak stanąć nayprędzėj u naykorzystniejszego mi celu?*—lecz które usiłuje rozwiązać to inne zagadnienie, ważniejsze dla spólczności: *iak doysć naykorzystniejszego celu, zostawiając naywięcej dobra na drodze naszéj?*—

NAUKA SZÓSTA.

Siła ciężkości, uważana szczególniej w równowadze i ciśnieniu wód; prassy hydrauliczne.

Nierobimy tu osobnéj nauki o prawach i użytkach siły, iakiéj ciężkość ciał stałych dostarcza przemysłowi. W drugim tomie tego dzieła, wyłożyliśmy naycelnieysze zastosowania téżże siły.—Zaymiemy się teraz działaniem ciężkości w płynach, i obaczemy, iaką ztąd pomoc odnoszą rozmaite sztuki.

Nazywamy w ogólności *płynami* te ciała, od których naydrobnieysze cząstki daią się odłączać, bez żadnego prawie oporu. Płyny zaś *niedoskonałe* są te, których cząstki oddzielają się z pewnym, chociaż małym, oporem.

Płyny ciekłe, iak *np.* woda, niezmiennają widocznie swéj objętości pod znaczném nawet ciśnieniem. Kiedy zaś ciśnienie to się zmniejsza, i kiedy powierzchnia zewnętrzna płynu jest wolna, część iego zamienia się w parę, iak o tém niżej powiemy. Cząstki zatém płynów

usiłują wtedy oddalać się od siebie nawzajem. Skutek ten wytłumaczymy w nauce o ciepliku.

Nieznamy żadnego płynu któryby w każdej chwili nieulegał działaniu iakiędy siły. Ciężkość działająca na wszystkie ciała i na wszystkie ich cząstki, usiłuje zbliżyć do ziemi każdą cząstkę płynu; usiłowanie to ciągle działa na ruch i równowagę płynów. Zaczniemy od roztrząsania stanu równowagi.

Daymy, że na płaszczyźnie poziomé położono wielką masę wolnego płynu; — ponieważ nie się niesprzeciwia działaniu ciężkości na każdą z osobna jego cząstkę, przeto wszystkie te cząstki spadać i rozlewać się będą po płaszczyźnie, póki nie utworzą na nięj iak nayszerzej i nacyieńszej warsty, wszędzie jednakowej grubości. Wszystkie zatem wierzchnie punkta płynu zostawać będą w równęj nad płaszczyzną wysokości.

Nalawszy zaś wody na powierzchnią krzywą, np. na powierzchnią ziemi, zadanie inną przybiera postać. Z rozwiązania jego, poznamy przyczynę równowagi i spoczynku wielkiej masy wód, napelniających bagna, stawy, jeziora i morza.

Jeżeli woda na lądzie rozlana dostanie się w iakie miejsce dalsze od środka ziemi, niż punkta lądu ięj poblizkie i sąsiednie, cząstki ięj niczem niewstrzymane, posłuszne ciężkości, oddzielać się będą, spadając iedne po drugich i po powierzchni ziemskiej, iakby po płaszczy-

znach pochyłych, i tym sposobem spływać aż do miejsc nayniższych, to jest naybliższych środka ziemi.

Zalawszy zaś tym sposobem dno nayniższego gruntu, cząstki płynu ułożą się tam do równowagi, to jest zostaną w spoczynku; co wtedy dopiero nastąpić musi kiedy już niżej spadać nie będą mogły. Górna zatem powierzchnia płynu tak spoczywającego, powinna wszędzie wystawiać gładką płaszczyznę poziomą. Inaczej bowiem, cząstki wyższe spadałyby ciągle po niższych, iak po płaszczyźnie pochyłej, i równowagiby nie było.

I tak, wody pochodzące z deszczów, rosy, śniegów i lodów stopionych spływają z miejsc naywyższych lądu na miejsca nayniższe, tworząc potoki, strumienie i rzeki, wlewające się do naturalnych wodozbiorów, iakimi są bagna, jeziora, morza, których brzegi wznoszące się nad powierzchnią płynu, niedozwalają mu rozlewać się, i utrzymują go w równowadze i spoczynku, aż póki burzliwe siły nie zepsują gładkiej i spokojnej jego powierzchni.

Ruch zatem nayważniejszego płynu na ziemi, pochodzi z ustawicznego działania ciężkości na jego cząstki, i z ciągłego dążenia ich do stanu równowagi czyli spoczynku.

Zeglując po morzu, daie się widocznie postrzegać skutek tego dążenia; morze wystawia oku zewsząd iakby rozległą płaszczyznę, której granice zowiemy *widokregiem*, samą zaś

poziomem. Z biegiem okrętu po morzu, i poziom się jego przenosi; aże ziemia jest kulistą, poziom ten zniża się zawsze w stronie ku której okręt płynie, a podnosi się ze strony przeciwny.

Gdyby ziemia była doskonałą kulą, wszystkie linie pionowe, to jest do środka ziemi idące, byłyby prostopadłe do ię powierzchni; powierzchnia zaś wód na nię rozlanych niemożaby wszędzie być prostopadłą do pionowych, czyli poziomą, nietwarzac także doskonały kuli. Lecz ziemia jest kulą spłaszczoną, okrągłą tylko w kierunku równoleżników; dlatego też powierzchnia wód spokojnych zachowuje kształt kołowy w tym tylko kierunku.

Sztuki umieją korzystać z téj własności, że w każdym miejscu wolna powierzchnia spoczywającego płynu, jest doskonale pozioma. *Równowaga wodna* (libella) jest to narzędzie składające się z rurki zakrzywionéj ABC, fig. 1, o dwóch ramionach, napełnionej wodą lub innym jakim płynem do pewnéj wysokości; części rurki A i C, są przezroczyste, ze szkła lub kryształu. Stanąwszy za rurką ze strony A, i strychując okiem powierzchnią płynu w A i C, promień oczny koniecznie będzie poziomy.

Sposób ten daleko jest dokładniejszy, niżli pion albo nic z ciężarkiem, do wyznaczania linii pionowéj lub pozioméj; dlatego też w robotach wymagających ścisłości, zwykle używa się *równowaga wodna*, inaczéj *wodowaga* zwana.

Powyższe skutki równowagi płynów, nie zależą wcale od kształtu powierzchni lub naczyń ie w sobie obeymujących.—I tak na fig. 2, 3, 4, powierzchnia górna płynu, jest zawsze płaszczyzną poziomą AB.

Jest ieden przypadek szczególny zasługujący na wspomnienie; wystawmy sobie naczynie MKN, napełnione wodą połączone w O, z rurką zakrzywioną OPQR, także nalaną wodą. Wtedy stan równowagi wymaga ażeby MN, poziom płynu, będącego w naczyniu, był w równéj wysokości z poziomem X, wody w rurce (*).

Z układania się powierzchni płynów spoczywających do poziomu, wypada ten wniosek, że gdyby ie ułożono innym jakim sposobem w naczyniu, wtedy środek ich ciężkości przypadłby zawsze wyżej, niż gdy są w równowadze. Można by to wywieść bezśrednio z teoryi sił równoległych. Jakoż daymy, że w jakimkolwiek miejscu powierzchni płynnéj, płaszczyzna z nią styczna przestawszy być poziomą w *abe*, fig. 6, bierze nagle położenie nachylone *cbd*. Wtedy środek ciężkości płynu zmieni swoje miejsce. Niech masę płynu wyraża M; położenie ię środka ciężkości, niech będzie w G, kiedy górna powierzchnia jest pozioma, zaś w G', kiedy płyn z wierzchu zakończony jest płaszczyzną *cbd*. Niech *i*, będzie środkiem ciężkości całego płynu *abc*, nad płaszczyzną *ae*; zaś *f*, środkiem ciężkości całego płynu *cbd*, pod płaszczyzną *ae*. — Będzie: Iód. $massa\ abc = massie\ cbd$; are. ponieważ G'g, iJ, fF, są prostopadłe do linii pozioméj JGgF, wziętęj za oś momentów, przeto będzie $M \times G'g = massie\ abc \times Ji$, zmniejszonéj mas.

(*) Wiele naturalnych źródeł i strumieni, winne są początek swój téj własności syfonów.—Turcy syfonami sprowadzają wodę do kanałów.

są $cbd \times fF$. Więc całkowitym momentem będzie masa abc , lub ięć równa bcd , mnożona przez $Ji - fF$. A zatem środek ciężkości G , podniesie się do G' , o ilość $= \text{massie } abc \times (i\bar{z} + f\bar{f})$ rozdzielony przez całkowitą masę płynu.

Przeto gdy woda zostaje w spoczynku, to jest gdy ięć wierzchnia warsta jest poziomą, środek ciężkości masy płynu leży iak nayniżey.

Moglibyśmy począć od tēy zasady ogólney, że gdy układ iakikolwiek cząstek poddany jest wyłącznie samēy sile ciężenia, środek iego ciężkości leży iak nayniżey, w stanie równowagi. Moglibyśmy także odwrotnie pokazać że warunek nayniższego położenia środka ciężkości wymaga koniecznie równowagi płynu, to jest, żeby iego powierzchnia górna była poziomą.

Obaczmy teraz ciśnienie, iakiego doznaje każda cząstka płynu od innych, tudzież parcie wszystkich iego cząstek na ściany naczynia nalanego płynem. Wyobraźmy sobie naprzód naczynie AB , fig. 7, nieskończenie wąskie, pionowe, zamykające iakby iedną tylko nitkę cząstek płynnych leżących na sobie. Każda z nich wytrzymuje oczewiście ciężar wszystkich wyższych leżących na niēy, a zatem ciśnienie iakiego doznaje, wyrównywa ciężarowi słupa płynnego nad tą cząstką będącego.

Uważaymy teraz naczynie iakiękolwiek wielkości i kształtu, napelnione płynem aż po MN , fig. 8. Jakimże ciśnieniom ulega cząstka B , płynu spoczywającego. — Ciśnienia te powinny być ze wszystkich stron równe, ina-

czēy cząstka B , ustąpiłaby w stronę mniejszego parcia, co jest przeciw założeniu.

Daymy, że cała masa płynu nagle skrzepla, oprócz pionowego słupa nieskończenie cienkiego BA . — Wtedy parcie na cząstkę B , wyrównywać będzie ciężarowi słupa AB , iak to się pokazało wyżej na nitce płynu. Aże ciśnienia tego w niczēm niezmienna przypuszczona skrzeplność pozostałēy części płynu, więc cząstka B , doznawać musi ze wszystkich stron parcia równego ciężarowi słupa BA .

Zamiast iednēy cząstki B , uważaymy nieskończoną liczbę cząstek B, B', B'' , leżących w tēy-że samēy głębokości; każda z nich znosić będzie iednakowy ciężar, których summa będzie ciężarem całego słupa pionowego, wyrażonym przez $B + B' + B'' + \dots$

Uważając cząstkę BB' , fig. 9, poziomēy ściany naczynia, wszystkie cząstki płynu do niēy przylegające znosić będą ciśnienie słupa pionowego $A'ABB'$, którego objętość $= \text{pow. } BB' \times \text{wys. } AB$. W naczyniu zatem wodą nalanēm, parcie na dno poziome wyrównywa ciężarowi pionowego słupa płynu, mającego toż dno za podstawę, a za wysokość, wysokość wody w naczyniu.

Weźmy teraz pod uwagę część BB' , fig. 10. ściany pochylłēy naczynia. Ciśnienie doznawane przez nią, wyrównywa ciężarowi płynu zamkniętego w kłocu walcowym $AA'BB'$. Jeżeli powierzchnia BB' , jest bardzo małą w porównaniu z wysokością BA , dosyć wziąć punkt b , pośród

BB', i rozmnożyć podstawę górną walca AA', przez średnią jego wysokość ab .

Aże $pow. AA' : pow. BB' = AA' : BB'$.

Więc całkowite ciśnienie wyraża się tak:

$$\text{wysokość } ab \times \text{powierzchnią } BB' \times \frac{AA'}{BB'}.$$

Wyrażenie to zachować należy w pamięci; służyć ono może w budowie wielu machin hydraulicznych, naczyń i t. p.

Prawa ciśnienia płynów, tu przywiedzione, mają ważne przystosowania. Mając *np.* zbudować stawidło AB, fig. 11, do zatrzymywania wody w pewnej wysokości, gdybyśmy chcieli oszczędzić materiału, niedalibyśmy iemu téj samej grubości i mocy u góry co u dołu, lecz powiększalibyśmy je stopniami od B aż do A, żeby wszędzie opierało się w jednakowym stosunku z parciem wody, które się coraz powiększa, idąc od B, ku A.

Przy budowie wodozbiórów, uważać trzeba żeby mury, ściany drewniane, i wszelkie cembrowania miały moc dostateczną parciu na nich płynu, i proporcjonalną głębokość jego w stanie zwyczajnym.

Weźmy teraz naczynie AEFD, kształtu butelki, fig. 12, i zadamy sobie wyrachować parcie płynu w nim zamkniętego na dno poziome EBCF. Wyobraźmy sobie walec pionowy ABCD. Ciśnienie płynu na jego podstawę BC, wyrównywa oczywiście iloczynowi téż podstawy przez wysokość AB. Lecz parcie na BC, jest

takież same iak na wszystkie punkta dna EF, zanurzone do takiéjże głębokości; gdyż inaczey płyn niebyłby w równowadze;— przeto cała podstawa EF znosi parcie równe powierzchni EF $\times$ wysokość AB, to jest parcie to wyrównywa ciężarowi wody objęty słupem pionowym GHFE, mającym EF za podstawę i AB za wysokość. Że zaś objętości walców GHFE, ADBC, dla równych wysokości, mają się do siebie iak ich podstawy: więc ciśnienia na BC, i EF, mają się iak $pow. BC : pow. EF$.

Stąd wypada dziwne to twierdzenie w hydrostatyce: że *płynem zamkniętym w naczyniu można sprawić na jego podstawę EF, ciśnienie daleko większe od ciężaru tegoż płynu.*

I tak na przykład, napelniwszy wodą małe naczynko $amEF$, *nd.* fig. 13, na podstawę jego EF, cisnąć będzie ciężar całej ilości wody iakąby objął wielki walec GEFH.

Stąd to pochodzi, że do dna MN beczki pełnej wody, przydawszy fig. 14, rurkę pionową bardzo wąską, ale dosyć długą $amnd$, którą szklanka wody napelnić może, parcie wywarte przez tę szklankę wody na dno EF, tak jest wielkie że wypycha toż dno lub rozsadza beczkę.

Gdybyśmy zamiast szklanki wody, położyli na dnie MN ciężar, równy wadze wody w szklance objęty, ciśnienie wszystkich części płynu niezmieniłoby się, a jednak parcie na dno EF, powiększyłoby się tyle razy, ile razy powierzchnia mn , mieści się w powierzchni EF.

Np. niech p , wyraża ciężar położony na mn , zaś q , ciężar słupa wodnego $mnBC$, będzie $p+q$ =parciu wywartemu na BC .—Zatém parcie na całą podstawę EF , wyrazi się przez.....

$$(p+q) \times \frac{EF}{mn}.$$

Daymy, że $p+q$ równa się tylko kilogramowi, że EF jest średnicą koła mającego jeden metr za promień, mn zaś jest średnicą koła, którego promień równy centymetrowi. Będzie:

$$\text{pow. } EF : \text{pow. } mn = 100 \times 100 \text{ czyli } 10,000 : 1.$$

Przeto parcie na EF wyrówna 10,000 kilogramom, to jest prawie ciężarowi 150 ludzi. W tém przeto doświadczeniu siła użyta do bezśredniego parcia, działa z mocą 10,000 razy większą. Na téj zasadzie (*) polega budowa prassy hydraulicznej, alho dokładniéj mówiąc hydrostatycznej.

Paschal pierwszy zbudował tę prassę i pokazał iéy korzyść, przydając do górnego otworu stojący beczki pionową rurkę bardzo długą i bardzo wąską. Napelniwszy beczkę i rurkę wodą, ciśnienie wody zawartéj w rurce, sprawia taki sam skutek, iak gdyby taż beczka nalana wodą, dochodziła aż do górnéj podstawy walca. A tak przydanie dwóch lub trzech

(*) Pierwszy dowód tej zasady winniśmy sławnemu Stevin, matematykowi xięcia Nassauskiego, wynalazcy dziesiętnych ułomków.

kilogramów wody objęty w rurce, dostateczne jest do rozsądzenia beczki przez niezmiernie powiększenie parcia. Teraz wylémy wodę z rurki i zastąpmy ją równym iéy ciężarem w kształcie tłoka. Oczywiście, iż parcia zostaną wszędzie też same. A jeżeli ciężar tłoka pomnożymy ieszcze przez wysilenie działające na ramieniu drąga, przydaném do iego trzona, parcie o tyleż się pomnoży. Tym sposobem można bardzo małą siłą wywierać, na dno beczki, parcia wyrównywaiące ogromnym ciężarom.

Gruntuiąc się na téj teoryi, biegły mechanik Bramah, poczynił szczęśliwe iéy zastosowania do sztuk, zbudowawszy naprzód prassę hydrauliczną do kopiowania listów; a potém zastosowawszy ją do ważniejszych działań mechanicznych.

Dzisiaj używają się podobne prassy do wytłaczania olejów, do ściskania wyrobów tkackich i papiernych, do ugniatania i zmniejszania objętości wszelkich pak i ładunków przeznaczonych na okręty, do uciskania liścia tytoniowego i siana, które Anglicy zbierają tym sposobem w massy prawie stałe, zabezpieczone od zepsucia, i t. p. Nakoniec Bramah zastosował swoje prassy hydrauliczne przy wyrabianiu strzelniczego prochu i lawet działowych.

Prassy hydrauliczne mimo niezmiernych ciśnień, iakie wywierają, niepotrzebują jednak budynków nadzwyczajnéj mocy; można je mieścić na małych wozach i przenosić podług

potrzeby. I to jeszcze stanowi niemalą ich korzyść, że mogą wywierać działania swoje w iak największy odległości od siły poruszających, za pomocą rurek współkuiących.

Opiszemy iedną taką prassę. Fig. 15, wystawia przecięcie pionowe poprzek prassy.— Fig. 16, iest przecięciem pionowym podłużnym.— *aaaa*, wiązanie prassy umocowane śrubami z kutego żelaza, opatrzonemi w muterki.— *b*, walec roboczy stojący na dnie z lanego żelaza.— *c*, tłok odbywający ruchy pionowe w górę i na dół, i sprawujący działanie prassy.— *dd*, tablica z lanego żelaza na której kładą się przedmioty do ściskania.— *e*, rowek w walcu roboczym, przyimujący podwóyną skórę *x, x, x*, napiętą obręczem kru-szeowym, przez co tłok szczelnie przystaie do walca.— *f*, galka przedziurawiona nad walcem, przez którą przechodzi tłok.— Taż galka utrzymuie podwóyną skórę z obręczem ią naciągającym. W galce iest wydrążenie kolowe zapełnione napoioną w oliwie gąbką, z której ciecz ta spływa do walca. Gąbka ta niedopuszcza kurzawy, piasku, lub innych istot mogących uszkodzić powierzchnię tłoku.— *g*, rurka łącząca walec roboczy z rurą pompy wodney. Koniec *g'*, tęg rurki, wśrubowany iest w otwór stożkowy u spodu walca roboczego; drugi zaś koniec *g''* łączy się z pompą.— *h*, iest wolna klapka kształtu goździa z okrągłą i płaską głową, otwierająca i zamykająca komunikacyą między pompą i walcem roboczym. Nad tą klapką iest mała śruba regulująca ię podnoszenie się; odkręciwszy tę śrubkę można wyiąć klapkę w potrzebie.— *i*, wodozbiór pelen wody.— *k*, zatyczka, zatykająca otwór wodozbioru; odjąwszy ią, można wodę wyciągnąć syfonem lub małą rurką.— *l*, klapka w galce przyśrubowaney na dnie pompy; podnoszenie ię reguluie się małą śrubką poprzeczną.— *n*, tłok pompy zaokrąglony u dołu w kształt walca.— W trzonie tego tłoka, pośrodku, iest podłużne wycięcie *n'n''*, przez które przechodzi drąg *p*, iednym końcem stale przybity, a na drugim mający korbę, do której się przykłada

siła ręczna. Górny koniec *n''*, tłokowego trzonu, iest walcem żelaznym wchodzącym w próżny, tęgże samę średnicy, umocowany do zewnętrznego wiązania prassy. Podnoszenie i spadanie tłoka reguluie się przez wystającą podstawę walca pełnego, u dołu, a przez galkę na tymże walcu, u góry.— *o*, galka przedziurawiona włożona na tłok pompy, która, przyśrubowując się, przyciska worek skórzany i obręcz żelazny w nim zaszyty do wybrzeża rury: tym sposobem przystawanie tłoka do rury staie się wszędzie szczelnym.— *p*, drąg poruszający, albo rękoieść pompy.— *q*, przepust do wypuszczania wody. Na iednym iego końcu iest rękoieść *r*, drugi zaś koniec gwintowany wśrubowuie się w rurę pompy. Jeżeli ta śruba niedoysze zupełnie, zostawia wolny otwór między walcem roboczym i pompą; lecz gdy iest całkiem wśrubowana, zamyka szczelnie to przeyscie.

Łatwo teraz będzie poiąć działanie prassy. Daymy, że walec roboczy, rura pompy i rurka ię łącząca, napelnione są wodą, która także wypelnia i wodozbiór. Podniosłszy tłok pompy, woda z wodozbioru weydzie przez klapkę *l*, do rury. Zniżając tłok, klapka *l* zamyka się, woda zaś podnosi klapkę *h*, i wchodząc przez rurkę *g*, do walca roboczego, podnosi w nim tłok, wraz z ciężarem na nim spoczywającym, proporcjonalnie do ilości weszlę tam wody. Gdy znouu tłok pompy podniesiemy, klapka *h*, zamknie się niedozwalając powrotu wodzie weszlę do walca roboczego. Tym sposobem tłok roboczy opadać niemoże aż do nowego przyplywu wody z pompy. Podobne działanie ciągle się powtarza. (*)

(*) Prassę utrzymywac należy iak nacyzyscię, wodozbiór napelniać czystą wodą, i tłok napuszczac naylepszą oliwą.

Po ukończoném działaniu prassy na przedmioty iéy poddane, otwiera się przepust, woda uchodzi do wodozbioru, a tłok cisnący opada własnym ciężarem.

W téy prassie ponieważ oba słupy wodne komunikują z sobą przez rurkę, przeto wszelkie ciśnienie wywarte na ieden z nich, udziela się drugiemu, w stosunku powierzchni cisnący; parcie więc mechaniczne wywierane na tłok pompy, udziela się przez wodę tłokowi roboczemu w stosunku powierzchni obu tłoków (*). Takie jest pomnożenie sił, które Brahma nazwał siłą hydrostatyczną prassy.

Dla prostéj budowy swoiéj, prassa ta rzadko podlega uszkodzeniu. Ale gdy obce jakie ciało przylgnie do którég z kłapek, działanie iéy póty jest bezskuteczne póki toż ciało nieodeymie się. Można zawsze obeyrzyć kłapkę *h*, odkręcając śrubę ją przykrywającą; podobnież opatruie się kłapka przepustowa *q*. Lecz dla obeyrzenia klapki *l*, całą pompę rozbierać trzeba.

(*) Weźmy np. średnicę tłoka roboczego = 3 centymetrom, średnicę tłoka pompy = 9 cent; mniejsze ramie drąga = 10 cent. większe zaś ramie = 60 centymetrom. Powierzchnie obu tłoków mają się iak kwadraty z ich średnic, co daie stosunek $(\frac{3}{9})^2 = (\frac{1}{3})^2 = (\frac{1}{9})$. Stosunek ten wyraża siłę hydrauliczną prassy. — Mechaniczna zaś siła drąga jest $\frac{1}{9} \cdot 60 = \frac{1}{3}$. Przeto stosunek złożony siły do oporu w prassie, oznaczy się przez $\frac{1}{9 \times 60} = \frac{1}{54}$. Jeżeli więc założymy że tłok pompy porusza siła równa stu kilogramom, ciśnienie, na przedmioty poddane działaniu prassy, wyrówna 54 razy wziętym stu kilogramom, to jest 5400 kilogramom.

W niektórych prassach hydraulicznych tłok roboczy działa na tablicę cisnącą z góry na dół, w innych znowu rama otaczająca tłok podnosi się z nim razem i przyspiesza zbliżenie dwóch części cisnących. Ciekawe o tém szczegóły znajdują się w dziele: *Wykład zupełny mechaniki stosowanej do sztuk*, przez P. Borgnis, w rozdziale szóstym, o *machinach używanych po rozmaitych warsztatach*, str. 100 i 227.

Przywiedziemy tu ważniejsze zastosowania prassy hydraulicznéj.

Prassy hydrauliczne do pakowania. Zwiedzając piękny arsenał w Woolwich nad Tamizą, widziałem taką prassę ustawioną na podłodze, albo raczéj pod podłogą pierwszego piętra. Używano iéy do ściskania w iak najmniejszą objętość wszelkich pak, tłumoków, odzieży, sukna, uprzęży, i t.p. które się rozsyłają z głównego arsenału do parków i składów szczególnych, albo też do woyska.

Wielką i małą pompę (*) poruszają drągi siłą ręczną; woda pompowana wchodzi szczupłym kanałem na dno grubego walca żelaznego, który przybity jest pod podłogą żelaznemi antabami. Tłok cisnący umieszczony w tym walcu unosi na sobie tablicę metalową, która z wierzchu ma dość głębokie ramowanie, gdzie się znaj-

(*) Mała pompa służy do ściskania paczek, zbyt wielkiego ściśnienia wymagających.

duią małe beleczki drewniane naciskające z pewną sprężystością.

W drewnianém wiązaniu zewnętrzném, iest belka pozioma, między którą i między tablicą metalową, odbywa się ciśnienie; tablica po opadnięciu zamyka szczelnie kwadratowy otwór w podłodze, któręj zdaie się być częścią.

Prassa hydrauliczna użyta przy ciosaniu i heblowaniu drzewa. Widziałem ją przy maszynie ociosującej drzewo (plannig machine). Opisałem zaś ją szczegółowo w moich *podróżach po W. Brytanii*; mówiąc o *sile zbrojnej*.

Przy budowie téj maszyny niemało pokonano trudności nim zadosyć uczyniono wielu istotnym warunkom; to wszystko powiodło się iak nayszczęśliwiej P. Bramah.

Poziome koło żelazne o trzech metrach średnicy osadzone mocno na osi, podzielone iest na 32 części równych. Na każdym podziale znajduje się wręb obeymujący trzon iednego ostrza żelaznego, które wszystkie zakrzywione są w półwalce kołowe, tak że ich osi nachylają się do poziomemu pod kątem 30^{tu} stopni. Są to iakby dłuta pochyłe bardzo mocne.

Po obu stronach koła roboczego, stawia się długie wozy, na których leżą poziomo sztuki drzewa do heblowania wzięte, każda z nich przymocowuie się śrubą naciskającą do wozu.

Dłuta niesą tak osadzone, żeby wszystkie robiły w drzewie rowki iednakowéj głębokości. Wystawić ie sobie należy iakby zebrane

w gromady po 5 lub 6 razem, tak, że pierwsze dluto każdéj gromady, naydalsze od osi obrotu, wyrzyna naymielszy rowek; drugie bliższe cokolwiek téyże osi, wyrzyna iuż rowek głębszy; trzecie ieszcze głębszy, i tak następnie. Przez takie urządzenie dlutek można w potrzebie zdjąć naraz do dwóch centymetrów drzewa ze sztuki ociosywanéj. Po skończonym obrocie 32 dlutek, 32 rowki wyrzniete na drzewie, zaymują szerokość równą drodze ubieżonéj przez wóz, w czasie obrotu koła. Jeżeli więc ruch koła iest bardzo szybki, a wozu bardzo powolny, te 32 rowki będą ściśnione w bardzo małej przestrzeni, i na pozor ukażą powierzchnią prawie płaską. Żeby ją wygładzić ostatecznie, przytwierdzony hébel na obwodzie koła roboczego, znosi od razu sterzące przedziały między rowkami przez dłuta pozastawiane. Wszystko to na oko widzieć się daie; każde krzywe dlutko przechodząc po drzewie, odrzuca działaniem siły odśrodkowéj pył cząstek drzewnych i drobniejszych trzasek; rowki na drzewie coraz się pomnażają; potém nadechodzi hébel który ie w mgnieniu oka zagladza i zostawia po sobie iak naygładszą powierzchnią.

Gdyby ruch koła roboczego niebył regularny, héble zarzynałyby czasem głębiej niż ostrza, i raz doznawałyby niezmiernego oporu, drugi raz przechodząc po wierzchu rowków, nieciosywałyby wcale chropawości. A tak na drzewie

wyszlém z pod koła roboczego, znajdowałyby się jeszcze niegładkości, któreby należało znośić zwyczajnymi sposobami.

Czopy [wału koła roboczego obracają się w dwóch walcach stałych, z których jeden osadzony w gruncie, drugi zaś pod podłogą budowli. Wał ten wystaje nieco nad górną panew swoją, gdzie przydany do niego jest drąg, mający z jednego końca podporę, na drugim zaś jego końcu wisi ciężar sprawujący potrzebne uciśkanie tegoż wału. Tym sposobem ostrza obciążone są dostatecznym ciężarem na pokonywanie oporu drzewa, po którym się posuwają. Aże głębokość rowków zależy od równowagi między statecznym naciskiem ostrzów, a zmieniającym się oporem nieokrzęsanej powierzchni drzewa, przeto głębokość tę można robić mniejszą w pierwszym przechodzie ostrzów, które wtedy zdeymują części zbyt twarde i zbyt sterczące, przez co zapobiega się łamaniu i szzezerbieniu ostrzów.

Nieraz wypada hębłować sztuki różnej grubości, lubo wysokość wozu i pomost na którym on się toczy, wcale zmienić się niemogą; musi przeto osada ostrzów zbliżać się lub oddalać od wozu, stosownie do grubości hębłowanej sztuki. Dzieje się to następującem użyciem prassy hydraulicznej.

Koniec osi koła zbroynego w ostrza, obraca się w panewce stożkowej, wyrobionej w głowie tłoku, który wchodzi w walce prassy.

Przybierając wody do tego walca, podnosi się koło z ostrzami; opada zaś upuszczając wodę z walca. Skazówka posuwająca się na przydany podziałce tuż przy kole oznacza grubości, sztuki drzewa, wypaść mające z rozmaitych podniesień koła roboczego. A przeto otwierając lub zamykając podług potrzeby przepust, którym wchodzi lub wychodzi woda z prassy, można koło postawić w położeniu jakiego wymagać będzie robota.

Oba wozy przechodzą pod kołem w strony przeciwne, i jeżeli razem są czynne, sztuki na nich leżące powinny mieć jednakową grubość, chyba że cieńsza leżeć będzie na podkładkach. Zwykle jednak obrabiają się razem sztuki należące do lawet tegoż samego kalibru.

Nietylko wysokość roboczego koła, lecz i ruch postępowy i wsteczny wozów, odbywa się działaniem podobnyż prassy. Łańcuch bez końca przechodzi po dwóch pomostach, po których toczą się wozy, i zaczyna każdy z nich o hak umyślnie na to wbity. Tenże łańcuch zakłada się na wielkie koło poziome, na którego osi znajduje się kółko dwa lub trzy razy mniejsze i zębate.

Tłok walca roboczego prassy opatrzony jest w prostą sztabę zębatą, umieszczoną na płaszczyźnie pionowej, i zaczepiającą o małe kółko zębate. Wprowadzona woda do walca roboczego, podnosi tłok, sztaba zębata obraca koło mające na sobie łańcuch bez końca, i

oba wozy postępują jednakowym ruchem, jeden oddalając się, drugi zbliżając się do prassy.

Celemu zaś układowi, pierwotnego ruchu udziela machina parowa o sile sześciu koni.

Machina którąśmy opisali jest prosta i łatwa do utrzymania. Za pomocą małego klinka lub śrubki, można wyjąć i włożyć każde z osobna dłutko do odmiany lub zaostrenia. Nie masz iak dwa tylko zazębienia niezbyt cisnące. Ztém wszystkiém trzeba z początku ręką poruszyć koło robocze z dłutami, nim jego tryb zazębi się z wielkiém kołem poziomém; gdyż koło robocze dla wielkiej bezwładności swojej, gdyby miało nagle odebrać gwałtowny ruch od machiny parowej, wywarłoby w pierwszój chwili niezmiernie ciśnienie na zęby, któreby ie mogło prędko połamać. Dlatego to koło robocze porusza się naprzód zwolna rękami, żeby w chwili zazębienia prędkość jego niebardzo wielka była.

Machina ta bezwątpienia jest kosztowna przy pierwszém nabyciu; lecz zważywszy łatwe iey utrzymanie i nadzwyczajną szybkość w odbywaniu dotąd długich bardzo robot, pokazuje się z użycia iey rzetelna oszczędność. W potrzebie nagłej, narzędzie to może iak naydoskonalej ociosać i wygładzić, w iednej lub dwóch minutach, każdą sztukę łoża do naywiększego kalibru, biorąc tę sztukę nieokrzesaną i wyszlą wprost z pod piły.

Prassa hydrauliczna do wiercenia metali. Ar-

senal w Woolwich posiada małą taką prasę. Machina parowa obraca świder pionowy, działający na dół. Robotnik iedną ręką kładzie pod świder, sztukę metalu do przewiercenia, na tablicy uciskającej przez prasę hydrauliczną, drugą zaś ręką porusza drąg pompy wypychający wodę do prassy, i ruch ten tak urządza żeby sztuka metalu posuwała się w miarę postępu świdra wierzącego.

Prassa hydrauliczna zastosowana przy wyrobianiu prochu strzelniczego. Wiadomo, że mieszanina chemiczna, z której się robi proch strzelniczy, wymaga bardzo wielkiego ściśnienia, żeby proch był gęsty, twardy i mocny. Wynalazek przeto Bramaha mógł się nayprościej i naykorzystniej tu zastosować. Mechanizm téj prassy jest takiż sam iak na fig. 15 i 16. Ale pompa wypychająca, przy której pracują ludzie, przedzielona jest od walca roboczego i tablicy ściskającej masę prochową, grubym murem dla zabezpieczenia ludzi od przypadku gdyby proch uciskany zapalił się. Kanał prowadzący wodę z pompy do walca przechodzi po pod murem, który jest płaski, a któremu radziłbym dawać figurę walca mającego z pompą też samą oś.

Massa prochowa która ma się ścisnąć, wkłada się do skrzynki drewnianej, obitej wewnątrz ołowiem i okutej sztabami z mosiądzu: wieko iey może się zdejmować. Sciana pionowa z przodu skrzynki także się odcyfuje i za-

klada podług potrzeby; dwie sztaby mosiężne poprzeczne ją utrzymują. Skrzynka obeymuie do 150 *kilogramów* massy. Anglicy, naśladowując francuzów, niegniota całej massy prochu, lecz ją przedzielają na cienkie poziome warsty, arkuszami żółtęj blachy. Tym sposobem zbicie iest łatwieysze i zupełnieysze, a massa potem łatwiey i równiey rozdrabia się w ziarna. Skrzynka próżna stawi się na przyrządzoném rusztowaniu, dochodzącém wysokości tablicy ciskającej w nayniższém iey położeniu; na tém rusztowaniu są dwie koleie wypukłe, podobne do żelaznych kolei na drogach. Dno skrzynki ma także koleie wklęsłe, albo opatrzone iest w bloczki z obwodami wklęsłemi. Napelniona skrzynka massą prochową i przykryta wiekiem, wsuwa się na tablicę ciskającą; poczem rusztowanie się odeymuie. Pod belką poprzeczną prassy, przybita iest sztuka drzewa węższa cokolwiek i krótsza niż wieko skrzynki.

Skoro pompa działać zacznie, natychmiast tablica ze skrzynką się podnosi; wkrótce wieko ostatniéy zaczyna zapadać coraz głębiey i uciśkać massę prochową, ściskając ją do coraz mniejszey objętości.

NAUKA SIÓDMA.

Równowaga ciał pływających; ciężkości gatunkowe; — wylewanie się płynów.

Ciała stałe, położone na płynach, albo pływają na nich, częścią się tylko zanurzając; albo zatrzymują się wśród samych płynów, nie pograżając się głębiey ani spływając na wierzch; albo nakoniec opadają na dno. Zastanówmy się, skąd pochodzą te rozmaite stany równowagi.

Niech w naczyniu ABCD, fig. 1, Tabl. II. znajduie się płyn w spoczynku: gdyby część iakakolwiek *mnpq*, tego płynu, nagle skrzepla, niezmieniając swego ciężaru ani objętości, równowaga pozostałego płynu, wcale się nienaruszy; lecz, dla równego oddziaływania cząstek iego na wszystkie strony, pozostała część płynu ciskać będzie na część skrzeplą, z dołu do góry, siłą równą ciężarowi téż skrzepléy massy *mnpq*.

Włożmy teraz do naczynia zamiast części płynu skrzeplę $mnpq$, ciało stałe iednakowego kształtu i równego ciężaru z $mnpq$; i szukamy odpowiedniego warunku na równowagę jego w tém położeniu.

Niech G , oznacza środek ciężkości płynu wypartego przez ciało pływające $mnpq$; gdyby środek ciężkości ciała zastępującego część płynu $mnpq$, znajdował się także w G , ciśnienie pionowe płynu zewnętrznego równoważyłoby się, tak z ciężarem płynu $mnpq$, przed jego wyparciem, iako też z ciężarem ciała $mnpq$, płyn zastępującego.

Gdyby zaś środek ciężkości ciała stałego $mnpq$, niezostawał w punkcie G , lecz podnosił się lub zniżał pionowo nad albo pod punktem G ; parcie, z dołu do góry płynu zewnętrznego odbywałoby się zawsze natężę samę pionowę i w kierunku wprost przeciwnym ciężarowi ciała, a przeto byłaby zawsze równowaga.

Stąd wnosimy, że ciało zsiadłe pływające, jest w równowadze z płynem: 1^od. gdy ciężar ciała równa się ciężarowi płynu przez nie wypartego; 2^ore. gdy środki ciężkości, ciała i płynu przez nie wypartego, znajdują się na iednęży pionowę.

Daymy, iż ciężar ciała jest zupełnie równy ciężarowi płynu, iednakowę z niem objętości. Można ciało w tym płynie zanurzyć, albo tak, że punkt jego naywyższy znajdować się będzie na samę powierzchni płynu; albo też

pograżać ie do rozmaitych głębokości; — a ciało to, zostawione wolno w płynie spoczywającym, znajdować się zawsze będzie między dwiema warstami płynu w głębokości do iakię zanurzone zostało.

Lecz ieżeli ciało lżeysze iest od płynu równę z nim objętości, ciśnienie ostatniego popchnie ie z dołu do góry, siłą równą różnicy, między ciężarem płynu wypartego i ciężarem ciała stałego. Przeto ciało to wynurzać się będzie nad płyn, dopokąd część iego zanurzona niewyprze takię objętości płynu, któreby ciężar wyrównał ciężarowi całego ciała.

Niech nakoniec ciało stałe cięższe będzie od płynu równę z nim objętości. W tym razie pograżywszy nawet całkiem ciało w płynie, ciśnienie tegoż ciała, z góry na dół, mocą ciężkości, większe iest od ciśnienia płynu z dołu do góry; ciało przeto posłuszne sile przemagający, opadnie na dno płynu, mającego wszędzie iednakową gęstość.

Z tych zasad, liczne wypadają wnioski. Rzucając w płyn iaki, np. w wodę, ciała bardzo lekkie, siła rzutu może ie na kilka chwil pograżyć, lecz wkrótce potem ciśnienie wody przemaga i podnosi ie na wierzch. — Wtedy, taka tylko część ciała zostaje zanurzona, której objętość, wypełniona wodą, ważyłaby tyleż co samo ciało.

Ciała, których ciężar, albo zupełnie, albo prawie wyrównywa ciężarowi wody, pod róż-

wną z niemi objętością, zanurzają się pod powierzchnią wody; iak niektóre drzewa nieco lekkie, żeby się cząstkowo wynurzyć, ani dość ciężkie, żeby opaść na dno mogły.— Nakoniec, ciała znacznie cięższe od wody opadają same na dno, *np.* kule żelazne i ołowiane.

Ciało zatem statecznego ciężaru, lecz mogące powiększać lub zmniejszać swą objętość, mogłoby zostawać pod wodą, wznosić się nad ię powierzchnią, lub opadać na dno, przyjmując stosowną objętość taką, żeby ilość płynu przez nie wypartego, ważyła albo tyleż, albo mniej, albo więcej od samego ciała.

Taką władzą obdarzone są ryby. Mogą one żyć w wodzie w różnych głębokościach, i z łatwością przenosić się do nich. Znajdujący się bowiem wewnątrz nich magazyn powietrzny, pęcherzem zwany, opasany błoną sprężystą, przez rozszerzanie się lub ściskanie swoje powiększa lub zmniejsza objętość samyż ryby. I tak, ryba, chcąc się podnieść na wierzch, zwalnia muszkuły, ściągające pęcherz powietrzny, który się nadyma i powiększa ię objętość, niezwiększając ciężaru; wtedy parcie otaczającego płynu, podnosi rybę ku powierzchni wody.— Przeciwnie ryba chcąc się zanurzyć na dno, ściąga swe muszkuły, ściskające pęcherz, przez co zmniejsza swą objętość i własnym ciężarem na dół się pogrąża; wreszcie jeżeli przyjdzie do pewnej głębokości, przyzwyczajony swemu bezpieczeństwu lub odbywaniu funkcji zwier-

zęcych, nadyma tylko swój pęcherz, aby ię ciężar zupełnie wyrównał ciężarowi wody wypartę; a wtedy zostaje w spoczynku.

Zadajmy sobie zbudować okręt, niemogący zatonać, to jest taki, iżby po napełnieniu wodą całego wnętrza iego, okręt ten mógł pływać po wodzie.— Dałoby się to wykonać budując okręt z bardzo lekkich materiałów, iakimi są niektóre gatunki drzewa białego, a szczególniej korkowe; tak, żeby woda zajmująca przestrzeń zapełnioną przez użyte materiały, większą miała ciężar od samego okrętu. Wtedy daremnie napełnialibyśmy wodą wnętrze okrętu dla zatopienia go; iak bowiem woda ta niewieleżby ważyła od wody wypchniętej, tak zawsze też sama byłaby różnica między ciężarem materiałów lekkich, składających okręt, a ciężarem równyż objętości wody.— Okręt więc unosiłby się zawsze na wodzie i rzeczywiście byłby niezatopny. Na tej zasadzie budują się statki ocalające, do ratowania ludzi z okrętów rozbiłających się blisko portów.— Niestety, statki te niemogą przenosić wielu naraz ludzi, tudzież broni, towarów małej objętości lecz wielkiego ciężaru; trzeba więc innych środków pomocy przy rozbiciu okrętów.

Najpiękniejsze zastosowanie tej własności płynów że mogą unosić na sobie ciała stałe, geniusz człowieka zrobił w budowie statków i okrętów używanych na rzekach, jeziorach i morzach, do przenoszenia ludzi i płodów przemysłowych

w naydalsze krainy, w czasie bardzo krótkim i z pomocą małej liczby rąk.

Okrety, są to bryły wydrążone, których cały ciężar waży mniej niż objętość wody równa bryłowatości materiału na okręt użytego. — Okręt więc spuszczone na wodę unosić się na niej musi.

Nazywamy *łodzią* (*carène*) spodnią część okrętu zanurzoną pod poziomą powierzchnią wody, którą zowiemy *poziomem* lub *płaszczyzną pływania* (*plan de flottaison*); — zowiemy zaś *linią pływania*, obwód oznaczony na zewnętrznej powierzchni okrętu przez płaszczyznę pływania, czyli przez poziom wody.

Podług wyłożonych zasad o równowadze ciał pływających, okręt unoszący się na wodzie, może być w równowadze przy następujących tylko warunkach:

1.ód. Łódź, której objętość jest razem objętością wody wypartą przez okręt, powinna być taka, żeby ciężar téż objętości wody wyrównywał zupełnie całemu ciężarowi okrętu.

2.re. Środek ciężkości łodzi, uważając ją całkowicie zalaną przez wodę, i środek ciężkości okrętu, leżyć powinny na téż samej linii pionowej.

Niedosyć, ażeby okręt mający żeglować, postawiony w szczególnym iakiem położeniu, na wodzie zupełnie spokojnym, zostawał w równowadze; tysiące przyczyn ubocznych, stan ten co chwila zmieniać będą. — Ludzie *np.* okrętowi

kierujący jego biegiem w podróży, przechodzą często od jednego boku do drugiego i od rufy do sztaby; każdy zaś taki ruch niszczy stan pierwotny równowagi. Naymniejszy wiatr wzruszający poziom płynu, lub uderzający o część okrętu wystającą nad powierzchnią wody, zawsze psuć będzie równowagę.

Okręt więc nietylko w pewnym położeniu zostawać ma w równowadze na wodzie, ale nadto po zmianie onego powinien jeszcze znajdować się w równowadze, a przynajmniej usiłować powinien odzyskiwać i wracać do położenia pierwotnego.

Niech fig. 2, wyraża okręt w pierwotnym położeniu równowagi, spoczywający na płynie MN. — Niech C, będzie środkiem ciężkości łodzi MON, a G środkiem ciężkości okrętu. — Oba te środki leżyć powinny na téż samej pionowej CG, żeby okręt na płynie był w równowadze. — Daymy, że okręt się nieco pochyła, i niech linia AD', fig. 3, wyraża nową linią pływania, zamiast pierwotnej AD. — Oczywiście, objętość łodzi wtedy powiększy się o DBD', ze strony CGB, a zmniejszy się o A'BA, z drugiej strony téż linii prostej: przeto środek ciężkości łodzi przez taką zmianę posunie się w stronę BDD', do pewnego punktu, *np.* C'.

Poprowadźmy pionową C'M do M, gdzie spotyka linią prostą CGB. — Punkt ten M, zowią *zaśrodkiem okrętu* (*metacentre du vaisseau*.)

Jeżeli G, środek ciężkości okrętu, znajdzie się

w punkcie M, będzie jeszcze równowaga, i okręt, w nowém tém położeniu, również będzie spoczywać iak i w pierwotném.

Lecz jeżeli G, środek ciężkości okrętu, jest nad punktem M, wtedy są dwie siły, iedna równa ciężarowi okrętu, działająca w G, z góry na dół; druga równa temuż ciężarowi, lub ciężarowi wody wypchniętý, działająca z dołu do góry. — Więc obie te siły działają razem na przechylenie ciała pływającego od prawý ku lewý stronie, jeżeli jest pochylone od lewý ku prawý, i na odwrot; to jest: że wtedy działania obu sił, wywierają się na sprowadzenie okrętu do położenia pierwotnego.

W tym zatem przypadku, równowaga jest stała, i można płynąć na okręcie bez obawy zatonięcia przez iakąkolwiek zmianę w pierwotném położeniu iego równowagi.

Lecz gdyby środek G, fig. 4, znajdował się nad punktem M, wtedy dwie siły, ciężkość okrętu i odpychanie płynu, usiłowałyby przechylać ciało w stronę nachylenia iuż przybranego. Przeto okręt, wyiawszy szczególne zapobieżenia o których tu mówić niemożemy, przechylałby się ciągle, aż nakoniec przewróciłby się. — W tym przypadku równowaga jest niestała.

Dopokąd teorya nienauczyła budowniczych okrętowych, iak nadawać okrętom dostateczną stałość, dosyć często postrzegać się dawał brak tego nieuchronnego dla nich przymiotu. — Inne znowu okręty usiłowały wracać do położenia

pierwotnego za najmniejszą zmianą, lecz skoro siła zmieniająca równowagę, przestąpiła pewną granicę, okręt pływający bezpiecznie w porcie, przechylał się i groził zgubą na otwartém morzu przy działaniu gwałtownych wiatrów, a wywracał się w czasie mocniejszy burzy i wraz z ludźmi tonął w głębi morskiéy. — Dzisiay umiejętność podała iuż pewne sposoby zapobiegające podobnym nieszczęściom.

Natłok przedmiotów niedozwala w tém miejscu przywozić obszerniejszego wykładu teoryi stałości okrętów; teorya ta, uważana w ogóle, należy do ieometryi wyższéy, stanowiąc wyłączną naukę dla officerów morskich i budowniczych okrętowych. — Rozlegleysze iéy rozwinięcie znajduie się w dziele autora: *Applications de géometrie, et de mécanique*, 1 vol. in-4to.

Po uwadze zmian objętości w ciałach pływających, zastanówmy się nad stałością i zmianą objętości samychże płynów, na których unoszą się ciała pływające.

Niektóre płyny, iak woda, wino, oleie, merkuriusz, pomimo naysilniejsze ich uciśnienia, niezmnieszaią widocznie swoiéy objętości, i dlatego nazywają się *nieściśliwe*. Jednakże płyny te, których objętości siła ludzka powiększyć ani zmniejszyć niezdola, ustępują sile działającej powszechnie na wszystkie ciała którą *ciepłikiem* zowiemy.

W miarę ogrzewania płynów, powiększa się ich objętość. Płyny różnorodne wystawio-

ne na działanie iednakowego ciepła, odmieniaią swoje objętości podług stosunków niemal statecznych.

Gdy *np.* słup wody powiększa lub zmniejsza swoją długość w stosunku 1:2, przez dwa różne ogrzania lub oziębienia; długość też iakiegokolwiek słupa merkuriusza, oliwy, alkoholu, i t. p. powiększy się lub zmniejszy, w obu tych razach, o ilości będące także do siebie w stosunku prawie iak 1:2.

Dosyć więc uważać zmiany objętości iednego iakiego płynu przez ciepło, żeby sądzić o zmianach objętości innych płynów, przez toż samo ciepło. Lecz ta iednostayność w zmianach objętości płynów do pewnych tylko rozciąga się granic, u których stanąwszy, płyny zmieniają swoją naturę przez ciepło, przechodząc do stanu lotnego.

Oziębiając płyny, do pewnego stopnia, zamieniamy je na ciała zsiadłe czyli stałe.—Tak, na dość mocném zimnie woda marznie i zamienia się w lód; w mniejszém zimnie krzepnie oliwa, lóy, воск, i t. d.

Alkohol i merkuriusz, trudniéy zamrozić niż oleie, i wodę czystą.—Každy przeto płyn ma właściwy sobie stopień marznienia, lecz zawsze stateczny, do którego doszedłszy, traci plynność i zamienia się potém w ciało stałe.

Jeżeli, zamiast ziębienia, ogrzewać będziemy płyny, podnosząc coraz bardziéy ich temperaturę, wkrótce nastąpi oddzielanie się ich czę-

stek w postaci pary lub gazu, i przemiana płynów w ciała lotne lub powietrzne.

I tak, gotując *np.* wodę, aż do iéy zawrzenia, powstaie para z nagłego wzrostu objętości cząstek wody, przechodzących ze stanu płynnego do powietrznego.—Wzrost objętości, w tym razie, iest tak wielki, iż woda obrócona w parę, zajmuie 1700 razy większą przestrzeń, niż gdy była w stanie płynnym.

Można podobnież inne płyny przeprowadzać do stanu pary lub gazu, w stosownym dla każdego stopniu ciepła.—Mnieyszego *np.* ciepła trzeba na ulotnienie eteru lub alkoholu niż wody; daleko zaś większego na ulotnienie merkuriusza.

Penieważ między dwoma stanami, marznieniem i parowaniem, objętości płynów ponoszą zmiany prawie proporcjonalne od ciepła, i ponieważ stopień ciepła, sprawuiący zamrożenie lub parowanie, dla każdego płynu iest stateczny, można przeto różnicę ciepła między marznieniem i parowaniem iakiegokolwiek płynu, *np.* wody, podzielić na pewną liczbę części równych, i iedną z nich wziąć za miarową iedność ciepła.

Zrobił to *Reomiur*, dzieląc na 80 stopni równych zmiany ciepła między marznieniem i parowaniem wody.

Przymiuiąc podział wygodnieyszy, lepiéy iest dzielić téż samą przestrzeń na 100 stopni, skąd powstaie podział stustopniowy.

Fizyka i sztuki przemysłowe winny postęp

swój wynalezieniu iedności miarowéy na ciepło. — Gdyby starożytni umieli byli mierzyć ciepło, zostawiliby nam szacowne znajomości o temperaturze globu i o wielu fenomenach natury. — Przykład ten okazuje naydowodniéy, iak ważném iest wynalezienie sposobów na dokładne mierzenie każdéy siły przyrodzonéy.

Wróćmy do równowagi płynów. — Częstki płynu, iednakowo ogrzanego w całej iego masie, pod tąż samą objętością, iednaki mają ciężar; — przeto płyn takowy ma iednakową gęstość.

Porównywiąc z sobą rozmaite ciała pod iednakową objętością, gęstości ich oczywiście proporcjonalne będą ich ciężarom.

Weźmyż teraz 1 kilogram wody, ogrzanéy na 5° ciepła; 1 na 10° ; 1 na 20° ; 1 na 30° ; 1 na 60° ; wszystkie te kilogramy wody iednakowy mają ciężar; lecz pierwszy ma objętość mnieyszą od drugiego, drugi od trzeciego, trzeci od czwartego, i t. d.

Zeby porównać ich gęstości, mierzy się objętość kilogramu wody, w tych rozmaitych stopniach ogrzania. — W temperaturze zniżonéy do stopnia, w którym woda staie się naygęstsza (*), objętość kilogramu wody, równa decymetrowi

(*) Woda przybiera naymnieyszą objętość nie w temperaturze zero, czyli topniejącego lodu, ale prawie w $3\frac{1}{2}$ stopniach nad zero.

sześciennemu, daie miarę, którą zowiemy *litrem*. — Zowiemy *wodą próbną*, wodę dystylowaną, przywiedzioną do naymnieyszéy swéy objętości.

Ważném iest znalezienie sposobów do porównywania gęstości wody, wziętéy za iedność, z gęstościami innych ciał.

Powiedzieliśmy, iż gęstości dwóch ciał pod iedną objętością, proporcjonalne są ich ciężarom; nazywamy *ciężkością gatunkową*, wagę ciał pod iednakową objętością.

Ciężar wody, przywiedzionéy do naymnieyszéy swéy objętości, wzięto za iedność ciężkości gatunkowych.

Gdy przeto mówimy, iż ciężkość gatunkowa pewnego kamienia lub metalu, wyraża się przez liczbę 2, 3, lub 4; znaczy to, iż decymetr sześcienny tegoż ciała, waży dwa, trzy, lub cztery razy tyle co decymetr sześcienny wody branéy za iedność ciężkości gatunkowych.

Równowaga ciał pływających, podaie nam nayprostszay i nayłatwieyszay sposób wyznaczania ciężkości gatunkowych.

Inaczéy, należałoby: 1^od. mierzyć z naywiększą dokładnością objętość V , tego ciała, którego szukamy gatunkowéy ciężkości; 2^{re}. dochodzić ciężaru P , tegoż ciała, w czczości. — Niech przeto będzie $V=n$ litrom, $P=m$ kilogramom, wtedy $\frac{m}{n}$, wyrazi ciężkość gatunkową ciała danego.

Lecz gdy ciała są bryłami nieforemnymi, trudno a często niepodobna wymierzyć iometrycznie ich objętość, a zatem i oznaczyć dokładnie ciężkość ich gatunkową.

Jeżeli ciało P, fig. 5, zanurzone w płynie ABC, przywiedzionym do najmniejszej swęj objętości, niepograża się na dno, ciężar jego wyrównywa ciężarowi wody przez nie wypartę. — Przeto ciężar jego ma się do swęj objętości, iak ciężar wody wypartę do objętości téż samęj wody. — W tym więc przypadku, ciężkość gatunkowa ciała i wody, iest taż sama i wyraża się przez liczbę 1.

Jeżeli ciało P, fig. 6, wolno puszczone w plyn, utrzymywać potrzeba siłą F, żeby nieposzło na dno; wtedy ciało to waży więcéj niż równa mu objętość wody wypartę, a iego ciężkość gatunkowa większa iest od 1.

Łatwo wyrachować tę gatunkową ciężkość:

Wyrażmy przez V, ilość litrów wody próbnęj wypchniętęj przez ciało P, to iest objętość tegoż ciała; zatem V, oznaczy także ciężar wody wypchniętęj w kilogramach.

Niech znowu F, wyraża siłę utrzymującą ciało P, żeby nieposzło na dno.

Ciało to straciło już przez parcie wody z dołu do góry, część swego ciężaru, równą ciężarowi wody wypartęj, to iest $= V$ kilogramom; przeto ciężar tegoż ciała zmniejszony o V, równy iest ieszcze F; a stąd, ciężar całkowity ciała, w czczo-

ści, równa się $V + F$ kilogramom. — Zatem ciężkość gatunkowa tego ciała równa się $\frac{V+F}{V}$.

Gdyby zamiast utrzymywania ciała P, z dołu do góry, siłą F, trzeba było naciskać ie siłą f, żeby niewyszło na powierzchnię wody, ciężar rzeczywisty ciała, w czczości, byłby $= V - f$ kilogramom; a iego ciężkość gatunkowa $\frac{V-f}{V}$.

Siła F, mierzy się narzędziem zwaném *szalą hydrostatyczną*, fig. 7.

Szala ta, podobnie iak zwyczajna, ma dwa ramiona, z dwoma małemi talerzykami, z których na iednym kładą się ciężary.

Pod każdym talerzykiem iest mały haczek, za który zaczepia się ieden koniec włosieni; drugi zaś przyczepia się do ciał, których ciężkości gatunkowęj szukamy.

Ramiona poziomego drąga szali, opierają się na dwóch podporach, połączonych z drągiem pionowym małego lewaru. — Obracając korbę lewaru na prawą lub lewą stronę, podnosi się lub zniża drąg, a oraz punkta zawieszenia szali. Tym przeto sposobem, można spuścić ciało p, w naczynie napelnione wodą przywiedzioną do najmniejszej swęj objętości, i widzieć, iaki ciężar położyć trzeba na talerzyk strony prawęj lub lewęj, dla zrównoważenia ciała p, zanurzonego w wodzie. — Ciało doświadczone lżeysze będzie od wypartęj przez nią wody, jeżeli dokładać trzeba ciężar F, na talerzyk pod którym iest przyczepione. —

Będzie zaś cięższém, jeżeli kłaść trzeba ciężar ze strony przeciwnéj.

Zważmy ciało p , w czczości, i wyrażmy wagę jego w kilogramach przez V ; wypadnie na ciężkość gatunkową ciała ważonego $\frac{V+F}{V}$ lub $\frac{V-F}{V}$, podług tego, na której stronie szali kłaść będziemy ciężar F .

Że zaś podobne doświadczenia wykonywać trzeba z wielką dokładnością, luk podzielony POQ i skazówka CO, daią poznać, czy szala znayduje się w równowadze, przed i po każdym ważeniu. Nakoniec, żeby ustawić można do poziomu cały układ, szala opiera się na końcach trzech śrub przywołujących, za pomocą których podwyższają się w potrzebie strony iéy niższe, dopokąd pion zawieszony na nici niepadnie na punkt oznaczony w środku podstawy.

Niektóre ciała, iak *np.* sole, rozpuszczają się w wodzie, skoro się z nią zetkną; inne znowu ciała wsiąkają w siebie wodę. — Wtedy siła F , równoważąca je w wodzie, powiększa się ciężarem wody polkniętęj, a zmniejsza się ciężarem cząstek w niéy rozpuszczonych.

W takim więc przypadku ważyć trzeba ciało w innym płynie, którego znamy ciężkość gatunkową, a który iak *np.* olej, alkohol, lub merkuryusz, niełączy się z ciałem ważoném.

Do mierzenia gatunkowéj ciężkości drobnych

ciał, używa się dowcipne narzędzie wynalazku Nikolsona.

Na fig. 8, A, iest walec blaszany; B, talerzyk utrzymywany przez pionowy pręt nad walcem; S, wiaderko wiszące na koszyku pod walcem A.

Żeby tém narzędziem wyznaczyć ciężkość gatunkową ciała C: *Iód.* kładziemy je na talerzyku B, przydając taki ciężar F , ażeby całe narzędzie zanurzyło się *w wodzie próbnéj* po znak T, na niem oznaczony,

Poprzednio wyznaczono iuż iakiego potrzeba ciężaru V , oprócz ciała C, żeby zanurzyć narzędzie po znak T.

Będzie przeto $V=P+F$, skąd $P=V-F$; gdzie P , znaczy ciężar ciała C.

2re. Wkłada się potem ciało C, do wiaderka S, nurzającego się w wodę, przydając taki ciężar na talerzyk, ażeby narzędzie znowu po-grążyło się po znak T.

Oznaczmy przez F' , cały ten nowy ciężar, a otrzymamy $V-F'$, na ciężar objętości wody wypartéj przez ciało C; przeto $\frac{V-F}{V-F'}$, wyrazi ciężkość gatunkową ciała C.

Obaczmy teraz, iak się wynayduje ciężkość gatunkowa płynów. — Weźmy sześcian metalowy, którego bok ma 1 decymetr, i przywiążmy go pod talerzem szali hydrostatycznéj. *Iód.* zanurzwszy sześcian *w wodę próbną*, straci on kilogram ze swego ciężaru; trzeba więc poło-

żyć kilogram na talerzu dźwigającym sześcian metalowy, żeby szalę hydrostatyczną przypro-
wadzić do równowagi, w iakięj zostawała przed
zanurzeniem. — 2re. Wyiąwszy sześcian z wody,
zanurzymy go w inny płyn, np. w oliwę lub
w alkohol. Płyny te lżejsze są od wody, wy-
parta zatem objętość każdego, lubo też sama,
mnięj wszakże ważyć będzie. — Niech Q , wy-
raża nowy ciężar, jaki dolożyć trzeba na przy-
wrócenie szali do równowagi. — Wypadnie taka
proporcya.

*Ciężar decymetru sześciennego wody próbnéj
do ciężaru decymetru sześciennego nowego pły-
nu = 1 kilogram : Q kilogramów.*

Przeto Q , wyrazi istotnie ciężkość gatunkową
nowego płynu.

Przypuśćmy, iż zamiast sześcianu metalo-
wego, wypychającego dokładnie litr wody, u-
żywa się sześcian wypychający $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ lub $\frac{1}{4}$ li-
tra; ciężar stracony przez taki sześcian *w wo-
dzie próbnéj* będzie $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ kilogramu, i ogół-
nie m kilogramów. — Jeżeli ciężar stracony
w nowym płynie wyrazi się przez Q kilogra-
mów; $\frac{Q}{m}$ wyrazi szukaną ciężkość gatunkową;
to iest, że trzeba podzielić ciężar stracony w ia-
kimkolwiek płynie przez ciężar stracony w wo-
dzie, żeby mieć ciężkość gatunkową tegoż płynu.

Niekiedy następującym sposobem wyznaczają
się ciężkości gatunkowe dwóch płynów. — Wle-
wa się naprzód pewna ilość merkuriuszu ACB,

fig. 9, w rurkę zakrzywioną. — Potém w iedno
iéy ramie AD, wlewa się iakikolwiek ciężar P ,
iednego z płynów, których ciężkości gatunkowéy
szukamy; a następnie w drugie ramie BE, nalewa
się ciężar Q , drugiego płynu, dopóki merkuriusz
w obu ramionach nieuloży się do poziomu.

Wtedy, oczywiście, ciśnienie ciężaru P , na
część merkuriuszu CA, wyrównywa ciśnieniu
ciężaru Q , na część CB; przeto $P=Q$. — Jeżeli
przeto rurka ma iednostayną szerokość, obję-
tości dwóch płynów, z których ieden zajmuie
przestrzeń od A do D, drugi zaś od B do E,
mają się do siebie iak wysokości AD:BE. —
Przeto ciężkości gatunkowe tych ciał mają się
do siebie, iak stosunki $\frac{P}{AD}$ i $\frac{P}{BE}$; to iest są
w stosunku odwrotnym wysokości AD i BE.

Sposób ten z wielu względów zawodnym iest
w praktyce; trudno bowiem ażeby oba ramiona
rurki miały wszędzie iednakową średnicę, a
nadto, większe lub mniejsze przyleganie pły-
nów do ścian rurki, zmniejsza działanie cię-
żkości płynów.

Daleko lepszy sposób i pospolicie używany
w sztukach, polega na użyciu narzędzia zwa-
nego *cieczomierzem* (areometr.)

Wyobraźmy sobie kulkę szklaną B, fig. 10,
próżną, pod nią zaś drugą mniejszą S, w czę-
ści wypelnioną ołowiem lub merkuriuszem; nad
niemi znayduie się rurka CA, z podziałami ró-
wnemi. — Daymy, że ten cieczomierz, w wodzie
próbnéj, zanurza się do punktu E; zanurzać

się on będzie mniéj w lżejszych, a głębiéj w płynach cięższych od wody. — Szczególne przeto znaki będą mogły wskazywać, dopóki cieczomierz zanurzać się ma w płynach pewnéj ciężkości gatunkowéj, np. w wódce lub wrociekach solnych, pewnego zagęszczenia i mocy. — Biorąc więc pod uwagę płyn dany, natychmiast można będzie postrzedz, czy iego ciężkość gatunkowa jest równa, większa lub mniejsza od potrzebnej lub właściwej mu ciężkości gatunkowéj. Znaomość ta niemaléj jest wagi w wielu sztukach.

Cieczomierz Farenheyta, fig. 11, dokładniejszy jest od dopiero co opisanego.

Różni się tém od poprzedzającego, że kulka iego większa jest podługowata, a rurka ramienna ma pręt bardzo cienki, na którym znajduje się talerzyk. — Waży się taki cieczomierz z największą dokładnością, i ciężar iego dla pamięci wyrzyna się na talerzyku. — Poczém włożywszy narzędzie do *wody próbnej*, talerzyk obciąża się małemi ciężarkami p , dopóki narzędzie niezanurzy się po znak A. — Wyimując się potem i wkładając w inny płyn, którego ciężkości gatunkowéj szukamy; tu znowu obciąża się talerzyk małemi ciężarkami q , póki narzędzie niezanurzy się do punktu A.

Nazwawszy P , ciężar cieczomierza w czczości, ciężar płynu wypartego w pierwszym zanurzeniu będzie $P+p$; ciężar zaś płynu wypartego w drugim zanurzeniu $P+q$. — A ponie-

waż objętości obu płynów wypartych są równe; więc $\frac{P+q}{P+p}$ wyrazi stosunek ich ciężkości, to jest ich ciężkość gatunkową.

Naturalista zapomocą ciężkości gatunkowych, rozróżnia ciała podobne kształtem lub kolorem, różnéj iednakże natury. — Jubiler podobnież tym sposobem przekonywa się o prawdziwości drogich kamieni.

Tą drogą chemia i medycyna, wykrywając oszukaństwa fałszerzów sprzedających płody chemiczne lub lekarstwa zmienione w swym składzie.

Wymienię tu celniejszy przykład użytku narzędzi mierzących dokładnie ciężkość gatunkową płynów.

Wódki w miarę słabszój lub tęższój mocy, zależącej od stopnia ich koncentracji, mają też i ciężkość gatunkową większą lub mniejszą. — Francuzi pierwsi zaczęli, przez wagę, mierzyc różne stopnie koncentracji płynów; stąd też wielką odnosili korzyść z wyrabiania wódek w stopniu stosownym do rozmaitej potrzeby spożywców.

Hiszpanie, posiadający wina spirytusowe zdane do dystyllacyi, chcieli ubiegać się z nimi w wyrabianiu wódek; lecz nieumiejąc mierzyc stopnia koncentracji przez cieczomierze, przedstawiali na spuszczeniu z pewnej wysokości kropli oliwy do swych wódek, i w miarę większego lub mniejszego zanurzania się téj kropli wnosili o większój lub mniejszój ich mocy.

Taki niedokładny sposób, zawsze wprowadzał ich w błąd; stąd też wódki ich niemiewały nigdy stosownej mocy w jednym gatunku, a przeto coraz mniej były pokupne i francuzom za niską cenę sprzedawane, którzy za pomocą cieczo-
mierzy, przywiódłszy je łatwo do przyzwoitego stopnia mocy, odprzedawali je również drogo, iak wódki własnego wyrobu.— Przed rewolucją, handel ten do krajów północnych, przynosił rocznie 4 milionów franków.

Dzisiay hiszpanie, umieją używać cieczo-
mierzów; a stąd też niecalkiem dla Francyi, ów ogromny zysk zostawiają.

Widzimy przeto, ile najprostsze narzędzia mechaniczne, wpływać mogą na handel i bogactwo narodów.

Po ciśnieniach i równowadze płynów, wypada mówić o wylewaniu się ich z naczyń przez otwory denne lub boczne.

Daymy naprzód, że otwór zrobiony iest w poziomém dnie naczynia.— Na część dna, zajmującą przedtém miejsce otworu, cisnął słup wody, którego podstawą był tenże otwór, wysokością zaś odległość otworu od górnej powierzchni płynu.— Taki sam przeto ciężar ciśnie na cząstki wody przy otworze dennym.— Następującym sposobem wynayduie się prędkość, iaką cząstkom płynu udziela to ciśnienie. Do otworu przydaymy rurkę zakrzywioną w górę, tyle przynajmniej wysoką iak poziom wierzchni płynu. Siła ciężkości wpędzi płyn do rurki; że

zaś siła ta ponawia się co chwila z iednakiem natężeniem, iest przeto siłą przyspieszającą stateczną.— Płyn przeto ciśniony będąc tą siłą z dołu do góry, podniesie się w rurce do równej wysokości z poziomem wierzchnim wody w naczyniu; wtedy nastąpi równowaga i płyn zostanie w spoczynku.— Prędkość zatém płynu, w chwili wznoszenia się z otworu dolnego do poziomu wierzchniego, iest właśnie taka, iakię nabył, spadając z poziomu wierzchniego do otworu, w chwili spadnienia. Ponieważ zaś prędkość ciała wolno spadającego w każdym punkcie, proporcjonalną iest pierwiastkowi kwadratowemu z wysokości spadku; będzie przeto prawidło ogólne: iż *prędkość wody wypływającej przez otwór, proporcjonalną iest pierwiastkowi kwadratowemu z wysokości słupa wody, stojącego nad tymże otworem.*

Budowa fontan czyli wodotrysków, polega na téyże saméy zasadzie, z której ostatnie wy-
ciągnęliśmy prawidło.— Rurka zakrzywiona wychodzi z pod wodozbioru wzniesionego, a woda z niéy wytryskująca, wznosiłaby się pionowo do takiéy wysokości, iaką ma wierzchni poziom płynu w wodozbiorze, gdyby nie opór powietrza. Przypatruiąc się fontanom, postrzegamy, że w nich prędkość wody znaczna przy wychodzie z otworu, zmniejsza się coraz bardziej w miarę wznoszenia się płynu, i wreszcie staie się żadną w naywyższym punkcie wytrysku, z którego potém spada biegiem przyspieszonym,

przybierając następnie też same stopnie prędkości, iakie miała przy wznoszeniu się, w odpowiednich wysokościach.

Wody wsiąkające w ziemię, usiłują zawsze podnosić się do poziomu wody tych wodozbiórów, z których wyszły: stąd pochodzą liczne fenomena natury, i to daie początek źródłom, zdrojom, i t. d.

Przy okolicznościach równych, ilość wody upłynioney przez otwór z naczynia w czasie danym, proporcjonalna jest prędkości płynu i powierzchni otworu. — Jednakże, dla tarcia cząstek płynu o brzegi otworu, które bywa tylko podwójne w otworze cztery razy większey powierzchni, a potrójne w otworze dziewięć razy większey powierzchni, i t. d.; opór tarcia znaczniejszy jest przy wypływie cieczy przez mniejsze otwory niż przez większe.

Jnna jeszcze przyczyna zmniejsza ilość wody wypływającej przez otwory, jest to *ściśnienie żyły płynącej*. Niesam tylko słup wody, prostopadły do powierzchni otworu, usiłuje wprost wypłynąć przez otwór, ale nadto wszystkie cząstki płynne otaczające otwór, cisną z boków na tenże słup, usiłując także przez tenże otwór wypłynąć. Stąd pochodzą parcia boczne, ściskające i zwężające żyłę płynącą przez otwór. — Ściśnienie to jest największe, gdy brzegi otworu są bardzo cienkie; zmniejsza się zaś przydaniem do otworu rurki i stopniowem iey przedłużaniem do pewney granicy; minąwszy

bowiem taką granicę, tarcie o ściany wewnętrzne rurki, zmniejsza prędkość płynu; a nareszcie całkiem ią niszczy, gdy rurka jest pozioma i nadto długa.

Do prowadzenia zatem wody bardzo długimi rurami, dawać im trzeba pewną pochyłość taką, ażeby ciężar wody niszczył w każdéj chwili tarcie iey o ściany rur.

Figura otworu niejest obojętną. Z pomiędzy otworów równey powierzchni, przez naynieforemniejszy z nich, w czasie danym, wypływa naymniéy wody. — Z figur o iednakowéy liczbie boków, przez figurę foremną wypływa naywięcéy wody; a z pomiędzy wszystkich wielokątów, użyć się mogących na otwory, przez otwór kołowy wypływa naywiększa ilość płynu. — Rury przeto kołowe, naymniejszy stawia opór biegowi płynów.

Prędkość wody wypływającej przez otwór z rurą lub bez rury, jest stateczna gdy w naczyniu iey dostarczającym, woda statecznie utrzymuje się w iednakiéy wysokości. — Lecz ieżeli wysokość płynu zmniejsza się w naczyniu, przy innych okolicznościach równych, *prędkość płynu*, iak to iuż widzieliśmy, a następnie *ilość wody wypływającej, w czasie danym, zmniejsza się iak pierwiastek kwadratowy z wysokości wody nad otworem*. Gdy przeto wysokość wody ubywa w stosunku 1:4, prędkość wody wypływającej zmniejsza się w stosunku 1:2. — Gdy wysokość słupa wody zmniejszy

szy się w stosunku 1:9, prędkość wody wypływającej, zmniejszy się w stosunku 1:3, i tak następnie.

Robiono liczne doświadczenia, żeby oznaczyć w głównych przypadkach straty sił, pochodzące z różnego kształtu otworów, z rurą lub bez rury, dla mass wody utrzymywanych w równy lub w nierówny wysokości. — Znaleść je można w dziele: *wykład hydrodynamiki* P. Bossut. — Znaiomość tych doświadczeń nieuchronna jest dla trafnego zarządzenia sprządzaniem wody i rozdzielaniem iey przez wodociągi, rury, strumienie i kanały w miastach, po wsiach, w rolnictwie i w przemyśle.

NAUKA ÓSMA.

Siła poruszająca wód naturalnych we Francji.

Staraymy się naprzód powziąć wyobrażenie o całkowitej sile poruszającej, jaką wody naturalne mogłyby dostarczyć przemysłowi francuzkiemu. Obaczmy potem, przez jakie sposoby mechanika może iak naykorzystniey władać tą siłą przyrodzenia.

Powierzchnia Francji zajmuie 52,000,000 hektarów, czyli 520 tysięcy milionów metrów kwadratowych. Każdego roku w miejscach z położenia do siebie podobnych, spada na ziemię w postaci deszczu ilość wody proporcjonalna powierzchni gruntu. Gdyby można z pewnością oznaczyć ilość wody spadłej na każdy metr kwadratowy, summa tych ilości dałaby masę deszczowych wód na całą Francją spadłych. Ale do tego trzebaby mieć nieskończoną prawie liczbę obserwacyi. Musimy więc przestać na niewielu tylko postrzeżeniach, odbywanych zwykłe następującym sposobem. W miejscu spo-

koyném stawi się naczynie z wierzchu szeroko otwarte, u spodu zaś lękowate, wchodzące do wodozbioru, który się zamyka iak najszczelniejszy kurkiem z przepustem niedozwalającym wodzie parować. Otwór naczynia jest powierzchnią dokładnie wymierzoną, która może być nawet metrem kwadratowym. Wtedy ilości wody, mierzone po każdym deszczu, dadzą w litrach całkowitą ilość deszczowych wód spadłych na powierzchnią iednego metra kwadratowego.

Z wielu podobnych obserwacji, czynionych przez fizyków, astronomowie *bióra długości*, w Paryżu, wniesli, że ilość wody rocznie spadającej na metr kwadratowy powierzchni, nieprzenosi siedmiu dziesiątych metra sześciennego. Rozmnożywszy więc powierzchnią Francii w metrach, przez $\frac{1}{10}$, wypadnie 364,000,000,000 metrów sześciennych, na ilość wody deszczowej corocznie spadającej we Francii.

Spadłe w deszczach wody, dzielą się na cztery części. Jedna część wsiąka i przenika w ziemię, i w głębi iey zbiera się w wielkie massy, z których pochodzą źródła, strumienie i rzeki; część ta wody jest stateczna i najkorzystniejsza dla przemysłu.

Druga część płynąc po ziemi, tworzy potoki, zasila strumienie, i jest przyczyną nagłych powodzi i gwałtownych wylewów. W niektórych przypadkach można ją uczynić mniej szkodliwą, a czasem użyteczną dla przemysłu.

Trzecią część przyswaiają i spożywają na korzyść swoją rośliny; przemysł ile możliwości powinien ją powiększać.

Czwarta nakoniec ulotnia się i rozprasza w postaci pary; przemysł usiłować powinien ją zmniejszać.

Trudno, że niepowiem niepodobna, wyznaczyć z dokładnością stosunki podług których odbywa się ten rozdział wód na cztery części. Z niektórych wszakże rachunków wnosić można, że trzecia całkowitej części wody deszczowej, spadłej we Francii, nieprzyswoiona od roślin ani rozproszona w parze, uchodzi do morza. Przypuśćmy więc, że tylko 120 tysięcy metrów sześciennych deszczowej wody, wlewa się z lądu naszego do morza. Żeby mieć wielkość siły poruszającej tych 120 tysięcy milionów metrów sześciennych, należałoby rozmnożyć każdy metr sześcienny wody, przez wysokość punktu, gdzie woda ta zaczyna tworzyć strumienie i rzeczki, z których przemysł może korzystać.

Gdyby całą Francją dokładnie zrównoważono podług poziomych linii krzywych dość blizkich sobie; wtedy dosyćby było rozmnożyć powierzchnie poziome gruntu, zajęte temi krzywymi, przez średnią wysokość między najwyższym i najniższym punktem każdej linii krzywej; a summa takich iloczynów rozdzielona przez całkowitą powierzchnię, dałaby średnią wysokość całego kraju. Wysokość ta rozmnożona przez spadłą masę deszczowych wód, wyrazi-

łaby wielkość siły ich poruszających; lecz od téj wysokości odjąwszy pierwéj należało pionową wysokość spadku, iaki przebiegaia cząstki wody, nim się zbiorą w strumienie korzystne dla przemysłu.

Naywyższa góra we Francii, wznosi się na 3,410 metrów nad powierzchnią oceanu. Przystąpilibyśmy zadaleko przyzwoitą granicę, biorąc połowę téj wysokości za średnią wysokość całego kraiu. Można znaleźć wartość bliższą prawdy, szukając iak wysoko leży punkt, od którego poczyna się kanał idący przez naywyższe góry w kraiu; takim iest kanał burgundzki, którego początek leży o 426,32 metrów nad powierzchnią oceanu. Weźmy przeto za średnią wysokość kraiu liczbę raczéj zamałą, niż zawielką, i daymy, że ta nieprzenosi 100 metrów; a zatem mniejsza iest od czwartéj części 426,32 metrów.

Stąd wypadnie, że poruszająca siła deszczowych wód, uchodzących do morza, wyrównywać będzie 12,000,000,000,000 metrów sześciennych, spadających z wysokości iednego metru. Jeżeli teraz chcemy wiedzieć, iakiéy sile ludzkiéy odpowiada siła ta poruszająca wód, przypuścimy, że człowiek mocno zbudowany, wynosi codzién 50 metrów sześciennych wody do iednego metru wysokości; przypuszczenie to zgadza się z doświadczeniami Kulomba nad siłą ludzką. Licząc 300 dni roboczych w roku, znajdziemy, że roczna praca silnego człowieka,

wzięta za iedność siły, wyrównywa 15,000 metrów sześciennych wody, na ieden metr podniesionym. Podzieliwszy zatem 12,000,000,000,000 metr. sześciennych, przez 15,000, iloraz stąd otrzymany 800,000,000 wskaże, że siła poruszająca deszczowych wód we Francii, wyrównywa sile 800,000,000 ludzi pracujących trzy sta dni w roku; albo inaczéy toż samo wyrażając, 800,000,000 tychże ludzi użytych do noszenia wody, przenieśli by w ciągu roku do źródeł szczipłą tylko ilość wody, iaką Franciia wlewa do morza.

Podalem ten krótki rys dla pokazania, iak nieprzebrane bogactwo Franciia posiada w naturalnym biegu wód na iéy powierzchni rozlanych. Zadziwi nas przeto zbyt mała ilość wód użytych do pomocy przemysłowi naszemu. W dziele ogłoszoném przez hrabiego *Chaptal* o przemyśle, widzimy, że we Francii znajduje się 76,000, młynów między któremi 10,000 wiatraków; zostaje więc tylko 66,000 młynów wodnych, których siłę zaraz tu wyrachuiemy.

Zboże melte w młynach, średnio biorąc, waży sześć miliardów (bilionów) kilogramów w ciągu roku. Wiadomo zaś, że siła potrzebna na zmelcie 1,000 kilogramów, wyrównywa dziennéy pracy 56ciu ludzi. Pomnożywszy więc 6 milionów, przez 56; całkowita siła użyta na mlewo zboża we Francii, wyrazi się przez 336,000,000 dni roboczych, które rozdzielone przez 300 dni pracy, potrzebować będą 1,120,000 robotników.

Przypuściwszy zaś, że wietrzne młyny odbywają pracę za 120,000 ludzi, pozostałe dla wodnych młynów praca za 1,000,000 ludzi. A zatem siła wodna korzystnie zużyta do młynów we Francji, jest tylko $\frac{1}{800}$ częścią rozrządzalnej siły wód wpadających do morza.

Możnaby jeszcze zapytać się, jaka jest siła machin hydraulicznych, działających w hamerniach, kuźnicach, tartakach, foluszach, i tym podobnych zakładach. Pokazałoby się, że siła działająca w tych machinach niewyrównywa sile poruszającej młyny zbożowe. Można zatem utrzymywać, że w obecnym stanie przemysłu francuzkiego, woda mniej więcej pożytecznie zużyta, niewynosi nawet $\frac{1}{200}$ części siły poruszającej deszczowych wód naszych.

Niebiorąc nawet nową wodę z masy powstałej z deszczów, możnaby przynajmniej potroić skuteczność wód dzisiaj działających, i doprowadzić ich siłę działającą w przemyśle do wyrównania pracy miliona silnych ludzi, pracujących przez 300 dni w roku.

Zważając przeto, jak wielkie siły poruszające dostarczyć mogą deszczowe wody w swoim biegu od najwyższych punktów kraju aż do morza, łatwo widzieć, ileby można potworzyć zakładów przemysłowych na różnych miejscach naszego lądu. Doskonałość ich, zamożność i pomyślność, zależałaby powiększyć części od umiejętnego korzystania z biegu wody i użycia jej za siłę poruszającą koła hydrauliczne, lub

innym jakim sposobem. Zaprowadzone w tym celu po niektórych miejscach szkoły praktyczne, stałyby się wielce pożyteczne dla kraju.

W szkołach tych mogliby cieśle, kowale, ślusarze, i t. p. dobrzy już rzemieślnicy, uczyć się budowania kół hydraulicznych, młynów rozmaitych, tudzież zasad ieometrii i mechaniki, z obszernymi i szczegółowemi zastosowaniami do swego przedmiotu.

Nim okażemy korzyści z ulepszenia machin hydraulicznych, zastanówmy się nad sposobami oszczędzania wody, które mogą niezmiernie powiększyć siłę jej poruszającą. Niebędziemy radzić zmniejszenia ilości wód służących na żywienie roślin. Owszem, rozumiemy, że zaprowadzony porządny sposób zalewania (irrigacji) posłużyłby do powiększenia tej ilości; najlepiej dałoby się to uskutecznić przy źródłach, z umienną oszczędnością, niedozwalającą wodzie wielkiego parowania. Obsadzone drzewami brzegi rzek i strumieni, zasłaniając je od wiatru i słońca, zmniejszają także parowanie. Zwierchność czuwa nad utrzymaniem drzew przy drogach, gdzie one częstokroć utrzymują wilgoć, psującą publiczne gościńce; powinnyby raczej zalecić sadzenie drzew na brzegach rzek i strumieni, dla ochrony tychże brzegów od podmywającej wody, i dla zmniejszenia jej parowania. Wodociągi, mianowicie zaś kanały skrapiające, obsadzałyby należało drzewami; woda bowiem w nich płynąca jest bogatym skar-

bem; lepiéy wszakże pokrywać ie sklepieniem.

Wodę *np.* płynącą z deszczów, korzystnie byłoby rozprowadzać na wszystkie strony małemi rowkami, niezbyt spadzistemi, żeby nienanosily z sobą piasku i mułu, iak to czynią gwałtowne potoki. Strumyki te posłużyłyby razem za kanały skrapiające; a wodę w nich płynącą zbieraćby można w pewnych miejscach do sadzawek, gdzie mogłaby sprawiać korzystne skutki mechaniczne.

Każda osada wieyska, wszystkie mieszkania odosobnione, powinnyby mieć do swego rozrządzenia ieden z takich strumyków, wystarczający do wielu domowych i rolniczych zatrudnień. W górach tyrolskich podobne strumyki kołyszą kolebki, zastępując miejsce piastunek; kłócą masło, obracają żarna, i toczydła do ostrzenia narzędzi, i t. p.

Podobne rozprowadzanie wód, nietylko przynosi w darze ubogim chatom wieśniaczym szacowną siłę poruszającą; ale razem przyzwyczaja mieszkańców wieyskich do szukania pomocy w siłach natury, pobudza ich do rozwagi, i częstokroć pierwszy zaród talentu w młodzieńcach rozwija. Zabawy mechaniczne są najmielszym zatrudnieniem dzieciniego wieku. Młodzież niepotrzebuie wzorów i modeli do podobnych zabaw. Kto z nas, którzyśmy spędzili młode lata na wsi, nierobił małych młynków z drewnianego kijeczka, wziętego na wał koła, i

z dwóch deszczulek, na krzyż, w połowie wału spoionych, żeby złożyć koło o czterech skrzydłach.

Na pobrzeżach morskich, dzieci lubią robić małe okręciki, stroić ie w maszty, reie, żagle, i puściwszy ie na wodę, patrzeć z upodobaniem iak płyną pędzone wiatrem.

Wielu znakomitych mistrzów, podobnym zabawom i probom w dziecięcych latach, winni odkrycie w sobie talentu. Takie próby pomnożą się w miarę iak dzieciom wieyskim pokazywać będziemy więcéy rozmaitych machin.

Strumienie mniéy więcéy obfite, mogą być użyte do wielu działań; należałoby ie czasem załamywać i zakrzywiać dla wstrzymania bystrości nurtu, lub wygłębiać i rozszerzać ich koryto, zaradzając przez to gwałtownym wylewom.

Jeżeli niemożna sprowadzić wody na iakie miejsce bez iéy podniesienia, naylepiéy posłuży do tego baran hydrauliczny, machina równie prosta iak dowcipna, która umie korzystać z naylichszego strumyka wody, żeby z czasem wydać wielkie skutki. Opiszemy ją niżej.

Co do wody wsiąkaiący w ziemię, na wielu miejscach można ją zrobić wytryskującą znowu na wierzch, dobywając studnie *artezjańskie*, przez zapuszczanie świdra w głąb ziemi; iak to się zaczyna iuż praktykować gdzieniegdzie. Liczne także rowki, rozprowadzone po bokach gór i wzgórzów, zlewałyby mogły, w łagodnych spadkach,

wodę w jedną masę, na takim miejscu, gdzie wysokość spadku dozwolilaby już budować pierwsze młyny i kuźnie. Odtąd zaś aż do morza należałoby bieg wód przedzielać dosyć wielkimi spadkami, żeby mogły sprawiać skutki potrzebne przemysłowi; lecz pochyłości tych spadków powinny się urządzać iak nuyłagodniejsze dla zachowania, ile możności, wodney siły.—Takie są sposoby oszczędzania wód, przejdźmy teraz do mierzenia ich prędkości i skutków iey pożytecznych.

Prędkość bieżący wody zależy: 1*o*d. od większey lub mniejszey pochyłości iey koryta; 2*re*. od powierzchni tegoż koryta i iego głębokości.—Przeciąwszy rzekę prostopadłe do iey biegu i zdjawszy profil iey koryta, zakończony linią poziomą na powierzchni wody leżącą, otrzymamy tak zwane *przecięcie* nurtu czyli rzeki.

Warsty albo żyły wodne, płynące przez to przecięcie, niesą ożywione iednakową prędkością. Warsty dotykające boków i dna koryta, doznaią oporu tarcia o toż koryto. Pierwsza znowu z tych warst, przylega do tuż następujący, a to przylgnienie opóźnia bieg drugiéy warsty; ta znowu wstrzymuje wyższą warstę, i t. d. Opór zaś powietrza zmniejsza prędkość wierzchniéy warsty nurtu.

Któraż więc warsta wody ma naywiększą prędkość w nurcie?—Leży ona oczywiście między dnem i powierzchnią nurtu; gdyż warsty wierzchnie płyną nietak bystro iak głębsze.

Stąd to pochodzi, że statki i ciała pływające puszczone z biegiem wody, kiedy się zanurzają do pewney głębokości, przybieraią prędkość pośrednią między prędkościami wszystkich warst, których miejsce zajmują, i prędkéy płyną od wierzchnich warst nurtu.

Starano się przez doświadczenie wyznaczyć stosunek między prędkością na powierzchni i prędkością średnią nurtu.

Prędkością średnią nurtu, zowie się ta prędkość, która rozmnożona przez powierzchnią przecięcia, daie całkowitą ilość wody przepłynionéy w czasie danym przez toż przecięcie, z różną prędkością każdéy warstwie właściwą.

Jeometrowie śledźili stosunków matematycznych między pochyłością koryta rzeki, powierzchnią i obwodem przecięcia, a średnią prędkością wód.—Prony szczególniéy tém się zajmował; wypadki iego badań są bardzo proste, i odpowiadaią dosyć blisko potrzebom przemysłu.

Nazwiemy przez R, powierzchnią przecięcia rzeki, rozdzieloną przez długość obwodu iego; niech J, wyraża stosunek między wysokością, a długością płaszczyzny pochyłéy dna rzeki; oznaczmy przez V, średnią prędkość bieżący wody. Ilości te, maią między sobą następujący związek:

$$RJ=0,000,024.265. V+0,000.365.543.V^2.$$

Z tego zrównania, znaiąc R i J, znajdzie się łatwo V. Podobnież znaiąc J i V, znajdzie-

my R ; tudzież ze znanych R i V , przyjdziemy do poznania J .

Tenże Prony ogłosił z własnych rachunków, iako też z doświadczeń czynionych przez Eytelweina, tablice bardzo dokładne do wynaydowania objętości wody płynący w rzekach, w dziele wydanem 1825 roku, pod tytułem: *Zbiór pięciu tablic: 1.ód. ułatwiających i skracających rachunki, zachodzące przy biegu wód w kanałach otwartych i rurach wodociągowych; 2.re. zawierających wypadki 167miu doświadczeń, odbytych dla ustanowienia potrzebnych na to formuł.*

Niech teraz $\frac{1}{4} D$, wyraża stosunek powierzchni przecięcia rury do obwodu iego; J , masę wody mogącą się znaydować przy uściu rury, dokąd woda spływa działaniem prędkości U , wody bieżący; — znaleziono:

$$\frac{1}{4} DJ = 0,000\,017\,331\,4 U + 0,000\,348\,259 U^2.$$

Z dwóch tych formuł podobnych sobie, iedna służy dla odkrytych kanałów, druga dla rur prowadzących wodę, a co dziwna, że obie te formuły dają prawie tenże sam wypadek.

Przez stosowne uproszczenia, Prony odkrył wypadek bardzo wygodny dla praktyki, i na wszystkie niemal przypadki dostateczny: że *prędkość średnia rzeki wynosi blisko $\frac{4}{5}$ prędkości wody przy powierzchni, branej w kierunku najszybszego nurtu.* Radzimy więc, praktycznym hydraulikom, przyimować ten stosunek przy obliczaniu poruszający siły wodney w rzekach.

Żeby zatem ocenić z pewną dokładnością siłę wody, trzeba naprzd wyznaczyć figurę przecięcia koryta, w kierunku prostopadłym do nurtu, w miejscu daném; — co się odbywa przez gruntowanie, czyli wymiar głębokości rzeki; — potem wymierzyć prędkość nurtu na powierzchni tam, gdzie rzeka najszybciej płynie, następnym sposobem.

Puszcza się na wodę ciało lekkie *plywkiem* zwane, i wymierza się długość iaką upłynęło w czasie danym. W tym celu dwaj postrzegacze stoją na dwóch końcach wymierzony dobrze długości, którą pływec ma przebiec. Przed każdym postrzegaczem utkwione są dwie tyczki w kierunku prostopadłym do nurtu. Rzuca się pływec cokolwiek wyżej od pierwszego postrzegacza, który w chwili przybycia pływka na kierunek tyczek, strzela z pistoletu, ostrzegając swego towarzysza. Wtedy oba liczą kołysania wahadła, lub też uważają sekundy na zegarkach, póki pływec nie przypływie na kierunek tyczek drugiego postrzegacza, który podobnież daie o tém znać wystrzałem. Powtarza się kilkakrotnie podobne doświadczenie, i bierze się ze wszystkich czasów wypadek średni.

Aby pływec niedoznawał pomocy lub oporu od powietrza, zanurza się pospolicie cały w wodę.

Zamiast pływka, używa się czasem małe koło opatrzone w 16 lub 18 skrzydełek do mierzenia

prędkości nurtu. Walek tego koła, cienki i gładki, obraca się między walcami dla zmniejszenia oporu tarcia.—Rozmnożywszy liczbę obrotów kółka wystawionego na pęd wody, przez okrąg iaki zakreśla środek ciężkości, cząstki skrzydełka zanurzonej w wodzie, otrzymamy długość ubieżoną przez wierzchnią warstwę nurtu podczas doświadczenia. Niedaie się tu wzgląd na żadne opory; gdy zaś opór powietrza spóźnia obrot kółka, można więc być pewnym, że istotna prędkość nurtu, przewyższa wypadającą z doświadczeń; bez obawy zatem zbyt wysokiego ocenienia, wyznacza się tym sposobem prędkość nurtu.

Hidraulik Pitot podał w pamiętnikach akademii umiejętności na rok 1723, opisanie rurki używanej przez niego do mierzenia prędkości Sekwany. Jest to rurka szklanna pod kątem prostym załamana, która się pionowo zanurza w wodę, lecz tak żeby krótsze iéy ramie zanurzone było poziomo; woda wchodząca do niego, podnosi się w ramieniu dłuższém do tém większój wysokości, im prędkość nurtu jest większa. Na przydany zatem podziałce, obok téy rurki możnaby mierzyć prędkość nurtu; zanurzając zaś narzędzie to do różnych głębokości, oznaczałaby się prędkość głębszych warstw, odpowiednych położeniu poziomego ramienia rurki. Narzędzie to potrzebuie osobnego przyrządzenia, żeby się niewahało w żadną stronę pod czas doświadczeń.

W nauce piątéy opisałem dynamometr czyli siłomierz Regniera. Można go wprost zastosować do mierzenia siły pędowej nurtu na jego powierzchni. Kłoc sześcienny drzewa obitą się goździami, póki nienabędzie gatunkowej ciężkości, iaką ma woda; poczem puszcza się na wodę, na sznurze uwiązanym do haka siłomierza. Kłoc ten unoszony nurtem, działa na siłomierz i natęża mocniéj lub słabiéj jego sprężynę podług siły nurtu; liczbę kilogramów odpowiedną działaniu wywartemu na powierzchnię sześcianną, oznacza skazówka na podziałce siłomierza.

Kanały i wodociągi. Jle razy chcemy korzystać z biegu wody iako siły poruszającej, zawsze ią musimy sprowadzać dłuższym lub krótszym kanałem albo wodociągiem. Robota kanałów wymaga poprzedniego poznania miejscowości i ścisłych obrachowań, bez których możnaby się narazić na wielkie szkody i daremne wydatki. Methuon podał w dzienniku szkoły górniczój ważne w tym przedmiocie przestrogi; treść ich następująca:

Żeby naykorzystniéj użyć biegnącej wody, odbyć należy cztery następujące działania: 1^o do rozpoznać strumień, albo rzekę, którą całkiem albo w części na kanał obrócić chcemy; oznaczyć ilość wody zwykle dostarczanej przez nią, szczególnie w lecie; wybadać miejscowość którędy kanał ma przechodzić, małe strumyki na jego drodze, wzajemne ich odległości pomiędzy sobą,

tudzież odległość każdego od początku i końca kanału; 2re. wyrachować ilość wody potrzebną do poruszania mających się budować machin; 3cie. zrównoważyć grunt na całej rozciągłości kanału; 4te. wymiarkować, czy można otrzymać spadek wody, potrzebny wysokości.

Oznaczenie pochyłości kanału, jest rzeczą bardzo ważną; im ta jest mniejszą, tym dłuższego czasu potrzebuje woda na ubieżenie długości daney, tym obfitsze iéy wsiąkanie i parowanie.

Przeciwnie, im kanał jest spadzistszy, tym bystrzey bieży woda, i tym silniéy uderza spotykane zawady; dlatego też prędzey wtedy podmywa brzegi, nurtuie i zamula dno kanału, co zmusza do częstéy iego naprawy; a następnie do przerywania skutku wody na maszyny.

Musi więc być środek między temi dwiema ostatecznościami, zależący od natury gruntu i od masy wody w kanale. Rozpoznanie w tym celu, praktyczne i teoryczne, należą do inżynierów i hydraulików trudniących się podobnemi robotami.

Podług Methuona, w kanale szerokim wszędzie na 2 metry, głębokim na 5 decymetrów, mającym spadku 1 decymetr na 250 metrach długości, to jest 1 metr spadku na 2500 długości; woda ubiega 80 metrów na minutę.

Sila uderzająca takiego kanału, może sprawiać następujące skutki: 1ód. zapomocą koła od 11 metrów średnicy, poruszać może dwa-

naście pomp, których tłoki podnoszą się i zniżają o 16 decymetrów naraz, średnica zaś każdego tłoku, ma 3 decymetry. W układzie tym wielkie koło poruszające, obraca się sześć razy na minutę; 2re. połowa téy wody może obracać folusz z dwunastą stęporami, którego koło o 45 decymetrach średnicy, obraca się do osmnastu razy na minutę; 3cie. koło to porusza ieszcze dwie pompy i cztery miechy kuźnicze.

W kanale mającym $13\frac{1}{2}$ centymetrów spadku, na tysiącu metrach długości, prędkość wody była trzy razy mniejszą od prędkości nurtu w kanale, którego spadek wynosił 40 centymetrów na 1,000 metrach, przy stateczney szerokości obu kanałów na 6 metrów. Lecz w drugim kanale bieg wody niebył tak regularny iak w pierwszym; a przy brzegach iego woda prawie była stojąca. Przez wsiąkanie i parowanie w kanale z małym spadkiem $13\frac{1}{2}$ centymetrów na 1,000 metrach, warsta wody która przy źródle była gruba na 7 decymetrów, przebiegłszy 20,000 metrów, całkiem prawie wyschła przez ponoszone nieznacznie straty.

Z tych postrzeżeń pokazuje się, iż kanałom, wymiarów tu przywiedzionych, nienależy dawać mniej nad 4 decymetry spadku na 1,000 metrach długości. Niemożna zaś dawać więcej nad 7 decymetrów spadku na 1 kilometr długości; wtedy bowiem dla przykrego spadku, woda podrywałaby brzegi, i nurtowała dno. Niemówimy tu o kopaniu i budowie kanałów;

wykład sposobów ściągających się do tych przedmiotów, należy bardziej do inżynierii drog i mostów, niż do mechaniki sztuk i rzemiosł.

Jeżeli kanały niemogą mieć dostatecznego spadku, powiększenie ich objętości, może je zrobić użytecznymi; dzieje się to przez podwyższenie lub rozszerzenie ich brzegów. Przy słabym spadku; woda powinna mieć wszędzie bieg iak nayregularniejszy. Jakoż, gdyby gdziekolwiek opóźniła się, zatrzymywałaby wodę z góry napływającą, która wzbierając, mogłaby czasem wystąpić nawet z brzegów. Dosyć, żeby woda stojąca zaięła długość przenoszącą 80 metrów, a wtedy bezwładnością swoją, zastanowi nadchodzącą wodę; kanał zatem powinien mieć przecięcie poprzeczne, tém większe, im spadek jego słabszy.

Wodozbiory. Kiedy strumień wody niewystarcza na stateczne poruszanie maszyny z potrzebną prędkością; wtedy woda nim płynąca zbiera się do sadzawek, stawów, i t. p. *wodozbiorami* zwanych. Sposób ten jest kosztowny, bo zwykle przeznaczają się na to znaczna część żyznego gruntu na łąkach. — Dlatego, od czasu zaprowadzenia maszyn parowych, wyrzekają się po wielu miejscach poruszający siły wodné, jeżeli na to umyślnego wodozbioru potrzeba. — W podobném zdarzeniu obrachowuje się: 1*o*d. dochód z gruntu, któryby wypadło na staw obrócić; 2*re.* kosztą grabarki stawu, spro-

wadzenia zasilających strumieni, usypania grobl, tam, i sluz, koniecznych dla stawów. Potém oblicza się spodziewany dochód ze stawu i skutek użyteczny zebrany w nim wody, dla porównania go z podobnymże skutkiem poruszający siły zwierząt, lub maszyny parowé. Z tego dopiero pokaże się, który sposób jest oszczędniejszy lub zapewnia więcej korzyści.

Przystąpmy teraz do opisu *barana hydraulicznego*. Opis ten wyjęty z *traktatu o maszynach* przez Hachetta.

Woda strumienia przybywszy do A, fig. 12, tab. II, z prędkością nabytą w miarę wielkości spadku, wchodzi do rury AB, rozszerzonej w A, i tak pochylonej, że spadek iey wynosi niemal 27 milimetrów na każde 2 metry długości; woda ta uchodzi z rury otworem C, mogącym się zamknąć klapą.

Bania czyli dzwon z powietrzem F, (*) połączony jest z rurą ABD, walcem *abcd*; w środku dna dzwonowego, jest otwór kołowy, skąd wychodzi rurka walcowa E, opatrzona na końcu klapą *e*; boczna klapka S, przeznaczona jest

(*) Przeznaczeniem tego dzwonu jest utrzymywać w ciągłym ruchu podnoszący się słup wody; powiększa on także skutki hydraulicznego barana, ale nie jest istotną jego częścią. — Kilka kolejno po sobie działających baranów, któreby zlewały w jeden kanał podnoszoną przez siebie wodę, nadać iey mogły ciągły ruch w rurze podnoszącej, bez użycia dzwonów powietrznych.

na dostarczanie powietrza do dzwonu F, i do przestrzeni *mn*, zaięty między walcami *abcd*, i E. Rurką GJH, poczynając się w dzwonie przy G, woda podnosi się do góry.

Rurę ABC, do której woda wypływa ze strumienia, nazywamy *szyją barana*, rurkę GJH, którą woda ze strumienia wznosi się do góry, nazwiemy *rurką podnoszącą*. Z dwóch kłapek D i e, zamykających otwory C i E, pierwszą nazwiemy *klapą upływną*, drugą zaś *klapą dzwonową*. Obie te kłapy, są to kule dęte spoczywające w koszykach i tak grube, że ważą dwa razy tyle co woda przez nie wypchnięta. Końcową część maszyny mającý na sobie dzwon i klapę, nazywamy *głową barana*.

Działanie téj maszyny odbywa się następnym sposobem. Woda bieżąc do otworu C, z prędkością nabytą ze swego spadku, podnosi kulę D, z kosza aż do otworu C, który wyłożony skórą lub płótnem nasmoloném, szczelnie przystaie do kuli. Skoro upływanie przez ten otwór ustanie, woda podnosi kulę e, zamykając otwór E, w dzwonie F, i wchodzi razem do dzwonu i do rurki podnoszącý GJH, tracąc zwolna prędkość, jaką miała w chwili zamknięcia otworu C; wtedy kule D, i e, opadają własnym ciężarem, jedna na swój koszyk, druga na otwór E; woda bieżąca znowu poczyną upływać przez otwór C, klapa D, zamyka się na nowo, i też same skutki powtarzają się w przeciągu tegoż samego prawie czasu.

Działanie barana rozpoczyna się z odpadnięciem kłapy D, od otworu C, a kończy się powrotem ięý na toż miejsce. W działaniu tém cztery peryody naznaczyć można: w pierwszym woda upływająca przez otwór, prędkością swoją zamyka klapę D; w drugim, daleko krótszym od pierwszego, kłapy upływna i dzwonowa są zamknięte, ciała sprężyste, metale i powietrze, są uciskane; w trzecim peryodzie klapa dzwonowa otwiera się, powietrze będące w dzwonie ściska się, woda wchodzi do rurki poonoszącý GJH; klapa dzwonowa zamyka się, a upływna jeszcze się nieodmyka; na koniec w czwartym peryodzie uciśnione ciała sprężyste oddziałują, klapa dzwonowa pozostaie zamknięta, a upływna odpada od otworu C, na swój koszyk. W ostatnich trzech peryodach, działania następują po sobie bardzo prędko; dawszy iednak baranowi większe wymiary, łatwo można rozróżnić trwanie każdego peryodu.

Pierwszy peryod. Trwanie iego ustanawia się z doświadczenia, im większa daie się odległość kłapie D, od otworu C, im cięższa będzie taż klapa, tém napływająca woda do otworu powinna mieć większą prędkość dla podniesienia i utrzymania kłapy D, przy otworze C. Za każdym opadnięciem kłapy na koszyk, mierzy się ilość wody weszłý w iednostce czasu do rurki podnoszącý GJH. Zmieniając odległość kłapy D, od otworu C, można trafić na takie ięý położenie, w którym prędkość bieżący

wody w szyi barana, wyda największy skutek w téj maszynie.

Drugi peryod. Widzieliśmy przy opisaniu barana, że przestrzeń *mn*, napelniona była powietrzem; właśnie powietrze to jest sprężystym ciałem, które się uciska w drugim peryodzie. Aże wszystkie części składające maszynę są metalowe, więc muszą mieć pewną sprężystość; lecz iakakolwiekby ta była, można ją uważać zebraną w sile sprężystości powietrza *mn*, i uważać tylko skutki téj ostatniéj w czwartym peryodzie.

Trzeci peryod. Siła rozwiniona w pierwszym peryodzie, uciskawszy powietrze *mn*, zmusza wodę wchodzić przez otwór *E*, do dzwonu *F*, i do rurki podnoszącéj *GJH*; skoro działanie téj siły ustanie, klapka *e*, opada własnym ciężarem do koszyka na otworze *E*, a klapa *D*, zamyka otwór *C*.

Czwarty peryod. Przy zamkniętych obu klapach, powietrze ściśnione w *mn*, oddziaływa, i lubo czas tego oddziaływania jest bardzo krótki, skutki wszakże jego na ruch maszyny są bardzo ważne; przez nie bowiem woda wraca od głowy barana ku źródłu, i zostawia próżne miejsce w końcu szyi; wtedy atmosfera ciężarem swoim odpycha klapę *D*, od otworu *C*, do którego woda będąca w szyi *ABC*, napływając, odzyskuje pierwotną prędkość swoją. Tym czasem zaś woda nagłona sprężystością

uciśnionego powietrza w dzwonie, wchodzi do rurki podnoszącéj.

Ruch podnoszącego się słupa wody, udziela się powietrzu dzwonowemu, któreby się wkrótce wyczerpało, gdyby go nieodnawiano, po każdym ukończoném działaniu barana, przez mały kanał *S*, zamknięty klapką otwierającą się do wnętrza barana. Tworząca się czczość w czwartym peryodzie, sprawuje otwieranie się téj klapki, przez co pewna ilość powietrza wchodzi do walca *abcd*, skąd potem dostaje się do dzwonu *F*. Przestrzeń powietrzna *mn*, zowie się materacem powietrznym; sprężystość jego zmusza wodę do powrotu w górę ku źródłu, w czwartym peryodzie działania maszyny.

Daymy, że szyja *AB*, fig. 12, jest załamana ku górze w kształcie syfona; lejąc wodę w podniesione ramie szyi, ta spadkiem i biegiem swoim sprawi ruch maszyny, podobnież iak kiedy szyja była prostokreślna. Żeby syfon ten wodą napelnić, daie się przepust przy *A*, i klapa przy *K*, któremi zamknąć można poziome ramie syfona. Otworzywszy potem przepust *A*, nastaje pęd wody w szyi barana i działanie jego się rozpoczyna.

Można baranem hydraulicznym podnosić wodę ze studzien lub z innych wodozbiórów; lecz trzeba pierwéj poznać skład pomp żeby zrozumieć działanie *barana ssącego*

NAUKA DZIEWIĄTA.

O kołach hydraulicznych.

Jednym z najważniejszych sposobów udzielania machinom poruszających siły wody, są koła hydrauliczne, z których jedne są *pionowe* na osi poziomej, drugie *poziome* na osi pionowej osadzone.

Pierwsze zajmują mało miejsca, i łatwe są do dozoru i naprawy.

Do kół poziomych tak dawnych, iako też nowo używanych, liczyć należy: koło działające siłą odśrodkową, tak zwaną *danaide*, i ogólnie wszystkie koła poziome z ławeczkami krzywymi. — Koła takie stąd szczególnie są korzystne, iż bezpośrednio i z wielką prędkością sprawują ruch obrotowy na płaszczyźnie poziomej, iakiego potrzeba do mielenia zboża. — Lecz utrzymywanie ich w całości jest niełatwe, a niektóre z nich zajmują wiele miejsca poziomego; dlatego też nierównie rzadziej, bywają używane od kół pionowych, które nas wyłącznie zatrudniają.

Jedne koła pionowe mają szyby, tafle, skrzydła lub ławeczki z desek, o które woda uderza u spodu koła; takie znajdują się przy młynach stojących nad rzekami i przy pływakach. — Inne znowu mają wiaderka lub korytka A, A, A, fig. 1, 2, 3, 4, tabl. III. w które wpada woda zwierzchu koła. Nakoniec są jeszcze *koła boczne*, fig. 1, 2, 3, tab. IV. mające także korytka albo wiaderka, lecz woda wpada w nie z boku poniżej środka koła. W bocznych kołach, woda wywiera swą siłę przez ciśnienie; działanie to z wielu względów jest lepsze, niż przez uderzanie, iak w kołach podsiewodnych z ławeczkami. Nadto, wypada stąd jeszcze i ta korzyść, iż koła boczne można stosować do najmniejszego spadku wody.

Uczony Borda podał ścisłą teorię i rachunek na działania kół hydraulicznych.

Smeaton w Anglii i Bossut we Francji, stwierdzili doświadczeniami wypadki wskazane przez rachunek.

Co do kół podsiewodnych, Bossut okazuje:

1^o. iż korzystnie jest dawać tym kołom, iak największą liczbę szyb, byleby przez to zbyt nie obciążać. — Zwykle daie się 36 do 40 szyb wielkim kołom, od 7 metrów średnicy, obracanym bystrą wodą; łuk ich zanurzony w wodzie nieprzechodzi 25 do 30 stopni.

Bossut sądzi, iż koła te skutecznieby działały z powiększoną liczbą szyb. Pospolicie, mówi on, daia małą liczbę szyb kołom, nu-

rzaiącym się w wodzie, dlatego, żeby się niezakrywały nawzajem, i aby każda z nich odbierała uderzenie wody. — W praktyce dają się 8 do 10 szyb, a nawet mniej w kołach pływaków.

Bossut mniema, że liczba ta jest zamałą, i że koła obracałyby się daleko prędzej, gdyby miały od 12 do 18 szyb.

2re. Aby machina wydała iak największy skutek, prędkość koła mieć się powinna do prędkości wody iak 2:5, tak w pływakach, iako też i w kołach ze zbyt wazkim upustem.

3cie. W kołach stojących na kanałach małego spadku, z których woda zaraz po uderzeniu swobodnie odpływać może, szyby kierować trzeba podług promieni ku środkowi. Przeciwnie, gdy upusty mają wielki spadek, szyby pochyłaią się pod pewnym kątem do promieni, żeby woda uderzała ie prostopadlę, i oraz działała na nie ciężarem swoim. Pewnéy wszakże pochyłości przestąpić niemożna; więcéy bowiem straciłoby się przez zmniejszenie uderzenia, niżliby się zyskało przez ciężar wody uciskaiący szyby.

De Parcieux doświadczeniami pokazał korzyści szyb pochyłych, nad szyby osadzone w kierunku promieni kół.

Gdy koła szybiaste niesą wystawione na wolny strumień wody, część ich spodnia osadza się w skrzyni prostokątnej, którą nazywamy *upustem*. W niedbale robionych upustach,

wiele zostaje wolnego miejsca między ich ścianami i szybami koła; skąd pochodzi znaczna strata wody. Zapobiega się téy niedogodności w kołach bocznych, tabl. IV, fig. 2 i 3, robiąc dna upustu w kształcie obwodu, kreślonego zewnętrzną krawędzią każdej szyby, w obrocie koła.

Trzeba iak najmniéy tracić siły wodnéy, a zatém skracać upust ile można. Dlatego w kołach ulepszonych, tabl. IV. widzimy, że stawidło skierowane stycznie do koła, dozwala działać wodzie zaraz przy iéy upływie z łotoków wodozbioru.

Następującym sposobem obrachowuie się działanie wody na koło hydrauliczne. — Daymy, iż zawieszono ciężar p , na końcu sznura nawinionego na wał koła; ieżeli r , iest promieniem tegoż wału, momentem koła wyrażaiącym iego skutek *użyteczny* będzie pr . Niech F , oznacza siłę wody zgromadzoną w środkowym punkcie ciśnienia, lub uderzania o szybę albo korytko; R zaś, odległość środka koła od tego punktu działania. Podług praw ruchu kół obracaiących się, (*patrz II. T. Mechaniki Nauka X.*) powinno być $pr = FR$, bez uwagi na tarcie czopów wału.

Zachodzą tu rozmaite rzeczy do rachowania, podług sposobów działania wody.

W kołach szybiastych podsiewodnych, woda uderzaiąc o szyby, traci część swéy prędkości, siła zaś iéy stracona, gdyby cała pożyte-

cznie się udzielała, wyrażałaby siłę F , poruszającą koło.

Wiadomo, iż największy skutek podsiewodnego koła szybiastego bywa wtedy, gdy prędkość jego wyrównywa połowie prędkości wolno bieżący wody. — Taki sposób używania wody, nie jest naykorzystniejszy.

Koło hydrauliczne byłoby doskonałe, gdyby działaniem jego woda podnosiła ciężar sobie równy do téj saméj wysokości, z której spada na koło. — Lecz wtedy woda poruszająca przelewaćby powinna całą swą siłę w koło, a następnie w końcu działania mieć prędkość zero.

W kołach więc podsiewodnych prędkość szyb powinna być nieskończenie bydl małą. — A przeto kołom tego rodzaju brakuje istotnego warunku, żeby się zbliżyć mogły do skutku naykorzystniejszego. — Należałoby ich zatem używać tam tylko, gdzie woda ma zbytek siły poruszający nad potrzebę przemysłu.

W kołach bocznych i nadsiewodnych, woda działać może przez uderzenie lub ciśnienie; pierwszy sposób naymniejszy jest korzystny i traci wodę roztryskującą się od uderzenia.

Przestać zatem potrzeba na samém ciśnieniu wody spływający na koła nadsiewodne i boczne, mocą swego ciężaru.

Na fig. 1 i 3, tab. III, widać wodę uderzającą o korytkę; na fig. 2 i 4, woda spada pionowo, a na fig. 4, uderzenie jest naymniejsze i prawie żadne. Zastawka V, gdy się w dół opuści, wy-

puszcza tylko część wierzchnią wody zastawionéj. Na fig. 2, 3, 4, korytka mają kształt zatrzymujący dłużey wodę niż korytka na fig. 1, a stąd też korzystniejszy. Na fig. 3, tab. III, i na fig. 3, tab. IV, korytka wyrobione są z cienkiéj blachy miedzianéj, i mają formę zbliżoną do naylepszej.

Na fig. 2, tab. III, woda zbyt czarna spływa na koło ponad zastawkę i płynie dalej w kanale od E do F.

Na fig. 4, wystawiający układ Perkinsa, jest upust umyślny DD, otwierający się wtedy gdy zbytek jest wody na łotokach; zastawka zaś pozioma w E, reguluje lub w potrzebie zamyka ten upływ.

W nauce ósméj wspomniałem tylko ogółowo o budowie machin i kół hydraulicznych. — Wiele nam jeszcze pozostaie do zrobienia, żeby hydrauliczność naszą postawić narówni z angielską. W Anglii robią koła hydrauliczne żelazne, bardzo wielkich wymiarów, z dokładnością iemetryczną, która jest iednym z nayglówniejszych warunków powodzenia.

Wróćmy do porównania siły poruszający wód ze skutkiem ich użytecznym. *W kołach podsiewodnych szybiastych, skutek użyteczny jest trzecią częścią całej siły poruszający; w kołach zaś takichże z korytkami dojdzie może dwóch trzecich części téjże siły.*

Smeaton robił wiele doświadczeń nad skutkami kół hydraulicznych. Nazywa on spadkiem

przygotowanym wysokość, z której woda po winnaby spaść pionowo dla nabycia prędkości, z jaką uderza o szybę koła. Otrzymał on następujące wypadki:

1ód. przy równym spadku przygotowanym, skutek jest prawie proporcjonalny ilości wody spadającej; *2re.* przy jednakowym wydatku wody, skutek jest prawie proporcjonalny wysokości spadku przygotowanego; *3cie.* przy jednakowym wydatku wody, skutek jest prawie iak kwadrat z prędkości; *4te.* przy jednakowym otworze zastawki, skutek jest prawie iak sześciastian z prędkości wody.

Podług Smeatona, w wielkich kołach podsiewodnych stosunek średni między siłą i ięć skutkiem, jest iak 3:1; a stosunek średni między prędkościami wody i koła, jest pospolicie iak 5:2.

W kołach korytkowych, im średnice ich są większe, w stosunku do wysokości spadku, tém większy ich skutek użyteczny. — Prędkość tych kół, wydająca największy skutek, wynosić powinna niemal 1 metr na sekundę.

Zbierzemy teraz pokrótce niektóre postrzeżenia ogólne, nim przystąpimy do ulepszeń które niedawno poczynił Poncelet, w budowie kół bocznych, powiększając skutek użyteczny tych machin.

Koła nadsiewodne mogą się używać tylko w takich spadkach, których wysokość przechodzi dwa metry, i które dostarczają wielką ilość wody.

Koła te zwyczajne ławeczkowe, mogą się wszędzie używać i przybierać znaczną prędkość, mało oddalając się od nayszyteczniejszego skutku iaki wydać mogą.

Koło ubiegające więcęć niż dwa metry na sekundę, staie się latawcem utrzymującym bieg iednostajny w machinie, pomimo podskoków uderzeń, i nagłych zmian w prędkości, iakich różne ięć części składowe mogą doznawać. Nadto, mimo siły straconey, przez tę wielką prędkość, można małym zazębieniem przesyłać znaczną ieszcze prędkość wielu działaniom przemysłowym potrzebną.

Koła wiaderkowe nadsiewodne rzadko kiedy mają prędkość mnieyszą od metru na sekundę. Prędkość ich zwyczajna przechodzi dwa metry, i to nieiest żadną wadą, gdyż spadki wody w tych razach miewają nymnięć trzy metry.

Prędkość wody płynącej upustem i działanie ięć na koła mające wiaderka z boku, sprawiaie, iż w takim układzie koło ma nymnięć dwa metry prędkości na sekundę. Lecz przy téy prędkości, korzyści koła bocznego nad kołami podsiewodnymi całkiem prawie nikną, gdy spadek mnieyszy iest od dwóch metrów. — Widzimy stąd, iż kół podsiewodnych szybiastych, pomimo ich niedogodności, używać koniecznie trzeba na równinach i płaszczyznach, gdzie spadki są małe, a wody obfite. Trudno bowiem albo z wielkim kosztem zrobić można w takich miejscach spadek więcęć od dwóch metrów.

Koła podsiewodne, wyiawszy bardzo małe spadki, nieprzesyłały więcéy nad trzecią część odbieranéy ilości ruchu.— Czasem nawet, przez złe urządzenie upustów i zastawek, nieprzesyłały iak czwartą lub piątą część siły.

Uczeni inżynierowie i fizycy, liczne i ciekawe czynili doświadczenia nad ulepszeniem użycia kół podsiewodnych.— Według nich naykorzystniejsze były skutki: 1*od.* kiedy koła miały przynajmniéy 24 szyb; 2*re.* kiedy szyby pochylone były od 25 do 30 stopni na promień koła; 3*cie.* kiedy szyby te zanurzały tylko trzecią część swéy szerokości w wodę; 4*te.* kiedy dawano listwy od 8 do 10 centymetrów wysokie na pionowych bokach szyb.

Podawano rozmaite sposoby na powiększenie skutku hydraulicznych kół, przez lepsze urządzenie koryta upustowego i progu iego. Morosi radził skrócić długości upustu, a przez to zmniejszyć stratę w prędkości wody bieżący korytem iego.— Urządzenie to jest korzystne.

Pochylając stawidło dla nadania iego otworowi, kształtu żyły płynący, trzeba zachować takie wymiary, żeby prędkość wody przy wypływie z wodozbioru i przy stykaniu się iéy z kołem była taż sama. Wtedy ilość ruchu przełanego w kolo szybiaste, niebędzie czwartą lub piątą częścią siły uderzający, lecz dóyść może do trzech dziesiątych iéy części.

Założywszy, iż na skutek użyteczny przypada trzy dziesiąte siły poruszający, i nadto iedna

dziesiąta ieszcze tego skutku, z przydania listewek do szyb; wtedy 0,36 siły poruszający, wystawiałoby całkowity skutek użyteczny koła z szybami i listewkami.

Uważać nadto potrzeba, iż siła poruszająca wody wypływający przez zastawkę, mniejsza jest od siły rachowanéy w teoryi, to jest od siły iaka odpowiada wysokości każdéy cząstki wody płynący przez zastawkę.— Widzimy przeto, iż przy wszelkich udoskonaleniach kół szybiastych, niemożna większego spodziewać się z nich skutku nad 32 do 33 setnych siły wody, matematycznie wyrachowanéy.

Poncelet roztrząsnąwszy przywiedzione tu poprawy, wnosi, że koła hydrauliczne mogą wydawać większy skutek, przez zamianę szyb płaskich na krzywe i walcowe żłobki z wydrążeniem ich obróconém do strumienia wody. Obwód każdéy takiéy szyby dotyka się matematycznie okręgu zewnętrznego spółśrodkowego z kołem hydrauliczném.— Obwody te stając się coraz więcéy pochylone do promienia koła, tworzą powierzchnią ciągłą, iak na fig. 1, tab. IV.

Woda przyplywa w kierunku prawie stycznym do powierzchni zewnętrzny każdéy szyby, i wlewając się w nią, bez uderzenia o tęż powierzchnią, podnosi szybę do wysokości odpowiednéy prędkości ią ożywiający.

Chcąc zatém prędkość bezwzględną wody przy wyjściu iéy z koła przywieść do zera, trzeba

żeby prędkość obrotu jego, była połową względem prędkości wody bieżący.

Poncelet łączy razem wszystkie ulepszenia, urządza stawidło i skrzynię opisanym już sposobem, powiększając wgłąb i wszczepiając upust w tym miejscu gdzie szyby krzywe zaczynają się wypróżniać. Żeby im wylew ułatwić, zamiast listewek z obu końców szyby, daje dzwona okrągławe, których średnica jest niemal ćwiercią wysokości spadku. — Przy takim urządzeniu, podług jego doświadczeń, ilość działania przesyłana przez koło z walcowemi szymbami, gdy spadek jest od 0,80 do 2 metrów wysoki, dochodzi 0,6, a często nawet 0,67 siły wypadający z całkowitej wysokości wody nad punkt najniższy koła. Skutek ten większy jest niż w kołach bocznych, a nawet niż w kołach nadsiewodnych na małym spadku.

Szyby krzywe nie mają osobnego dna, iak korytka. Można wyrabiać je z wązkich desek drewnianych, lepić jeszcze z płaskiego żelaza lub mocnej blachy i z jednej sztuki; wtedy niepotrzeba ich wpuszczać w obwody kołowe, przestając na przybiciu do nich ćwiekami.

Gdy woda płynąca upustem, małą ma objętość, a wielką prędkość, pochyłość upustu BF, fig. 1, tab. IV, dochodzić może jednej dziesiątej jego długości, żeby przyspieszeniem z takiego spadku wynikającym, wynagrodzić opóźnienie z tarcia o ściany.

Szerokość upustu, powinna być cokolwiek mniejsza od długości krzywych szyb.

Następujące urządzenia stawideł, otworów i skrzyń upustowych, mają być najkorzystniejsze:

1^{od}. Pochyłość lotoku BO, powinna być iak można największa.

2^{re}. Stawidło V, mieści się nad lotokiem. — Najlepsze stawidła są z grubej blachy lub z żelaza lanego. — W ramach, w których ślizga się stawidło, osadzają się bloczki ze strony uderzenia wody, ułatwiające podnoszenie stawideł, odbywać się mogące lewarem.

Dno BF, fig. 1 *bis*, tabl. IV, skrzyni upustowej, powinno być płaskie na całej szerokości *mm'nn'*, fig. 1 *ter*, obwarowane z prawej i lewej strony brzegami *mnpq*, *m'n'p'q'* wkleśło z wierzchu wyciętymi, iak RFF, fig. 1 *bis*, ażeby iak najdokładniej przystawać mogły do obwodu brzegów koła.

W punkcie F, fig. 1, i 1 *bis*, nieco dalej za pionową przechodzącą przez środek koła, kończyć się powinien upust. Wygięcie FH, przeznaczone jest na wodę spływającą na dno HL, szersze od koła, dla ułatwienia odpływu wody.

Rozważmy teraz bieg wody płynący upustem; kierunek jego jest prawie styczny do okręgu koła. — Jeżeli początek powierzchni szyb jest także niemal styczny do tegoż okręgu, uderzanie wody o tę powierzchnię można uważać za bardzo nieznaczne. Woda więc bez żadnego wysilenia, wślizgiwać się nieiako będzie do każdej szyby, a i jej prędkość po wejściu w szybę, będzie różnicą między prędkością

koła i prędkością wody w upuście. Woda ta podnosić się będzie w szybie do takiej prawie wysokości, jaką wskazuje teoria. Daymy teraz, iż dno upustu BF, ma takie położenie, że gdy krawędź zewnętrzna szyby przychodzi do F, woda w szybie będąca, dosięgła już największej w niej wysokości; od téj więc chwili spadać zacznie po téjże szybie ciągle ją uciśkając i wyleie się przez krawędź ięj zewnętrzną, z prędkością równą prawie téj, z jaką weszła do szyby; nadto bieg téj wody weźmie kierunek styczny do walcowéj powierzchni szyby wzdłuż całej zewnętrznej ięj krawędzi.

Prędkość zatem wody po ięj wylewie z szyby, równać się będzie prędkości ięj wypadkowéj, zmniejszonéj prędkością koła; różnica zaś ta powinna być *żadna*, żeby skutek był iak największy. — A zatem prędkość wypadkowa wody przy wchodzeniu ięj do szyby, wyrównywać musi prędkości koła; co znowu wymaga żeby prędkość płynący wody w strumieniu była dwa razy większa od prędkości koła.

W układzie opisanym siła ani przy wpływanu wody do szyby, ani przy ięj odpływaniu bynajmniej się nie traci.

Jedynie straty siły wynikną: ze ściskania się żyły płynący przez okno stawidłowe, z tarcia wody o ściany upustu, i o szyby przy podnoszeniu się i spadaniu ięj po nich; nakoniec z małej straty wody, nieuchronnej w każdym mechanizmie tego rodzaju.

Wyprowadziwszy z teoryi naykorzystniejszy kształt składowych części w kołach pionowych i w upustach, Poncelet zatrudnił się wysledzeniem użytecznego skutku kół tak ulepszonych. Chociaż doświadczenia swoje robił na modelu koła mającym tylko 50 centymetrów średnicy, z szybkami na 103 millimetrów długimi; są one wszakże szacowne dla wielkiej zgodności swojej z wypadkami teorycznymi.

Poncelet sam robi uwagę, że koła podobne na większą skalę wykonane, mogłyby doskonalsze być od modelowego i wydałyby korzystniejsze skutki od tych, które w swych doświadczeniach otrzymał.

Opisuje on z wielką dokładnością: wymiary wodozbiornu czyli sadzawki, z której płynęła woda, wymiary stawidła i upustu; podaje wszystkie warunki na dokładne mierzenie ilości wpływający wody. — Wykłada potém skutki ściskania się żyły płynący przez okno stawidłowe, i podaje sposoby zapobiegające téj nieregularności.

Uczony ten hydraulik, mierzył użyteczny skutek sposobem Smeatona, to jest: uważając iaki ciężar koło może podnieść; — ciężar ten wisił na sznurku nawinionym na wał.

Starał się naprzód, ocenić iak naybliżej, opór powietrza i opór tęgosci szpagatu utrzymującego ciężar, tudzież tarcie czopów. Mierzył zaś te opory poruszając koło przez ciężary włożone w worek zawieszony na sznurze,

pokonywające tylko wspomniane tu opory. — Żeby koło wprowadzić w ruch iednostayny, dozwalano mu, pod działaniem tegoż ciężaru, odbyć pierwéy dziesięć zupełnych obrotów. — Początek i koniec każdego obrotu, oznaczała skazówka osadzona na czopie wału. — Poczynając od dziesiątego obrotu, uważano dokładnie i po kilka razy czas łożony na pewną ilość obrotów, których zwykle bywało 20 lub 25. — Zmieniając ciężary, poznano tym sposobem opory odpowiednie każdéy prędkości koła; a tak opory te można było cenić i wtedy, gdy koło obracane już pędem bieżący wody z upustu, przybierało także prędkości. — Sposób wszakże ten, dodaie Poncelet, używany przez rozmaitych autorów, niema ścisłości matematycznéy; koło bowiem obracane przez wodę, doznaie od niéy uderzenia, i ciężar iego z przyczyny worka idącego w górę, większym iest, niż gdy koło obracało się bez wody; z iednéy zatém strony wyteżenie, a zatém i opór sznura iest mocniejszy; z drugiéy zaś ciśnienie i tarcie czopów nieiest iednakowe.

Wprawdzie trudno byłoby mieć wzgląd na dwie ostatnie przyczyny w tak licznych doświadczeniach. Szczęściem wzajemne wynagradzania w rozmaitych przypadkach, zmniejszają całkowitą summę oporów.

Zachowując powyższe ostrożności, autor ułożył następującą tablicę swoich doświadczeń.

Tablica wskazująca podniesione ciężary, tudzież nabyte ilości siły przez koło hydrauliczne, gdy okno stawidłowe miało 3 centymetry kwadratowe, spadek zaś 234 milimetrów.

Nr doświadczeń.	CZASY na 25 obrotów koła.	LICZBA obrotów na 1 sekundę.	WYSOKOŚĆ podniesienia ciężaru w l".	CIĘŻAR podniesiony z workiem.	CIĘŻAR równoważący opory.	CIĘŻAR całkowity podniesiony przez koło.	IŁOŚĆ siły nabytej przez koło.
	sek.	obrot.	milimet.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1	19.50	1.2821	0.2805	0.000	0.222	0.222	0.0628
2	23.20	1.0776	0.2358	1.000	0.190	1.190	0.2806
3	23.50	1.0638	0.2348	1.100	0.180	1.280	0.2980
4	24.00	1.0417	0.2279	1.200	0.176	1.376	0.3136
5	24.40	1.0246	0.2242	1.300	0.174	1.474	0.3305
6	24.80	1.0081	0.2206	1.400	0.172	1.572	0.3468
7	25.20	0.9921	0.2171	1.500	0.170	1.670	0.3626
8	25.60	0.9766	0.2137	1.600	0.167	1.767	0.3776
9	26.00	0.9615	0.2109	1.700	0.164	1.864	0.3922
10	26.50	0.9434	0.2064	1.800	0.160	1.960	0.4045
11	27.00	0.9259	0.2026	1.900	0.158	2.058	0.4170
12	27.50	0.9091	0.1989	2.000	0.156	2.156	0.4288
13	28.00	0.8929	0.1954	2.100	0.154	2.254	0.4404
14	28.50	0.8772	0.1919	2.200	0.152	2.352	0.4513
15	29.00	0.8621	0.1886	2.300	0.150	2.450	0.4621
16	29.50	0.8485	0.1854	2.400	0.149	2.549	0.4726
17	30.10	0.8306	0.1817	2.500	0.148	2.648	0.4811
18	30.60	0.8170	0.1788	2.600	0.145	2.745	0.4908
19	31.30	0.7987	0.1748	2.700	0.142	2.842	0.4968
20	32.00	0.7813	0.1709	2.800	0.140	2.940	0.5024
21	32.50	0.7692	0.1683	2.900	0.137	3.037	0.5111
22	33.50	0.7463	0.1633	3.000	0.134	3.134	0.5188
23	34.30	0.7289	0.1595	3.100	0.131	3.231	0.5153
24	35.00	0.7143	0.1563	3.200	0.128	3.328	0.5202
25	35.50	0.7042	0.1541	3.300	0.126	3.426	0.5179
26	36.50	0.6849	0.1499	3.400	0.123	3.523	0.5281
27	37.50	0.6667	0.1459	3.500	0.120	3.620	0.5282 *
28	38.50	0.6494	0.1421	3.600	0.115	3.715	0.5279
29	39.50	0.6329	0.1385	3.700	0.110	3.810	0.5277
30	41.00	0.6097	0.1334	3.800	0.108	3.908	0.5213
31	42.56	0.5882	0.1287	3.900	0.106	4.006	0.5156
32	44.00	0.5682	0.1243	4.000	0.103	4.103	0.5100
33	45.50	0.5495	0.1202	4.102	0.100	4.202	0.5051
34	52.75	0.4789	0.1037	4.417	0.088	4.505	0.4672
35	96.75	0.2583	0.0565	5.119	0.068	5.187	0.2931

* Maximum.

Widać stąd, mówi Poncelet, że prędkość z ilościami działania dostarczaniem przez koło, zachowuje postęp bardzo regularny, lubo rachunek przybliżano aż do czterech znaków dziesiętnych.

Autor przekonał się, iż prawa wyciągnięte z doświadczeń, zbliżają się do prawa z teorii wypadłego, a zawartego w podanym wyżej zrównaniu: $P=203,894D(V-v)$ kilogr. (*)

Prawo to jest niemal zupełnie zgodne z doświadczeniami poprzedzającymi, aż do N^o. 31; odkąd różnice zaczynają coraz bardziej wzrastać. — A tak 30 pierwszych doświadczeń zupełnie się zgadzają z teorią. — Pamiętać trzeba, że zrównanie wyżej przywiedzione, opiera się na tém przypuszczeniu, iż przyzwoita wysokość szybek niedozwala wodzie wylewać się przez wierzch; ten zaś warunek niema już miejsca w czterech lub pięciu ostatnich przypadkach, poczynając od 31 doświadczenia.

Największy skutek użyteczny, wydany przez koło, odpowiada 27mu doświadczeniu, w którym ilość obrotów na sekundę jest 0,6667, to jest $\frac{2}{3}$ jednego obrotu na sekundę: teoria zaś daie tylko 0,61.

Przez proste i dowcipne postrzeżenie, Poncelet okazuje, iż stosunek średniej prędkości

(*) P, ciśnienie; v , prędkość koła; V , prędkość wody; D , objętość wody upłynionej w jednej sekundzie.

wody do drogi ubieżonej przez okrąg koła wyraża się przez liczbę 0,52, gdy teoria oznacza go przez 0,5. — Mała różnica dwóch setnych, wynika z mniejszego dokładnego przybliżenia, którego użył ten inżynier dla oznaczenia liczby 0,52.

Ustanawia on potem, dla największości skutku, stosunek między siłą iakię nabywa koło, a rzeczywistą siłą poruszającą wody. Przez rachunek, którego szczegółów przytoczyć tu nie możemy, stosunek ten wyraża się przez 0,741, i równa się prawie $2\frac{1}{2}$ razy powtórzonemu stosunkowi Smeatona dla kół zwyczajnych, a mało się różni od skutku najlepszych kół hydraulicznych dotąd znanych. Szukając przez teorią tegoż samego stosunku, otrzymał liczbę 0,740. »Tego stopnia zbliżenia, mówi słusznie autor, nienależało oczekiwać w doświadczeniach tego rodzaju.»

Ostatnia część pięknej pracy pana Poncelet, ma za przedmiot oznaczyć prawo upływu wody w machinie, której używał do poprzedzających doświadczeń. Najpierw uważał on okoliczności towarzyszące upływowi wody przez stawidło i upust; zmierzył potem prędkość téj wody. Żeby oznaczyć figurę górnej powierzchni płynu w upuście, położył prostopadle poprzek upustu belkę drewnianą, w którą powtykał długie igły pionowe w równych odstępach sterzące, na jednej płaszczyźnie prostopadłej do skrzyni upustowej. Zniżając lub podnosząc następnie te igły tak, ażeby spodek każdej z nich dotykał

poziomu powierzchni plynnej, otrzymał szereg przystaw równoległych. Linia krzywa, przeprowadzona przez końce takich przystaw, wystawiła mu przecięcie poprzeczne poziomu wody płynącej w upuszcie. Tym przeto sposobem otrzymał dokładne przecięcie wody upustowej. Podzieliwszy objętość upływu przez to przecięcie otrzymuje się średnia prędkość wody.

Dla dokładności tych doświadczeń upływ wody powinien być bardzo iednostajny; dla tego wysokość iey w sadzawce utrzymywać trzeba w iednakowej zawsze mierze, i żadna przeszkoda nieforemna niepowinna tamować biegu wody w upuszcie.

Zachowując wszystkie powyższe ostrożności, Poncelet zmierzył w litrach upłynioną wodę przez próg stawidła, i porównał ją z ilością upływu, iaka z teoryi wypada — a następnie prędkości wody i koła teoryczne z doświadczalnemi. — Znalazł on że w kołach z krzywemi szybami, przy *największym ich skutku*, stosunek między poruszającą siłą wodną a siłą rozwiniętą w kole, iest podług teoryi 0,5, w doświadczeniu zaś był 0,6, a czasem i 0,75; kiedy tenże stosunek dla zwyczajnych kół podsiewodnych dochodzi tylko 0,30 podług Smeatona. — Taka iest wyższość nowych ulepszeń.

Po ogłoszeniu doświadczeń pana Poncelet w *pamiętniku towarzystwa zachęceń*, Robert naczelnik kuźnic w Falk — w departamencie Mozelli; — kazał zbudować koło hydrauliczne po-

dług popraw autoru. Wypadki w praktyce otrzymane, zbliżały się bardzo do wypadków koła modelowego pana Poncelet. — Znalezione bowiem, że stosunek poruszający siły wodnej do użytecznego skutku, iest 0,73 —, Poncelet zaś na kole modelowem oznaczył go przez 0,741. Wiedzieć iednak trzeba, iż prędkość koła Roberta była 0,61, względem prędkości wody; a zatem nieco większa od prędkości wydającej *największy* skutek u Ponceleta.

Przypuszczając, że działanie kół podsiewodnych i bocznych, we Francii, wyrównywa skutecznę pracę 200,000 ludzi, i zakładając oraz, co mi się zdaie być zawiele, iż taka praca skuteczna iest trzecią częścią zużytej siły poruszającej, wypada z rachunku i doświadczeń przytoczonych, iż ulepszenia wprowadzone przez pana Poncelet do téż samych liczby kół hydraulicznych, powiększyć mogą użyteczny skutek ich o $200,000 \times \frac{75}{80}$, to iest wyrównać pracy 500,000 ludzi. — Tak wielkie wyniknąć może dobrodzieystwo z iednego ulepszenia kół hydraulicznych.

Ciekawe iest porównanie skutku tych kół z baranem hydraulicznym. Posłuży nam do tego tablica uczonego Eytelweina, o którym wspomnieliśmy już w nauce ósmey.

Eytelwein wyrachował stosunek między skutkiem użytecznym barana hydraulicznego, a siłą go poruszającą, zakładając, że podniesienie wody działaniem barana wyrównywaloby na-

stępnie 1, 2, 3, 4...20 razy wzięty wysokości pionowego spadku, mierzącego siłę z jaką woda działa w baranie. — Oto są wypadki jego doświadczeń.

Stosunek między wzniesieniem wody, przez działanie barana, a wysokością spadku wody poruszającej.

Stosunek między skutkiem użytecznym barana, a siłą go poruszającą.

1. t.i. gdy obie wysokości równe.	0,920.
2.	0,837.
3.	0,774.
4.	0,720.
5.	0,673.
6.	0,630.
7.	0,591.
8.	0,555.
9.	0,520.
10.	0,488.
11.	0,457.
12.	0,427.
13.	0,399.
14.	0,372.
15.	0,345.
16.	0,320.
17.	0,295.
18.	0,272.
19.	0,248.
20.	0,226.

Tablica ta okazuje, iż skutek użyteczny barana tém jest większy, im wzniesienie wody otrzymać się mające przez tęż maszynę, mniejsze jest od spadku wody ją poruszającej.

Gdyby wodę podnosić trzeba było do wysokości przenoszącej o wiele razy wysokość ię spadku, daleko korzystniejszy skutek sprawi-

łoby użycie kilku baranów, z którychby każdy podnosił wodę do pośredniej lecz niezbyt wielkiej wysokości. — Woda z pierwszego barana wlewałaby się do pierwszego wodozbiornika, skąd spadałaby cokolwiek, żeby się dalej podnieść za pomocą drugiego barana. Ten znowu wlewałby wodę w drugi wyższy umieszczony wodozbiór, a z niego spadająca woda poruszałaby baran trzeci, i t. d.

Eytelwein porównawszy skutki użyteczne dwóch głównych kół hydraulicznych z baranami, następujące podaje wypadki.

Jeżeli podniesienie wody ma wyrównywać cztery razy wzięty wysokości spadku, baran podnosi wodę o siódmą część wyższy, niż pompa poruszana kołem wiaderkowym. Skutki zaś tego koła i barana, są jednakowe, gdy podniesienie wody wyrównywa sześć razy wziętemu ię spadkowi. — Nakoniec gdy wodę podnieść trzeba wyższy iak nad sześć razy wzięty ię spadek, użycie barana jest mniej korzystne niż koła wiaderkowego.

Porównyując baran z kołami szybiastymi Ponceleta, skutki ich użyteczne wypadają też same, gdy podniesienie wody wyrównywa cztery razy wziętemu spadkowi wody poruszającej; baran zaś jest korzystniejszy, gdy wspomniany stosunek przechodzi cztery, a mniej korzystny od koła, gdy stosunek podniesienia wody do ię spadku, mniejszy jest od czterech.

Jest jeszcze jeden sposób przesyłania

wodnéy, za pomocą maszyny zwanéy *kolumną wodną*. — Maszyna ta poruszać może pompę siłą otrzymaną przez spadek wody z bardzo znaczney wysokości. — Napelniwszy wodą rurę pionową tak wysoką iak spadek, podstawa téy rury wytrzymaie parcie proporcjonalne wysokości słupa wody na nią cisnącego. — Parcie to poruszać może pompę.

W 1731. PP. Denisart i la Deuille, pierwsi wymyślili maszynę na téy zasadzie. — Używali oni dwóch rur pionowych, w których będące kolumny wodne uciskały tłok pompy naprzemian, ieden z wierzchu, drugi z dołu; kolumny te działały kolejno naprzemian, a skutkiem tego działania tłok podnosi się i zniża w pompie. Siła poruszająca wodnych słupów działa tu zupełnie tak, iak siła pary w maszynach parowych *podwóynego skutku*.

Podobnąż maszynę z *poiedynczym skutkiem*, zbudował Holl w Schemnitz r. 1751. — W niéy działa tylko iedna kolumna wody, wysoka na 90 metrów. Kolumna ta ma związek przez kanał poziomy z rurą pompy u spodu; trzon tłokowy porusza iedno ramie drąga, który drugiem ramieniem porusza tłok pompy wyczerpujący. — Są dwa przepusty, ieden A, dla otwarczenia komunikacyi między kolumną wody i rurą głównéy pompy; drugi B, dla wypuszczania wody weszłéy do walca. — *Iód.* gdy przepust B, iest zamknięty, A, zaś otwarty, woda kolumny wchodzi spodem do pierwszéy pompy,

i podnosi iéy tłok, a w tymże czasie za pomocą drąga zniża się tłok pompy wyczerpujący. — *2re.* Po ukończeniu poprzedzającego ruchu, zamyka się przepust A, a otwiera się B. — Kolumna wody przestaje wtedy cisnąć z dołu na tłok pierwszéy pompy, woda w niéy znajduiąca się uchodzi; tłok téy pompy spada mocą swego ciężaru, a podnosi tłok pompy wyczerpujący.

Żałuję, że niemogę tu podać krótkiéy treści z uczonéy rozprawy *o kołach nadsiewodnych* z szybkami krzywemi, przez pana Benoit, ucznia dawnéy szkoły politechnicznéy. — (patrz *Annales de l'industrie* N°. 73.)

NAUKA DZIESIĄTA.

Równowaga płynów powietrznych; — pompy.

Z porządku mówić nam teraz wypada o równowadze gazów czyli płynów powietrznych, dlatego tak zwanych, że wszystkie mają postać i własności mechaniczne powietrza atmosferycznego.

Wpuszczając powietrze na dno naczynia napełnionego wodą, widzimy je podnoszące się w postaci bulek, dążących ku powierzchni płynu z coraz większą prędkością; podobnież zagotowując wodę przy ogniu, cząstki pary dobywają się na wierzch płynu w postaci bulek, które zetknawszy się z powietrzem pękają.

Z tych fenomenów i z kilku innych, postrzegać się dających w działaniu pomp, starożytni mówili, że powietrze i pary czyli gazy, żadney nie mają ciężkości, i że zamiast dążyć ku środkowi ziemi, usiłują owszem oddalać się od niego z właściwą sobie siłą. Wielki to był

błąd, i sam ieden mógłby zatrzymać postęp najważniejszój gałęzi nauk przyrodzonych.

Wyłożymy niżej, dlaczego płynem powietrznym służy własność dobywania się na powierzchnię płynów ciekłych; — tu zaś wskażemy dowcipne użycie téj własności do wyznaczania poziomych kierunków, z wielkiem przybliżeniem do prawdy.

Wyobraźmy sobie walec AB, tab. V, fig. 1, iak naygladziéj wytoczony wewnątrz, pełen wody, z bulką powietrzną D, zamknięty z obu końców. Podniosłszy koniec iego B, wyżéj niż A, bulka powietrzna D, pobieży w górę póki będzie mogła, *np.* aż do D'. Przeciwnie podniosłszy koniec A, wyżéj niż B, bulka D, przejdzie do D'', ku wyższemu końcowi. Zgoła wtedy tylko, gdy AB, będzie miało położenie prawdziwie poziome, bulka D, stać będzie nieruchoma na połowie rurki AB. Można więc tym sposobem przekonać się, czy dany kierunek AB, istotnie iest lub nieiest poziomy, a zatém dowiedzieć się, z którój strony trzeba go podnieść. — Walec tu opisany zowie się *równowagą powietrzną*, (*libella*), przydawaną pospolicie do delikatnych narzędzi astronomicznych i mierniczych.

Pascal, a po nim Galileusz, naypierwsi dowiedli, że powietrze atmosferyczne iest ciałem równie ciężkiem, iak wszystkie ciała stałe i płyny ciekłe. — Na okazanie tego, waży się naprzód naczynie napełnione powietrzem

w stanie jego naturalnym. Potem wtłacza się pompą nowe powietrze do tegoż naczynia, które zważone powtórnie, jest wtedy nierównie cięższe; a przyrost ciężaru, jest właśnie wagą powietrza wtłoczonego siłą do naczynia. Podobne doświadczenia czynione z gazem wodorodnym i węglowym lub jakimkolwiek plynem powietrznym dają podobne wypadki; wnieśmy zatem, że powietrze i wszystkie gazy są ciałami ciężkimi.

Odkrycie iednéy téy prawdy, zmienia w oczach naszych postać wszystkich fenomenów, równowagi i ruchu ciał na powierzchni ziemi.

Ponieważ powietrze jest ciężkie, przeto na każdą jego cząstkę ciśnie ciężar powietrznego słupa na niéy wspartego. Ciśnienie to wywiera się nie tylko z góry na dół, lecz i ze wszystkich stron na każdą cząstkę. Wywiera ono ustawiczne i ważne skutki na życie, na siły zwierząt i roślin, i na ciała nieorganiczne; rozważymy je wkrótce.

Cząstki plynów ciekłych, iakiemi są woda, wino, oliwa, żywe srebro, i t. p. zostające w spoczynku, oprócz ciśnień równych ciężarom słupów plynnych na nich wspartych, ponoszą ieszcze ciśnienie od ciężaru powietrznego słupa, pionowego na słup plynny. A zatem punkta plynu leżące na jego powierzchni górnej, zamiast ciśnienia równego zeru, znoszą parcie całej atmosfery.

Są płyny utrzymujące się w stanie ciekłym

iedynie przez parcie atmosfery wywierane na ich powierzchnią; iakoż usunawszy to parcie, przechodzą one natychmiast do stanu gazowego; takim jest *np.* eter.

Parcie wywierane przez atmosferę na wszystkie płyny, podaie bardzo prosty sposób na wyrachowanie ciężaru pionowego słupa powietrza, o podstawie danéy. Bierze się zakrzywiona rurka szklanna AB, fig. 2, przeszło 8 decymetrów długa i zamknięta w końcu A; po nalaeniu iéy dobrze oczyszczonym merkuryuszem, ustawia się w położeniu wskazaném na fig. 2. Wtedy merkuryusz opada w ramieniu dłuższém od punktu A, i zostawia po sobie doskonałą czczość w rurce; podnosi się zaś w ramieniu krótszém, zapelnia kulkę B, i zatrzymuje się w obu ramionach rurki w różnych wysokościach *mn*, i *pq*.

Wyobraźmy sobie krótsze ramie rurki przedłużone w górę aż do granicy atmosfery ziemskiej. Przedłużenie to w niczém niezmieni stanu równowagi w rurce; ale wtedy mieć będziemy dwa płyny, merkuryusz i powietrze, zamknięte w rurce zakrzywionéy.—Poprowadziwszy linią poziomą *p'q'pq*, ciśnienia na każdy punkt obu tych przecięć mnszą z obu stron być równe. Aże *p'q'*, znosi ciężar słupa merkuryuszu *p'q'mn*; zaś *pq*, znosi ciężar słupa powietrznego; a zatem ciężar słupa powietrznego, wyrównywa ciężarowi słupa merkuryuszu, kiedy oba mają równe podstawy.

Biorąc merkuryusz do doświadczenia, postrzegamy, że słup jego $p'q'mn$, nie jest wyższy nad 81 centymetrów, w miejscach najniższych na powierzchni ziemskiej. Lecz wysokość ta, a następnie i ciężar słupa powietrznego, zmieniają się nawet w témże samém miejscu, podług rozmaitego stanu atmosfery.

Tak więc, przy wszystkich doświadczeniach, przy wszystkich robotach, gdzie chcemy obrachowywać siły działające natury, trzeba zawsze uważać iaka jest wysokość słupa merkuryusza, który wystawia nam parcie powietrza atmosferycznego, wywarte na ciała w miejscu naszych robot i obserwacji.

Narzędzie którym mierzymy parcie powietrza, zowie się *ciężkomierzem* albo *barometrem*; powinni je znać i umieć się z nim obchodzić wszyscy ludzie poświęcający się mechanicznym sztukom. Sposoby robienia i sprawdzania dobrych barometrów, znajdują się po wszystkich traktatach fizyki.

Biorąc wodę do doświadczenia zamiast merkuryusza, ponieważ ona prawie $13\frac{1}{2}$ razy lżejsza jest od tego metalu, przeto słup iey $mnp'q'$, powinienby być $13\frac{1}{2}$ razy wyższy, żeby tyleż ważył. Dlatego też, kiedy merkuryusz podnosi się do 76 decymetrów, woda podchodzi w górę do $13,5 \times 76$, albo dokładniéj do 10,336 metrów. Chcąc zatem używać barometru nalanego wodą, dłuższe iego ramie powinno by wynosić prze-

szło $10\frac{1}{3}$ metrów. Narzędzie takie nie jest łatwe ani do zrobienia, ani do użycia.

Zmiany w temperaturze, wpływają znacznie na zmiany wysokości barometrycznych, na co względ mieć należy przy używaniu tego narzędzia. Obacz naukę 12tą o cieple.

Naypiękniejsze użycie barometru zachodzi przy mierzeniu wysokości gór. Nim je wyłożymy, zastanówmy się pierwéj nad ciężkością gazów w różnych wysokościach.

Kiedy powietrze atmosferyczne zostaje w spoczynku czyli w równowadze, powiedzieliśmy, że każdą iego cząstkę uciska ciężar pionowego słupa powietrznego, którego taż cząstka jest podstawą.— Lecz płyny sprężyste mogą się ścisnąć i przybierać objętość proporcjonalną ciężarom ie uciskającym.— Jeżeli więc podzielimy masę płynu takiego iak powietrze, na warsty poziome; wszystkie cząstki należące do iednéjże warsty i będące w téjże saméj wysokości, znosić powinny iednakowe ciśnienie, żeby zostały w równowadze. Gęstość zatem każdéj warsty pozioméj, wszędzie musi być iednakowa, lecz różna w różnych warstach; gęstość ta coraz bardziéj rośnie, schodząc na dół, a coraz ubywa postępując w górę.

Znaleziono, że gęstości warst powietrza idą w postępie ieometrycznym, kiedy ich grubości rosną lub ubywają w postępie arytmetycznym.

Piękna ta własność płynów sprężystych, z pomocą dwóch tylko obserwacji, posłużyła do

ustanowienia prawa na ubywanie gęstości wszelkich płynów powietrznych, i oznaczenie wysokości ich słupów, poczynając od miejsca obserwacji.

Mając zaś wiadomy ciężar słupa płynnego, w różnych jego wysokościach, można znaleźć wysokość jego, odpowiedną każdemu ciężarowi takiemu.

Barometr pokazuje zawsze ciężar słupa powietrznego, cisnący na merkuryusz w tém narzędziu. Jeżeli więc podnosząc się w górę po linii pionowej mierzyć będziemy wysokość podniesień i obserwować w każdym punkcie wysokość merkuryusza w barometrze, znajdziemy prawo podług którego ubywają gęstości warst atmosfery; a zatem potrafimy wyrachować całkowitą wysokość powietrzkregu.

Poznawszy to prawo, łatwo da się ułożyć skala, któraby na wszelką wysokość pionową nad lub pod poziomem danym, wskazywała odpowiedną wysokość do jakiej merkuryusz opaść lub podnieść się powinien w barometrze.

Do wymierzania zatem pionowych długości nad i pod poziomem, za podstawę wziętym, dosyć będzie uważać pilnie wysokość barometru przy końcu każdej z tych długości.— Tym sposobem wymierzają się z wielką dokładnością głębokości kopalń i wysokości gór, bądź od powierzchni jakiego gruntu wziętego za poziomą podstawę, bądź też odnosząc je do po-

wierzchni morza, iako poziomu ogólnego dla wszystkich wymiarów.

Pascalowi winniśmy pierwszą myśl użycia barometru do oznaczenia różnej gęstości powietrza, w różnych wysokościach; polecił on to doświadczenie szwagrowi swemu Perier, który je wykonał na górze Puy-de-Dôme. W sto pięćdziesiąt lat potem, fizyk Ramond wymierzył, przez obserwacje barometryczne, wysokość téż góry i gór pirenejskich z wielką dokładnością.

Zastanówmy się chwilę nad ważnemi wypadkami nauk fizycznych rachunkiem wspartych.— Przed trzema wiekami zaprzeczano ciężkości powietrza; dzisiaż taż ciężkość nie tylko jest powszechnie uznana, ale nawet obrachowana najszybciej, co do wszelkich zmian swoich, na punktach najważniejszych ziemi; miara téż ciężkości, przez barometr, zwiastuje nam zmiany nastąpić mające w temperaturze, przepowiada pogodę, śloty, burze, a czasem nawet trzęsienia ziemi; ta ciężkość oznajmuje żeglarzom i wędrowcom grożącą nawałność i wichry, równie iak powrót ciszy i pokoju; broni ich zatem od zguby i niebezpieczeństw przez to samo, że je przewidywać uczy. Nakoniec, ta ciężkość powietrza w ręku mechanika i ieuometry, umiejącego ją mierzyć miarą liniową, staie się elementem ułatwiającym graficzne jego roboty, i porównanie z sobą wysokości miejsc przedzielonych wielką odległością lub nieprze-

bytą zawadą. — Takie połączenie rachunku, ieometryi, i mechaniki, doprowadza stopniami rozum człowieka do poznania praw i działań natury.

Przy budowaniu machin na miejscach bardzo niskich lub zbyt wyniesionych, iak *np.* w głębiach kopalni i na górach, jeżeli płyny sprężyste mają być w nich działaczami, wielkieby uchybienia popelniono, niedając względu na różnicę w gęstości i parcia powietrza, pochodzącą z różnej wysokości warst jego.

Obaczymy, że parcie, nawet zwyczajne, atmosfery stało się w działaniu pewnych machin iednością prawie miarową.

Mówimy naprzykład, że machina parowa sprawuje parcie 1,2,3,4... atmosfer, podług tego, iak sprężystość i ciśnienie pary równoważy się z poiedynczym, podwóynym, potróynym, poczwórnym... słupem merkuryusza, który sam wyrównywa prostemu ciśnieniu naszéy atmosfery.

Naznaczając 10 metrów wysokości dla słupa wody, wyrażającego średnie parcie atmosfery, parcie to wynosić będzie ieden kilogram na każdy centymetr powierzchni ciśnionéy; — a zatem jeżeli powierzchnia wystawiona będzie na parcie 2*ch*, 3*ch*, 4*ch*, ... atmosfer, każdy iéy centymetr kwadratowy znosić będzie 2, 3, 4, ... kilogramy ciśnienia. (*)

(*) W obserwacyach barometrycznych, czynionych przy wymiarze wysokości, koniecznie względ mieć potrzeba na zmiany termometru czyli cieplomierza.

Weźmy teraz pod uwagę dwa płyny powietrzne, różnéy ciężkości gatunkowéy, zamknięte w iedném naczyniu; cięższy z nich зайmie naturalnie część dolną naczynia lub rurki, lżeyszy zaś unosić się będzie po wierzchu; przedział zaś obu płynów oznaczy warsta we wszystkich punktach pozioma.

Zmieszaemy naprzykład powietrze atmosferyczne z gazem kwasu węglowego. Gaz ten iest płynem powietrznym, który się wydobywa w postaci bulek, tak licznych, przy nalewaniu pieniącego się wina szampańskiego, piwa, i niektórych wód mineralnych; dobywa się on także z kredy i z wielu innych istot. Gaz ten węglowy cięższy iest od zwyczajnego powietrza, i dlatego займаie zawsze miejsca nizkie na powierzchni ziemi. Przytomność jego przez to daie się poznać, że zabija zwierzęta nim oddychające i gasi świecę w nim zanurzoną. Znajdują się iaskinie napelnione tym gazem, iak *np.* sławna *psia grota* przy Neapolu, zamykająca pewną ilość gazu tego. Człowiek stojący w niéy prosto, sięga swoją głową wyżej nad warstę oddzielającą w grocie téy gaz węglowy od powietrza zwyczajnego; oddycha więc wolno, i jeżeli trzyma gorejącą świecę podniesioną, ta pali się iak zwykle; lecz gdy zniży ją do warst dolnych, zaiętych gazem węglowym, światło iéy natychmiast gaśnie; gdyby zaś sam się schylił, zarazby się udusił; iak tego doznają psy, które niemogą podnieść głowy dość wy-

soko dla oddychania zdrowém powietrzem, znajdującem się nad górną warstwą gazu węglowego.

Płyny zatem powietrzne, zachowują się z sobą tak, iak i ciecze różnéj ciężkości gęstokwéj; można je nawet przelewać z iednych naczyń do drugich, i chemicy odbywają ustawicznie podobne działania za pomocą *wanienki pneumatycznój*.

Przejdźmy teraz do równowagi ciał pływających w płynach powietrznych.— Warunki téj równowagi i stałości, są także same, iak i dla ciał pływających po płynach ciekłych, to jest: *1o*d. ciężar całkowity ciała pływającego, wyrównywać powinien ciężarowi gazu przez nie wypartego; *2re*. środek ciężkości ciał pływających; powinien być na iednéj linii pionowej ze środkiem gazu wypartego nakoniec, *3cie*. dla stałej równowagi, środek ciężkości ciała pływającego, powinien padać niżej punktu, który nazwaliśmy *zaśrodkiem*.

Nieznamy żadnego ciała stałego, któreby samo przez się było gatunkowo lżeysze od powietrza atmosferycznego. Lecz zamykając inny gaz lżeyszy od powietrza, w pokrywę z ciała stałego, możemy uczynić ią lżeyszą od powietrza będącego przy powierzchni ziemi.— Tak właśnie robią się balony powietrzne.

Balon, będąc lżeyszy od powietrza przy powierzchni ziemi, podnosi się w niem do warstw górnych, aż póki ciężarem swoim niewyró-

wna ciężarowi wypartego przez siebie powietrza.— Obaczmy iak warunki równowagi i stałości zachowują się przy budowie balonów zwyczajnych.

Powłoka z gumowanój kitayki, napelnia się naylżeyszym ze znanych gazów, iakim jest dotąd gaz wodorodny.

Powstaie tym sposobem kula AB, fig. 4, powleczone z wierzchu siatką iedwabną, do którój u dołu przywiązanie się mała łódka, gdzie wsiadają osoby chcące odbyć żeglugę powietrzną z balonem.

Jeżeli ciężar całego balonu tak obciążonego, mnieyszy jest od ciężaru wypartego powietrza, takiéjże samój objętości, balon pójdzie w górę; aże jest symetryczny względem osi pionowój, przeto wznosić się będzie pionowo.

Że zaś łódka z ludźmi w niéj będącemi jest bardzo ciężka w porównaniu z gazem wodorodnym, środek zatem ciężkości całego układu będzie w G, bardzo blisko łódki; środek zaś ciężaru powietrza wypartego będzie w M, tuż przy środku C, balonu AB. Łatwo więc pojąć, że gdy łódka podniesie się cokolwiek *np.* na lewo, pionowa CB, fig. 5, wyrazi siłę popychającą balon z dołu do góry, pionowa zaś GF, wskaże siłę pchającą go z góry na dół; obie te siły wając się z sobą, działać będą na prostowanie całego układu: stałość więc utrzyma się w równowadze.

Dlatego chociaż balon idący w górę koły-

sze się w prawo i w lewo za powiewem wiatru; lub poruszeniem żeglarzów zawsze jednak usiłuje odzyskać położenie stałej równowagi swojej.

Kiedy żeglarze powietrzni chcą wyżej się podnieść nad punkt, w którym balon równoważy się już z wypartem przez siebie powietrzem, wyrzucają część ładunku obciążającego łódkę; kiedy zaś chcą się zniżyć, wypuszczają część gazu z balonu. — Łatwo sobie wytłumaczyć oba te skutki.

Gay-Lussac i Biot, wznosili się balonem do górnych warst atmosfery, dla uważania ię temperatury i gęstości w różnych wysokościach, zapomocą termometru i barometru. — W początkach rewolucyi francuzkiej, używano kilkakrotnie balonu do uważania obrotów i stanowisk wojska nieprzyjacielskiego, obserwując je z łódki balonowej przez narzędzia matematyczne, i w potrzebie rzucając na dół krótkie opisy obozów i poruszeń nieprzyjacielskich.

O pompach. Pompy, są to maszyny służące do podnoszenia płynów i gazów, w których są zanurzone, siłą ssącą i tłoczącą. Mówić naprzód będziemy o pompach podnoszących płyny ciekłe; potem zaś o pompach poruszających gazy.

Każda pompa ma postać walca wydrążonego, którego dolny koniec zanurzony jest w płynie; walec krótki i pełny, zwany *tłokiem*, wchodzi szczelnie w wydrążenie pierwszego walca, zwane *rurą* pompy. Trzonem utkwionym w tłoku, można go podnosić i zniżać w rurze. Nakoniec w tłoku jest otwór zamykany i otwierany bryłą konieczną czyli *kłapą*.

Kiedy kłapa jest otwarta, obie części rury przegrodzone tłokiem, komunikują z sobą; po zamknięciu zaś kłapy, całkiem są odosobnione.

Powietrze wywiera ciągle na ciała ziemskie ciśnienie, równe prawie ciężarowi słupa wody wysokiego na $10\frac{1}{3}$ metrów, gdyby nim zastąpiono powietrze nagle usunięte.

Przypuśćmy, że gdy dolny koniec rury, zanurzony jest w płynie, tłok pompy dotyka się powierzchni tegoż płynu; — obaczmy co się dzieje podnosząc tłok drągiem do jego trzonu przyprowadzonym.

Gdyby za podniesieniem tłoku płyn został w spoczynku, utworzyłaby się doskonała czczość między tłokiem, a tymże płynem; przeto w rurze pompy nie byłoby żadnego parcia na płyn. Lecz powierzchnia płynu, znajdującą się zewnątrz rury, ulega całkowitemu parciu atmosfery; zatem, podług praw równowagi wyżej wyłożonych, płyn będący pod pompą, powinien postępować w górę za podnoszącym się tłokiem, aż do wysokości odpowiedniej parciu atmosfery.

Daymy, *np.* że idzie o pompowanie wody. Jeżeli w barometrze nalanym wodą, uważać będę wysokość ię słupa podczas działania pompy, woda podnosząca się w rurze, stanie w równowadze z parciem atmosfery doszedłszy wysokości wskazanej na barometrze, to jest $10\frac{1}{3}$ metrów.

Gdyby zamiast wody, pompowano płyn od niej lżejszy, *np.* oliwę, płyn ten dla zrównoważenia się z parciem zewnętrznym atmosfery, podniosłby się wyżej niż woda; doszedłby on wysokości barometru nalanego oliwą.

Podnosząc zaś pompą płyn cięższy od wody, *np.* merkuryusz, płyn taki podniosłby się w rurze pompy daleko niż woda. — Wysokość tego metalu płynnego ledwieby doszła 76 centymetrów, rachując od poziomu morza, przy temperaturze topniejącego lodu.

Z tego wszystkiego pokazuje się, że podnosząc tłok w pompie, płyn postępuje za nim do pewnej tylko wysokości, zależącej od gatunkowej ciężkości tegoż płynu. Lecz doszedłszy tego kresu, iakkolwiekby wysoko tłok się jeszcze podnosił, płyn dalej za nim niepójdzie i zostanie w spoczynku. — Taki jest skutek ograniczony pompy, zwanej pospolicie *pompą ssącą*.

Od wieków znano pompę ssącą, nieznając prawdziwych przyczyn ię skutków. Przypuszczano bezzasadnie, że natura miała *wstręt od czczości*; że zatem do zapełnienia téj czczości, woda podnosiła się w rurze pompy za podnoszeniem tłoku. — Ale: dlaczegożby natura miała tylko wstręt od czczości, rozciągający się do $10\frac{1}{3}$ metrów wysokości w pompach wodnych? — Czemuż wstręt ten nie rozciągał się wyżej? — Czemuż dochodził on tylko do 76 centymetrów,

kiedy szło o podnoszenie merkuryusza w pompach? — Takie przecież były niedorzeczności dawnéj fizyki i niemowlęcy stan téj gałęzi mechaniki.

Niewiedzano nawet, że powietrze atmosferyczne ma ciężkość pociągającą je ku ziemi, równie iak żelazo i ołów. Dzisiaj nietylko znamy tę jego własność, lecz zaiomość ta stała się powszechną i gminną, a narzędzie mierzące ciężar atmosfery, iest w ręku osób niemających wyobrażenia o naukach fizycznych.

Przed kilką dopiero laty zaczęto brać parcie atmosfery za iedność miarową wielkich ciśnień pary wywieranych w machinach parowych, i iakieśmy powiedzieli, liczą się te ciśnienia na 1,2,3,4... atmosfer. Stróż pilnujący ognia w maszynie wielkiego parcia, i ten co czyści kocioł z osadu lub sadzy, wie dzisiaj na ile atmosfer podnosi się parcie w maszynie. Przed trzema zaś wiekami, nypierwsi filozofowie, niemieli iasnego wyobrażenia o ciśnieniu iednéj atmosfery. Otoż iakim sposobem nauki i światło, przechodzą od wyższych do niższych klass społeczności. Całe narody powiększają wiadomości swoje, siły i władze człowieka pomnażają się przez naukę, a gruntowne i razem powszechniejsze oświecenie, rozlewa coraz nowe dobrodzieystwa na społeczność ludzką.

Przywiedzimy tu kilka szczegółów ściągających się do budowy pomp. — Zamiast rury, wszędzie równéj średnicy, tab. V, fig. 6, doświadczenie pokazało, że lepiéj zmniejszyć średnicę dolnego iéy końca *AA*, dokąd tłok pompy niedochodzi. Węższą tę część *AA*, zowiemy *kanatem ssącym* albo *smoczkiem*, który u dołu *EE*, iest rozszerzony dla ułatwienia wstępu wodzie. Weyście to zamyka się podziurawioną blachą lub deską albo też kratą, żeby obce ciała, znaleś się mogące w studni, niemogły weyść do kanału ssącego, i zatknąć lub popsuć klap *S, S*. Oba walce *BB, AA*, w zetknięciu mają dwa rąbki *CC*, ściśnione przez śruby z mutrami, i przełożone ciałem ściśliwém, iakiém iest rzemień, dla zatkania najmniejszych szparek między rąbkami

Klapa *S*, znajduje się w płaskiéj przegrodzie, przy złączeniu rury z kanałem ssącym. Tłok *P*, obwii się rzemieniem, żeby szczelniey przystawał i z mniejszym tarcie poruszał się we wnętrzu rury, niż gdyby tylko był drewniany. Dają się też czasem tłoki mosiężne. — Otwór w tłoku ma mniejszą od niego średnicę; aże klapa iego podnosi się tylko do połowy, przez co otwór ten bardziéj się ieszcze zwęża, przeto słup wody przechodzący przez

tłok, iest dosyć cienki w porównaniu z rurą pompy. Można więc kanałowi ssącemu dawać średnicę znacznie mnieyszą od rury pompowéj, bez powiększenia przez to prędkości wody przeciskającej się przez tłok.

Uważamy teraz pompę w ruchu. — Gdy tłok iest na samym dole, obie kłapy są zamknięte własnym ciężarem. Podnosząc tłok do góry, woda podnosi się w kanale ssącym i wypycha powietrze w nim będące do rury, która wchodzi do niéy przez klapę *S*. Zniżając tłok, powietrze zamknięte pod nim w rurze, podniosłszy klapę tłokową uchodzi zewnątrz. Tym sposobem po kilkakrotném podniesieniu i znizeniu tłoka, powietrze zajmujące część rury przezeń przebieganą uchodzi zupełnie, a na iego miejsce słup wody się podnosi, otwiera sobie kłapy i dostaje się nad tłok, skąd boczną rurką wylewa się zewnątrz pompy.

Pompa ssąca, przez nas tu opisana, ma tę wadę, że trudno spoić rurę z iéy kanałem ssącym tak szczelnie, żeby powietrze zewnętrzne niedostawało się do wnętrza pompy, i niesprawiało oporu podnoszący się wodzie. Rzemień bowiem obwiiający tłok, skoro nieiest dosyć zwilżony, zostawia szpary do wolnego przeyscia powietrza zewnętrznemu; dzieie się to zwykle kiedy pompy rzadko działają, iako też podczas wielkich upałów. Wtedy leie się zwykle pierwéj woda zwierzechu na tłok dla zwilżenia i zgrubienia skóry, a pompa skuteczniey działać zaczyna.

W czasie działania pompy, woda wciągana podnosi się z prędkością odpowiedną parciu atmosfery. Gdyby prędkość tłoka przewyższała prędkość płynu, utworzyłaby się czczość pomiędzy płynem i tłokiem. — Za każdém podniesieniem tłoka, czczość ta corazby się powiększała i stałaby się nareście tak wielka, że tłok po znizeniu się, niedotknąłby słupa wody. Zatem zbyt prędko pompując, możnaby wody wcale niewypompować.

Dotąd uważaliśmy rurę pompy i kanał ssący iako pionowe, gdyby zaś były pochyle, zawsze do rachunku ciśnień i podniesień wody brać należy wysokości pionowe. Lecz trwanie podnoszenia się wody i działanie pompy tém będzie dłuższe, im kanał ssący i rura, bardziéj są pochylone do poziomu.

Ograniczona wysokość, do iakiéy można podnieść wodę przez pompy ssące, zmusza częstokroć do użycia pompy tłoczącéj.

Pompy tłoczące. W pompie ssącéj, rura pompy i tłok są nad

powierzchnią wody; w pompie zaś tłoczący, zanurza się kłapy i tłok pod wodę.

Kiedy tłok opada, woda przeciska się przez klapę tłokową na wierzch, układając się do równowagi z wodą zewnętrzną wodozbiorną. Kiedy tłok się podnosi, kłapa się jego zamyka, a tłok znajdującą się wodę nad sobą podnosi, czyli iak mówimy tłoczy do góry.

Skutki pompy ssącej i tłoczącej są całkiem różne; pierwsza podnieść tylko może wodę najwyższą do $10\frac{1}{2}$ metrów; druga zaś do iakićkolwiek nieograniczonej wysokości. Budowa pompy tłoczącej z iedną klapą w tłoku jest następująca.

Tab. V, fig. 7 i 8; — tłok podobny iak w pompie ssącej z tą różnicą, że trzon jego idzie nadół, i przytwierdza się do dolnej poprzecznej belki w ramach, które się poruszają drągiem pionowym, przytwierdzone do górnej ich belki.

Do rury C, w której chodzą tłoki, przyda się rura B, zakrzywiona, żeby trzon wierzchni I, mógł stać w kierunku osi walca C; rurą B, podnosi się woda do miejsca pożądanego.

Kłapka x, znajdując się powinna nad tłokiem, nie zaś pod nim, iak w pompie ssącej. Kłapka ta zamyka się kiedy tłok opada, a woda podniesiona już nad nią, przez wtłoczenie, niemoże nadół opadać; gdy tymczasem każde poruszenie tłoka, nową do niego ilość przyda. Ilość wody podniesionej za każdym poruszeniem tłoka, wyrównywa iloczynowi z przecięcia rury i drogi przebieganej za każdym razem przez tłok.

Lecz sączenie się wody bądź przez szpary między klapami, bądź też pomiędzy rurą pompy i tłokiem, zmniejsza znacznie tę ilość. Opory przeciw podnoszeniu się wody tym są mniejsze, im otwory kłapowe są większe, w porównaniu z obszernością rury.

Pompa tłocząca z tłokiem pełnym. Tab. V, fig. 9. Wystawmy sobie rurę pompy C, pionową, w której chodzą tłoki pełni P, poruszani trzonem pionowym. Rura zakrzywiona MN, pozioma w części M, przytykająca do rury C, dalej zaś wznosi się pionowo. Kłapa S, zabrania opadać wodzie podniesionej już w rurze N; kłapa a, niedozwala odpływać wodzie weszłej do rury C, podczas zniżania tłoku. Obie kłapy i tłok, znajdując się pod wodą. — Iak kiedy tłok się podnosi, woda ciśniona powietrzem zewnętrznym, podniosszy klapę x, wchodzi w rurę pompy i w część poziomą M; wtedy kłapa S, ciśniona wodą zebraną w N, i nadto jeszcze

ciężarem atmosfery, zamyka się i niedozwala odpływać wodzie podniesionej, do N; — 2re. kiedy tłok P, opada, kłapa x zamyka się działaniem połączonego ciśnienia podniesionej wody i naciskającego ją tłoku. Woda ta niemożąc odpłynąć przez zamkniętą klapę a, otwiera klapę S, i podnosi się w rurze N.

Pompa ssąca i tłocząca razem. Tab. V, fig. 10. — Podniosszy cały mechanizm dopiero opisany nad powierzchnią wody, i przedłużwszy rurę pompy nadół pod wodę, utworzy się pompa ssąco-tłocząca.

Leżąc rury do pomp z metalu, kanał ssący robi się albo z iednej sztuki szerszej u dołu, albo z dwóch sztuk ześrubowanych z sobą, z których dolna jest ostrokątem ściętym.

W pompach ssąco-tłoczących, ruch tłoku tak urządzać należy, żeby ten nigdy niezażył zupełnie kanału ssącego. Jeżeli to się stało, wtedy dla braku powietrza między tłokiem a klapą a, tłok ten, podnosząc się, musiałby pokonywać całkowity ciężar ciśnający nań atmosfery. Stąd to pochodzi, iak uważa Belidor, że pompa przestaje czasem nagle działać bez żadnej na pozór przyczyny, i kilkakrotne iey rozbiieranie i przeglądanie, żadnej niewykazuje wady.

Gdyby pompa ssąco-tłocząca niewymagała większej siły do podnoszenia tłoku iak do zniżania, byłaby doskonała; rzadko wszakże znaleźć pompy tak dobrze zbudowane. Dlatego kombinują się dwie podobne pompy, działające naprzemian, to jest kiedy w iednej z nich tłok się podnosi, w drugiej tymczasem się zniża. Podobny układ stosuje się szczególniej w pompach parowych.

Pompa Belidora, tabl. V, fig. 11, niema téj wady, żeby zostawiała miejsce próżne między tłokiem i klapą pod nim będącą. W niej rura boczna do podnoszenia wody nieprzytyka u dołu do rury połączonej z kanałem ssącym. Otwór w tłoku jest bardzo mały, tłok zaś sam metalowy z dwiema kłapkami na osiach osadzonymi. Rura pompy okryta jest walcem z lanego żelaza, w którego dnie górnym jest szyja żelazna, wyłożona skórą, przez którą przechodzi trzon tłoka. Trudne zabronienie przeyscia wodzie przez otwór w górnym podstawie walca, którego tłok przechodzi, jest niemałą wadą zmniejszającą skutek pompy Belidora; ma ona iednak tę korzyść, że w niej woda znajduje się zawsze nad i pod tłokiem; a zatem powietrze niemoże się dostawać do wnętrza pompy przez tenże tłok, iak to zwykle się zdarza w zwyczajnych pompach, ssąco-tłoczących.

Pompa ssąco-tłocząca z tłokiem przewróconym. Rura pompy otwar

ta jest u dołu; tłok działa pod spodem całego mechanizmu; rurka boczna wprowadza wodę do pompy; kłapa ssąca znajduje się w przegrodzie, między rurą pompy a wodozbiorem. Budowa takich pomp jest bardziej zawiślana, i wymaga osobnych ram żelaznych do poruszania tłoku. Niezasługują one wcale na pierwszeństwo przed opisanymi wyżey pompami.

W opisanych dotąd pompach woda nieciągle wylewa się przez rurę boczną, lecz przerwami w czasie pionowo-powrotnego ruchu tłoków.

I tak, w pompach ssących następuje wylewanie się wody przy podnoszeniu tłoku, a ustaie przy jego opadaniu.

Podobnie się dzieie w pompach tłoczących i w ssąco - tłoczących których tłok działa z dołu pod górę; przeciwnie zaś dzieie się w pompach, z tłokiem działającym z góry na dół. Takie przerwy mają wielką wadę stąd, że pompy wymagają nierówny siły poruszających, która się bardziej powiększać musi w czasie wylewu wody, niż kiedy wylew ustaie. Podawano różne sposoby na poprawienie téj wady; pierwszy z nich zasada się na przydawaniu do pomp powietrznego dzwonu; drugi na połączeniu dwóch lub więkzey liczby pomp, z iedną rurą podnoszącą wodę; trzeci na umieszczeniu dwóch działających tłoków w iedny rurze pompy. Zastanowimy się kolejno nad trzema tymi sposobami.

Pompy z dzwonem powietrznym, tab. V, fig. 12. Rura pompy C, dzwon powietrzny do niéy przysrubowany R; kłapa przedzielająca rurę z dzwonem S; — Kanał ssący T, przytyka do rury pompy. Rura boczna podnosząca EE. Oba te kanały, ssący i podnoszący, mają klapy zabraniające powrotu wodzie podniesionéy. Tłok pełny P, uciska wodę z dołu do góry, poruszając się za pomocą ramy żelaznéy. Po kilku uderzeniach tłoku, woda wypełnia kanał ssący i rurę pompy; wtedy za każdym podniesieniem tłoku, woda wlewa się do dzwonu i ściska będące w nim powietrze. Część wody wprowadzonéy do dzwonu, przechodzi do rury podnoszącéy,

Skoro tłok opadać zaczyna, woda ciężarem swoim zamyka kłapę dzwonu, sprężyste powietrze w nim ściśnione oddziaływa i wpędza wodę do rury podnoszącéy. Woda zatem podnosi się w rurze podnoszącéy, i przy opadaniu i przy wznoszeniu się tłoka. Podnoszący się tłok wypycha dwa razy tyle wody, ile iéy w tymże samym czasie wejść może do rury podnoszącéy; otwór zatem którym woda wchodzi do dzwonu, powinien być większym od otworu prowadzącego do rury bocznej. — Przydany dzwon powietrzny do

pompy, niepowiększa siły poruszających, lecz tylko skutki iéy robi regularniejsze. Z resztą, pompy takie niezawsze do równy wysokości podnoszą wodę; są chwile w których podniesienie to dochodzi swoiéy *naywiększości*; co się zdarza kiedy powietrze w dzwonie jest *naymocniéy* uciśnione, a tém samém oddziaływa z *naywiększą* siłą.

Układ wielu pomp połączonych z iedną rurą podnoszącą. Na fig. 13, tab. V, widać tylko dwie pompy tłoczące M, N, połączone sposobem zwyczajnym z widłową rurą T. Rura podnosząca wodę dostarczającą z pomp jest E; obie pompy tłoczące są równoległe; ieden z tłoków opada, kiedy drugi się podnosi, a zatem woda zawsze jest tłoczona do góry, i ciągle się wylewa przez górną część rury podnoszącéy.

Pompa Trevithicka, tab. V, fig. 14. Główna rurka pompy P, mniejsza rurka pompy p. Trzony tłoków działających w rurach, połączone są poprzek w q, q'. — Tłok wielkiéy rury ma kłapę, drugi zaś jest pełny. Kiedy tłoki się podnoszą, woda z dołu podwójnie wciągana, podnosi się, i wielki tłok podnosi razem wodę nad nim już będącą. Kiedy tłoki opadają, woda z małej rury wchodzi do wielkiéy; a zatem woda w téj pompie ustawicznie się podnosi.

Na pokładach wielkich okrętów używają się *pompy z podwójnym tłokiem*, których szczegółowe części wystawione są na tab. VI. na fig. 1, 2, 3, a, b, c, d, e, f, g. — Figury 1 i 2, wystawiają *elewacyą* pompy z dwóch stron pod kątem prostopadłym do siebie; — S, fig. 1, wystawia tak zwane *wiaderko* (chopine), które odjąć można. Jest ono podziurawione i przykryte półkolistymi kłapami. — P, Q, są dwa tłoki; trzon doluego tłoka przechodzi przez górny, otworem kołowym szczelnie do niego przystającym. Korbą MM, porusza się wał A, z przechodzącą przezeń belką T, do której, końców przytwierdzone są trzony obu tłoków. Nadając ruch obrotowo-powrotny korbie, iedno ramię belki T, podnosi się, a drugie się zniża, przeto ieden z tłoków opada, kiedy drugi idzie w górę. Taki jest ruch w pompie z podwójnym tłokiem.

Fig. 3, wystawia przecięcie dwóch tłoków na większy skali. Figury a, b, c, d, okazują wiaderko S, z fig. 1; — a, przecięcie wiaderka podług osi pionowéy; — b, rzut poziomy iego wierzchu; — c, sztukę w której znajduje się kłapa; — d, téż samą sztukę opatrzoną we dwie klapy.

Figury e, f, g, wystawiają szczegóły tłoku; — e, jest część pośrednia służąca do utrzymania skóry; — f, wierzch tłoku z dwiema kłapami; — g, część spodnia tłoku.

Pod rurą pompy wyobrażoną na fig. 1 i 2, przydaie się kanał ssący. Woda w miarę swego podniesienia, wylewa się otworem kołowym O, fig. 1 i 2. — Pompa ta wymaga wielkiej dokładności w budowie, ale też wielkie sprawuje skutki.

Fig. 6, tab. VI, wystawia pompę ssącą z *tłokiem obracającym się* na osi poziomej, którą winniśmy panu Bramah. Rura pompy jest walcem kołowym z poziomą osią; oba dna jego, metalowe, przyśrubowane są do brzegów walca. Podstawy te kładzione są na skórze dla utrudzenia przechodu wodzie lub powietrzu. Tłok obracający się PP, składa się z dwóch skrzydeł, osadzonych na osi, każde z klapą u góry; — S, przegroda pionowa szczelnie przedzielająca stronę prawą od lewej w półwalcu będącym pod tłokiem. Kiedy skrzydła tłoku podnoszą się i zniżają, np. kiedy prawe P opada, klapa jego podnosi się; klapę zaś drugiego skrzydła zamyka wtedy ciężarem swoim woda będąca już w górnej części walca. Płyn znajdujący się na stronie P, przechodzi do górnej części C. Kiedy potem tłok się porusza w stronę przeciwną; wtedy klapa P, otwiera się, klapa zaś P, zamyka się. Woda tym sposobem ustawicznie podnoszona, przechodzi do rury pionowej.

Figury 4 i 5, wystawiają zastosowania poprzedzające pompy, do tak zwaney pompy ogniowej czyli *sikawki*, do gaszenia pożaru służącej.

Tłok porusza się podwójną rękojeścią, która się podnosi i zniża. Pompująca rura zajmuje koniec jeden skrzyni, której pozostała przestrzeń, napelnia się wodą do zasilania pompy. Widać tu dzwon powietrzny R, ustawiony nad rurą i służący do ciągłego podnoszenia i wylewania wody. Cały układ pompy, z beczką i rękojeściami, mieści się na wozie o czterech kołach.

W Anglii służba ogniowa do gaszenia pożaru, odbywa się ze szczególniejszym porządkiem i staraniem. Zajmują się nią towarzystwa, zabezpieczające szkody poniesione od pogorzeli, za pewną opłatę. Urządzone tam są kompanie pomp ogniowych z końmi i ludźmi, gotowe nieść ratunek w każdej potrzebie.

Rury rozprowadzające wodę po ulicach Londynu, mają na sobie w pewnych odległościach pionowe kanały, wychodzące na powierzchnię bruku, i przykryte śrubowaną nakrywą, łatwo się odcymująca. Skórzana rura zakończona mutrą podziurawioną, przyśrubowuje się w potrzebie, zamiast pokrywy do kanału, który tym sposobem obficie dostarcza wody, prowadzonej rurą skórzaną na miejsce pożaru. Sposób ten daleko jest łatwiejszy i prędzyszy od

zwyczajnego u nas podawania wiader z rąk do rąk, które odbywa się zbyt powolnie i zajmuje wiele osób.

Pompy ogniowe angielskie zasługują jeszcze na uwagę dla sposobu iakim siła ludzka zastosowana jest do ich poruszenia. Oś pozioma przechodzi poprzek w połowie drąga, którego ruch obrotowo - powrotny, porusza oba tłoki w pompie. — Do poruszania zaś tego drąga przydaie się rama, której dwa dłuższe boki równoległe do osi poprzecznej, służą za rękojeści. Z każdej strony dwaj lub trzy ludzie wywierają siłę rąk na te rękojeści. Prócz tego, na obu końcach osi znajdują się dwa małe poprzeczne drążki, zakończone łukiem kołowym. U góry każdego z tych łuków, przymocowany jest łańcuch, na którym wisi stopień poziomy, równoległy do rękojeści. Pompiarze siedzący na osi, iakby na koniu, następują nogą kolejno na prawy i lewy stopień, pochylając naprzemian ciało swoje na jedną i na drugą stronę, i tym sposobem udzielają maszynie znaczną siłę poruszającą.

Użycie takie siły ludzkiej, warte jest uwagi i naśladowania. Pompy ogniowe angielskie, mają tę wyższość nad naszymi, że w nich siła ludzka niepodnosi kolejno całego układu nagle z jednej, a potem z drugiej strony, i niewstrząsa gwałtownie maszynę, co najprędziej ją psuje. Ciężar pompiarzy siedzących na osi rękojeści, przyczynia się do stałości całego układu, i niedozwala maszynie zbyt nie przeważać się z jednej na drugą stronę.

Pompa powietrzna albo machina pneumatyczna. Składa się ona z dwóch walców pionowych, równy średnicy; w każdy z nich wchodzi tłok ssący, t.j. działający przez wciąganie. Trzon każdego tłoku, opatrzony z jednej strony w zęby, zaczepia koło zębate, osadzone na końcu drąga, poruszanego korbą, i mającego podpórę stałą w miejscu przedzielającym oba walce. Z dolnej podstawy każdego walca, wychodzi kanał przytykający drugim końcem do wspólnego otworu w poziomym talerzu; przykrywa się ten talerz dzwonem szklanym, którego brzeg zetknięty z talerzem, obwodzi się tłustością, żeby zabronić przystępu zewnętrznemu powietrzu. — Poruszając tłoki ssące, powietrze zamknięte w dzwonie, przechodzi do walców, a ztamtąd do atmosfery, pozostając zaś w dzwonie, coraz bardziej się rozrzedza. Tym sposobem *wyciąga się* powietrze z dzwonu, i iak mówimy niewłaściwie, *robi się* czerpota.

Barometr włożony do dzwonu, pokazuje wysokością słupa merkurysu ciśnienie powietrza mniej lub więcej rozrzedzonego.

NAUKA JEDENASTA.



Sila wiatru; wentylatory; żegluga; wiatraki.

Sila wiatru ciągle objawia skutki swoje niemal na wszystkich miejscach ziemi; doskonała bowiem cisza i spokojność zwykle przez bardzo krótki czas panuje w powietrzu. — Z najmniejszego ruchu powietrza, kiedy ten spotyka iakąkolwiek zawadę, powstaie sila sprawuiąca fenomena, mniéy lub więcéy wyraźne, i przyiazne albo szkodliwe pracom przemysłowym.

Wiatry, w ogólnym układzie natury, znakomite czynią przysługi. Oczyszczaią różne miejsca z zaraźliwych wyziewów przez gnicié lub inne przyczyny nagromadzonych, i przynoszą świeże powietrze żywotne, bez którego istoty żyjące oddychać i żyć niemogą.

Człowiek umiał korzystać z ustawicznego prawie ruchu atmosfery, aby przez *wentylatory* czyli *wiatrociagi* odnawiać psuiące się powietrze na spodzie i między pomostami okrętów.

Bywaią to czasem walce z płótna, otwarte z wierzchu i zwrócone otworem ku stronie wieiącego wiatru; — powietrze zewnętrzne idąc za pędem siły ie poruszaiący, wchodzi do wentylatora i rozszerza się po wnętrzu okrętu, wypędzaiąc ztamtąd powietrze zepsute oddychaniem ludzi i wyziewami wielu istot podległych gniciu lub fermentacyi. — Pospolicie otwieraią się wszystkie okna i strzelnice dział okrętowych, ieżeli tego niewzbrania niebezpieczeństwo żeglugi; są to bowiem prawdziwe wentylatory, przez które wchodzące świeże powietrze ze strony wieiącego wiatru, wypędza otworami przeciwnemi powietrze zepsute.

Odkąd lepiéy nauczono się przewietrzać okręty i utrzymywać w nich statecznieysze ochłodstwo, znacznie się zmniejszyła ilość chorób powstaiących dawniéy podczas dłuższyć żeglugi. Niektóre z nich, iak *np.* szkorbut, prawie całkiem zniknęły iuż z mieszkań okrętowych.

Przez wentylatory, odświeża się także powietrze w kopalniach i więzieniach. Pobyt ludzi ciągle zamkniętych w iedném miejscu, iest nayeściéy przyczyną strasznych chorób zaraźliwych, do których należą owa gorączka więzienna i typhus, szerzące się niekiedy w społeczeństwie z taką srogością i klęską.

W kraiach, gdzie są szanowane święte prawa ludzkości, gdzie się zachowuią względy nawet dla zbrodniarzy, szczególniéy zaś dla podeyrzanych i ieszcze o winę nieprzekonanych, używaią

wszelkich sposobów sztuki, aby regularnie przewietrzać więzienia.

Ważném iest także przewietrzanie, sposobami sztucznemi, szpitalów; szczególniéy ze względu na stan chorowity tylu ludzi zgromadzonych w iedném mieyscu. U góry *np.* okien można przydawać małe okienka, i otwierać ie na całą noc, ażeby gazy szkodliwe, lżeysze od powietrza atmosferycznego, mogły uchodzić. Można także w podłogach pod łózkami, dawać małe otwory, przez któreby gazy zaraźliwe, cięższe od powietrza, uchodziły skutkiem własnéy ciężkości.

Żaluzie złożone z deszczulek iednakowéy wielkości i iednakowo pochyłonych, rozkładają siłę wiatru i zwracają go ku części górnéy pomieszkania, a tym sposobem mogą odświeżać powietrze i razem zasłaniać okna od zbytecznego światła lub całkiem ie zamykać.

Życzyć należy, ażeby podobnych sposobów używano do przewietrzania teatrów, tudzież izb i sal, na zgromadzenia publiczne, na bale, tańce, i na wszelkie zabawy gromadne przeznaczone.

Wielka ilość gorejącego światła w pomieszkaniu, tak znacznie wyczerpuie powietrze żywotne, iż trzebaby wszystkich używać sposobów na odnowienie powietrza zepsutego przez palenie się ciał i oddychanie osób zgromadzonych. Odświeżanie podobne chłodzi i zniża razem temperaturę, zwykle bardzo wysoką, w mieyscach zgromadzeń publicznych.

Wspomnić tu ieszcze wypada o małym wentylatorze, umieszczanym na rogu okna lub na środku tafli. Jest to kółko blaszane, obracające się w obwodzie stałym, złożone ze skrzydełek naksztaft małych sprych płaskich, iednakowo pochyłonych, które przyrównać można do skrzydeł wiatrakowych. Jakikolwiek iest kierunek wiatru, siła iego rozkłada się iednakowo na każde skrzydelko, i obraca kółko z tém większą prędkością, im znaczniejsza iest samaż siła wiatru. Wreszcie ruch ten niemoże się inaczéy odbywać, iak przez wchodzenie powietrza między skrzydelka i wciskanie się do pomieszkania.

Nayważniejsze zastosowanie siły wiatru iest w żegludze, tak przez rozległość swoich skutków, iako przez wielkość odnoszonych korzyści.— W Anglii 160,000 ludzi, zajmują się żegluga kupiecką, a 20,000 marynarką wojenną, i składają razem 180,000 maytków, nielicząc rybaków i przewoźników.— Przy pomocy wiatru, każdy z tych 180,000 ludzi, może przenosić 15,000 kilogramów; gdy własną siłą mógłby unieść naywięcéy 60 do 70 kilogramów, a na wozie uciągnąć 150 do 200 kilogramów.— Różnica przeto między 70*cią* a 150, naywięcéy zaś między 200*tą* a 15,000 kilogramami wyraża siłę wiatru pomagającą sile człowieka. Tym sposobem siłą wiatru, przydaie do siły 180,000 maytków siłę przenoszącą 2,664,000,000 kilogramów, na średnią długość drogi, którą okręt w roku od-

bywa.—Korzyść niezmierna którą natura przez żeglugę jednemu kraiovi przynosi.

Francya, której handel i żegluga dalekie są jeszcze od tego stopnia rozwinięcia, do iakiego doszły już w W. Brytanii, niepotrzebuje tak znacznych sił na przewożenie swych wyrobów.

Dawszy wyobrażenie o wielkim użytku poruszającej siły wiatru w żegludze, gdybym chciał wyklądać w szczegółach, iak się ta siła stosuje do okrętów rozmaitego kształtu, podług rozmaitego układu ich masztów i żagliów, potrzebaby osobnego na to dzieła.—Opowiem więc tylko, iak zapomocą wiatru, statecznie wieiącego w jedną stronę, żeglarz umie płynąć nietylko w kierunku pędu tegoż wiatru, lecz nawet dowolnie oddalać się od niego, czyniąc z nim kąt ostry z początku bardzo mały, potem coraz mniéy ostry, potem prosty, a nakoniec rozwarty, ażeby przez to mógł płynąć w górę wieiącego wiatru, ku iego początkowi.

Gdy bieg okrętu czyni iak tylko można największy kąt z pędem wiatru naturalnym, a tém samém najmniej z kierunkiem iemu przeciwnym, mówi się: że okręt *idzie na hys*, albo że *pływie tuż na wiatr*, (*navigue au plus près du vent*), to jest że się zbliża najbardziej do początku wiatru.

Postawmy okręt w takim położeniu, ażeby linia prosta idąca podług odśrodku rufy do środka sztaby, była w kierunku wiatru, który niech z tyłu uderza w okręt. Skierowawszy żagle prostopadle

do tego kierunku, będą one tak, iak i sam okręt, symetryczne względem płaszczyzny pionowej, idącej od środka rufy do środka sztaby—i niebędzie przyczyny, dla którejby okręt pochylał się bardziej na prawą niż na lewą stronę; póydzie zatem w kierunku wiatru.—Mówi się wtedy, że okręt *idzie z hyssem na prost*, albo że *ma wiatr z tyłu* (*marche vent arriere.*)

Jeżeli teraz ster okrętowy obrócimy w jedną stronę, okręt natychmiast zboczy w stronę przeciwną, i póydzie biegiem mniéy lub więcej ukośnym, zależącym od skierowania steru i żagli.—I tak, jeżeli wiatr uderza prostopadle w żagiel, siła iego całkowita w tymże kierunku działać będzie na maszt i na okręt, tak, że ten wprost dalej płynąć będzie.—Gdy zaś siła wiatru uderza ukośnie w żagiel, rozkłada się wtedy na dwie siły: jedną w kierunku płaszczyzny żaglu, która niesprawia żadnego skutku; drugą zaś prostopadłą do żaglu, wywierającą całkowity swój skutek na masztowanie i na okręt.

Gdy okręt *idzie na hys*, przód iego bliższy jest źródła wiatru niż tył, żagle zaś ukośne są do kierunku wiatru, i nawet ukośniejsze do niego, niż sam okręt. Wiatr więc uderzający o te żagle, rozkłada się sposobem już powiedzianym. Jedna z iego sił, działająca skutecznie, prostopadła do żaglu, rozkłada się znowu na dwie siły:—jedna z nich jest prostopadłą do szerokości okrętu, pcha i cofa okręt w tymże kierunku, lecz ruch ten do-

znaie ogromnego oporu i dlatego bardzo mało czuć się daie; — druga zaś siła równoległą będąc do długości okrętu, spotyka większy lub mniejszy opór i posuwa okręt daleko prędzcy w tymże kierunku, niż on się cofa w kierunku poprzecznym. Pomimo zatem cofanie się okrętu czyli *zbaczanie* zwane (*dérive*), okręt płynie przeciw wiatru, lecz po linii ukośney do niego. Chcąc przeto przepłynąć z iednego mieysca na drugie, oba leżące na linii prostey równoległey do kierunku wiatru, lecz żeglując przeciwko wiatru; trzeba przebyć pierwszą część linii łamaney, aż do punktu dostatecznie oddalonego od linii oznaczonoy kierunkiem wiatru. Przyszedszy zaś na wysokość środka wspomnianey linii, i złamawszy drogę w zygzag, zawsze w kierunku przeciwnym wiatrowi, lecz ku niemu czyli iak mówią *drugim burtem*; bieg ten przyprowadzi okręt na drugi koniec linii, z którę był wyszedł. — Tym sposobem robiąc dwa, cztery, sześć... złamań, można przepływać na morzu z iednego mieysca na drugie, żeglując naprzeciw kierunku wiatru.

Kształt żagli nieiest weale obojętnym dla przejmowania siły wiatru pędzacy okręt. — Przy równych powierzchniach i podstawach, środek ciężkości wyżey leży w żaglu tróykątnym, niż w prostokątnym. — Przy innych przeto okolicznościach równych, siła wiatru uderza z większém niebezpieczeństwem wywrócenia okrętu w żagle tróykątne, niż w czworokątne.

Żagle tróykątne (*łacińskie*), szczególnięy używane na okrętach morza śródziemnego, tę przynoszą korzyść, iż będąc bardzo wysokie, wierzchołkiem swoim przejmować mogą najmniejszy powiew wiatru, podczas lata, w licznych dolinach górzystych pobrzeżów Hiszpanii, Francii, Włoch, Korsyki, Sardynii i Grecii.

Lecz żagle takie nietak są powodliwe i snadne do kierowania, i iak iuż powiedzieliśmy, nietyle sprzyiają stałości okrętów, ile żagle czworoboczne. Stąd też okręty śródziemnego morza, przechodząc na burzliwy ocean, zmieniają żagle tróykątne na kwadratowe.

W miarę, iak coraz większych zaczęto używać okrętów, wypadało też pomnażać liczbę żagli, ażeby zbytnią wielkością swoią nieprzechodziły sił ludzi ie poruszających, nietylko w czasie pogodnym, ale oraz i podczas burz nuygwałtowniejszych.

Z tego powodu następnie wznoszono dwa, trzy, a nawet cztery maszty pionowe, oprócz masztu pochyłego na przodzie okrętu, i nadto rozłożono każdy maszt na dwie, trzy, a nawet na cztery osobne sztuki, z których każda unosi swój żagiel, tudzież drażki albo reie boczne, po prawey i lewey stronie, mogące się podnosić lub opuszczać podług potrzeby. Prócz tych żagli rozwiaiają się ieszcze inne tróykątne lub trapezowe między masztami pionowemi i masztem pochyłym.

Trudna to sztuka, wielkiego doświadczenia i

niepospolitéy trafności oka wymagająca, umieć oznaczyć: które ze wszystkich żagłów, przy danym kierunku wiatru i drogi okrętu, nayprzystoiciéy iest rozwinąć, iak ie skierować i ułożyć, które znowu żagle zwinąć bądź dla niezbożenia z rozpoczętéy drogi, bądź też dla iéy zmiany, stosownie do wskazanych warunków. Do podobnego manewrowania na morzu, kapitanowie okrętów wojennych i kupieckich posiadać muszą znościomości teoryczne i mieć wielką praktykę.

Przy wielu machinach, opór którego ciała bieżące doznają w powietrzu, bywa regulatorem hamującym zbytnią prędkość mogącą stać się niebezpieczną całemu układowi. — Nayprostszym tego przykładem iest *latawiec* czyli *bujadło* w kołowrotku kuchennym. — Obwód tego latawca składają małe blaszki, których płaszczyzny przechodzące przez oś koła, prostopadle są na kierunek swego obrotu. — Gdy ruch koła bardzo iest powolny, blaszki te bardzo małego oporu doznają od powietrza; lecz ten wzmaga się stopniami w miarę rosnącey chyżości koła; tak dalece, że wyraziwszy stopnie chyżości latawca przez liczby:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

liczby 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100.

wyrażać będą opory, iakich blaszki latawca doznają od bezwładności powietrza. — Jeszcze iedno zastosowanie oporu powietrza tu przywiedziemy.

Żagle okrętowe sprawiają skutek podobny do latawca, miarkując zbyt wielkie kołysanie się okrętu poprzeczne i podłużne. Wahanie się okrętu około osi pozioméy, idącey wzdłuż od rufy do sztaby, iest naysilnieysze, gdy płaszczyzna żagli prostopadłą iest do téyże osi, to iest gdy żagle są na płaszczyźnie kołysania się poprzecznego, któremu wtedy żadnego niestawiają oporu. Lecz w miarę odchyłania żagli od osi, im te większą stawiają powierzchnię kierunkowi poprzecznego wahanía się okrętu, tém uderzając o coraz większą masę powietrza, silnieyszego doznają oporu, dla którego buianie okrętu coraz bardziéy się zmniejsza. Widoczniéy daie się to postrzegać przy naglém zwinieniu żagli, wystawiających obszerną przedtém powierzchnią w kierunku ukośnym do bujania, tudzież gdy się rzuca kotwica i żegluga ustaie. — W téy to chwili mdłości morskie, od kołysania okrętu pochodzące, naymocniéy czuć się daia osobom nieprzywykłym do podobnych ruchów.

Ważne iest ieszcze zastosowanie siły wiatru do obracania młynów wietrznych czyli *wiatraków*.

Wiatr porusza koła tych machin, uderzając o wielkie ich skrzydła, któremi się wiatraki szczególniéy różnią od innych młynów.

Ten układ mechaniczny oczywiście służyć może do takich tylko robot, które niewymagają ciągle iednakowego stopnia siły i prędkości, i

niż *wiatraki pionowe*, których skrzydła są iakby promieniami koła pionowego. — Te przeto ostatnie szczególnię nas zatrudnią.

Wspomnę tu iednak o dowcipnym wiatraku poziomym, który widziałem blisko Londynu. Wystawmy sobie wysoką wieżę walcową, na której obwodzie porobione są liczne otwory podłużno-ukośne, któreby przyrównać można do żaluzii otaczających obwód walca. Wiatr wiejący w iakimkolwiek kierunku wciska się przez czwartą część ilości tych otworów do wnętrza wieży, w której działa zawsze iednakowym sposobem na żagle, rozpięte równolegle do krawędzi walca na kole poziomém, i obraca wiatrak, wychodząc przez otwory z przeciwnęj strony będące.

Zatrzymaymy się nad opisem wiatraków pionowych ze skrzydłami pionowemi. Żeby skrzydła te odbierały uderzenie wiatru, trzeba nakierować machinę tak, aby płaszczyzna pionowa obrotu tychże skrzydeł była prostopadła do kierunku wiatru. Dla tego wał poziomy, na którym osadzaia się skrzydła, leży na wierzchu wieży, wraz z dachem na obwodzie kołowym, i za pomocą wielkiego drąga, końcem iednym zbliżonego do ziemi, może się na nim obracać i skrzydłom nadawać kierunek stosowny.

W angielskich wiatrakach, fig. 1. T. VII. znajduje się małe kółko, którego skrzydła leżą na płaszczyźnie pionowój, przechodzącej przez pionową oś młynu. Gdy wiatr zbacza od téj pla-

szczyzny pionowój, uderza z boku o skrzydła małego koła, które udziela swego ruchu wałowi T, i kołom pochyłym R, N, S. Zęby S, sterczą na obszernęj kołowój koronie, łączący się z częścią wierzchnią młynu, obracającą się na wałkach r, r , które się toczą po kole drewnianém, leżącém na wiązaniu młynu. — Fig. 2, wystawia część korony kołowój S'S', zazębionęj w S.

Przez dowcipny mechanizm, na skrzydłach obracających się AA, fig. 1, tab. VII, rozpoztałe żagle same się zwiaiają, przy zbyt wielkim wietrze. — Każde skrzydło składa się z dwóch półdrabków mm, mm , w które wsuwać się mogą podpory ll, ll , dla wałków r, r, r , mających nawinięte na sobie żagle prostokątne. Widłowaty pręt tt , przytwierdza się do podpor ll, ll , każdego skrzydła. Wierzchołek a , widel tt , przybity iest do końca drąga złamanego abc . Żerdź ddd , zębata w d' , wysuwaiąc się zewnątrz, przybliża a , do dd .

Gdy prędkość skrzydeł przechodzi pewną granicę, siła odśrodkowa wypycha zewnątrz podpory ll, ll ; w tym ruchu krążki będące na osi każdego walca r, r, r , tracą się o belki stałe ff , nadaiąc walcom taki obrot, że żagle na nich się zwiaiają. W tymże czasie widła tt , oddalają a od dd , i wsuwaią żerdź dd , której koniec zębaty d' , przesyła swój ruch kołom pochyłym h , i wielkiemu krążkowi tt , podnoszącemu przeciw-wagę. Za zmniejszeniem się wiatru, przeciw-waga

opada i przymusza żagle do nowego rozwiania się.

Fig. 3, jest rzutem pionowym, na wielką skalę, połączenia drągów *abc*, fig. 1, i czterech skrzydeł około żerdzi *dd*.

Fig. 4, wystawia kształt walca żagielnego. Widać tu iak oś walca na końcach się utrzymuje, i iak walec sam toczyć się może po krążku małym *g*,

Na fig. 1, iest wielkie koło ostrokątne *XX*, udzielające wprost siłę wiatru szczególnemu mechanizmowi wiatraku.

Fig. 5, wyraża rzut skrzydła hollenderskiego, na płaszczyznę przechodzącą przez wał *AA*, unoszący skrzydła, i przez podłużną środkową sztukę *PP*, w skrzydle.

Wiatr rzadko działa w kierunku poziomym. Doświadczenie nauczyło, że chcąc otrzymać największy skutek siły wiatru, wał mający skrzydła niepowinien być poziomy, lecz pochylony od 8 do 15 stopni do poziomu. Gdyby skrzydła były na płaszczyźnie w poprzek prostopadłej do wału, oczywiście wiatr w nie uderzający niemógłby obrócić wału. Powinny więc one zbaczać od tego położenia, a to zboczenie musi być w iedną stronę dla wszystkich skrzydeł, ażeby rozłożona siła wiatru na płaszczyźnie każdego skrzydła, działać mogła na obrót wału w iedną zawsze stronę.

Smeaton, sławny inżynier angielski, czynił nad siłą wiatru doświadczenia, zasługujące na

tém większą ufność, iż zgadzaia się z wypadkami iakie upatrzył Coulomb na wielkich wiatrakach.— Dla większej regularności w doświadczeniach, zamiast bezpośredniej siły wiatru zmieniającej się co chwila, wolał on raczej poruszać model swego wiatraku przez siłę dobrze ocenioną, w powietrzu spokojnym. — Przez ten sposób mógł dokładnie oceniać prędkość skrzydeł obracających się w powietrzu. Nawiał on na wał poziomy, unoszący cztery skrzydła wzięte do doświadczenia, sznur z uczepioną na drugim jego końcu deską, którą obciążał ciężarem podług upodobania. Działanie skrzydeł zależało na podnoszeniu téj deski z większą lub mniejszą prędkością w czasie danym. Smeaton starał się naprzód oznaczyć stopień zboczenia czyli odchylenia od osi wału, nayprzyzwoitszy dla skrzydeł płaskich — i przekonał się: że ciężar potrzebny na zatrzymanie ruchu skrzydeł odchylonych na 35 stopni od osi wału, przewyższał ciężary iakich trzeba było na zatrzymanie biegu skrzydeł inaczey pochylonych, lecz z tą samą prędkością obracających się.

Podług doświadczeń Smeatona, ażeby skrzydła pewnej obszerności przesyłały regularnie największą siłę w czasie danym, odchylenia ich od płaszczyzny obrotu, powinny być między 15tą i 18tą stopniami;— skutek zaś ich porównany ze skutkiem skrzydeł odchylonych na 35 stopni od osi wału, iest znacznie większy, i ma się do skutku ostatnich iak 45 do 31.

Dostrzegł on nadto, iż odchylenie między 16^{ta} i 18^{ta} stopniami, wydaie skutek mało się różniący od *naywiększości* bezwzględny; to iest że powiększając lub zmniejszając o ieden lub o dwa stopnie odchylenie skrzydeł od płaszczyzny ich obrotu, bardzo mała okazuje się różnica w skutkach porównanych ze skutkiem *naykorzystniejszy*.

Smeaton czynił także doświadczenia ze skrzydłami, których powierzchnie niebyły płaskie, lecz *skośne* czyli *wichrowate*, i coraz mniej pochyłe, w miarę iak punkt skrzydła, w którym mierzy się ta pochyłość, oddala się od osi; — nie dostrzegł przecież aby wypadek był korzystniejszy, iak kiedy skrzydła są płaskie.

Przeciwnie, budownicy hollenderscy pochylaiać coraz bardziéj skrzydła w miarę oddalania się ich od osi.

Oto iest wykaz pochyień, następnych i coraz dalszych części skrzydeł, na płaszczyznę ich obrotu, które Smeaton uznał za *naykorzystniejsze*.

Kąt skrzydeł z płaszczyzną ich obrotu powinien mieć:

18°	19°	19°	16°	12° $\frac{1}{2}$	7°	
w $\frac{1}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{6}{6}$	długości skrzydła, poczynając od osi wału.

Naylepsze wiatraki we Flandryi francuzkiéj, uważane przez Coulomba, dają wypadki bardzo podobne do wypadków Smeatona. Pochylenia jednak różnych części skrzydła, między punktem *naybliższym* środka obrotu i punktem od niego

naydalszym, zmieniaia się od 30^{tu} do 12^{tu}, w niektórych wiatrakach, a w innych aż do 6 stopni.

Smeaton odmieniał także szerokość skrzydeł i znalazł, że dla *naylepszego* skutku, trzeba skrzydła szersze pochylać do wału pod większym kątem; że skrzydła szersze na końcu niż we środku, korzystniejsze są od prostokątnych; przy równych zaś powierzchniach, figura trapezułdaje się *naystosowniejsza*.

Smeaton przekonał się, że powiększanie powierzchni skrzydeł nad pewną granicę, raczy iest szkodliwe niż korzystne; gdyż powietrze uderzywszy niema dosyć wolnego miejsca do uchodzenia.

Smeaton chciał poznać przez doświadczenia stosunek między prędkością skrzydeł wolno się obracających, t. i. niepokonywających żadnego oporu, a prędkością skrzydeł poruszających iak *naywiększy* opór. Stosunek tych prędkości wypadł iak 3 do 2; to iest, że ieżeli skrzydła wolne w danym czasie robią trzy obroty, skrzydła wykonywające w tymże czasie *naywiększą* robotę, obróć się tylko dwa razy.

Dla iednegoż młyna, skutek użyteczny iest w stosunku prędkości wiatru. — A przeto, gdy prędkość wiatru staie się podwóyną, potróyną, poczwórną, skrzydła działaią podobnie z prędkością podwóyną, potróyną, poczwórną, i t. d.

Nakoniec, w czasie danym, skutek wiatraku

jest proporcjonalny kwadratowi z prędkości wiatru.

Postrzeżenia Coulomba, na wiatrakach Flandryi francuzkiéy, przekonały go, iż skutki użyteczne pięćdziesięciu przeszło wiatraków, stojących w około Lille i iednakowo położonych, są prawie też same, chociaż wiatraki te różnią się z sobą w budowie, w pochyłości wału do skrzydeł, i w urządzeniu samychże skrzydeł;—co dowodzi, że hollenderski sposób budowania znacznie zbliżony jest do *naywiększości* skutku.

Niebędziemy tu przytaczać drobniejszych szczegółów z doświadczeń, czynionych w celu wyznaczenia naykorzystniejszych stosunków między pochyleniem i liczbą obrotów skrzydeł wiatrakowych. W téy mierze odsyłamy do dzieł, wspomnianych wyżej sławnych inżynierów angielskich i francuzkich.

Podług Coulomba, następująca jest robota roczna wiatraków flandrskich. W roku średnim, każda wiatrakowa oleiarnia, wytłacza 400 beczek oleju. Sądzi on, iż ta robota odpowiada działaniu po ośm godzin na dzień w całym roku, z siłą podnoszącą 34.728 kilogramów o 1 metr na minutę.—Biorąc zaś za iedność dynamiczną czyli za *dynam*, (*), milion kilogramów, albo tysiąc beczek podniesionych o 1 metr; wypada praca dzienna wiatraków na $16\frac{2}{3}$ dynamów, do

(*) Patrz o *dynamie* koniec nauki XV.

których przydać ieszcze trzeba część trzecią na pokonanie tarcia.

Machina parowa Watta, mająca siłę trzech koni, wydałaby ten sam użyteczny skutek.

Stosując siłę wiatru do mielenia zboża, okazuje się, iż trzeba iednakowéy siły na zmiełenie 1,000 kilogramów zboża i na wytłoczenie $3\frac{1}{2}$ beczek oleju; siła ta równa się $5\frac{1}{4}$ *dynamom*.

NAUKA DWUNASTA.

o Ciepłiku.

Ciepłik, albo z ciał otaczających, wchodzi do naszego ciała i sprawia nam czucie ciepła; albo też wychodzi z nas do ciał zewnętrznych, i wtedy czujemy zimno. Przelewanie to ciepłika nietylko odbywa się między ciałem ludzkim i ciałami zewnętrznymi, lecz zachodzi pomiędzy wszystkimi ciałami w naturze, i sprawia ważne skutki dla przemysłu.

Wszelkie ciało im więcej nabywa ciepłika, to jest im bardziej się rozgrzewa, tém bardziej powiększa swoją objętość;—im więcej zaś ciała tracą ciepłika, to jest im bardziej stygną, tém bardziej objętość ich się zmniejsza. Dostrzeżona ta własność w ciałach, podaje sposób mierzenia ciepła zapomocą narzędzi. Ciała pewnej formy oznaczonej, wystawione na działanie ciepła, zmieniają widocznie swoje wymiary, i zmianę tę łatwo jest mierzyć, iak to

zobaczymy niżej mówiąc o *termometrach* czyli *ciepłomierzach*. Okażemy tu iak miarę tę potrafićno zrobić powszechną dla ciepła wszystkich ciał.

Żeby kilogram wody marznący ogrzać aż do punktu wrzenia, potrzeba pewnej ilości ciepłika, którą weźmiemy za podstawę czyli za iedność miarową ciepła wszystkich ciał.—Nazywać będziemy *thermem* albo *stopniem*, setną część téj ilości ciepłika.—Podzielimy na *sto stopni* stany ciepła albo temperaturę wody, której każdy kilogram polyka w sobie następnie 1,2,3.....100 thermów czyli częściek ciepłika (*).

Z doświadczeń poznano: ile, na każdy stopień przybywającego ciepła, przedłuża się wałek lub graniastosłup, którego długość wyrażona jest przez liczbę 1.000.000.

I tak... Stal niehartowana przedłuża się na . . .	10,79.
Stal hartowana w 65ciu stop. ciepła. . .	12,40.
Srebro czyste	19,09.
Miedź	17,17.
Mosiądz	18,78.
Cyna indyjska	19,38.
Cyna angielska	21,73.
Żelazo kute	12,20.
Drut żelazny	12,35.
Merkuryusz	184,77.
Złoto z kopalni.	14,67.
Platyna (podług Bordy).	8,57.
Ołów	20,48.
Flintglas angielski	8,12.
Szkło francuzkie	8,72.

(*) 80 dawnych stopni ciepła, wyrównywał stu nowym stopniom. Niebędziemy tu nigdzie używać dawnych stopni.

Z tablicy téy widać wielkie rozszerzanie się merkuryusza a małe szkła. Na tych własnościach przeciwnych, służących dwom tym ciałom, polega budowa *ciepłomierzów* (termometrów.)

Wyobraźmy sobie rurkę ze szkła doskonale walcową, z wydętą na jednym iéy końcu kulką znacznie większą średnicy niż walec. Niech na przykład średnica kulki wyrównywa dziesięć razy wziętą średnicę rurki. Objętość téy kulki będzie $66\frac{2}{3}$ razy tak wielka, iak objętość walca, mającego téż samą średnicę co rurka, a za wysokość średnicę kulki.— A zatem za każdą zmianą ciepła, objętość merkuryusza napelniającego kulkę, зайmie w rurce wysokość $66\frac{2}{3}$ razy większą lub mniejszą, niżby to uczynił słup merkuryusza, któryby zajmował w téż rurce wysokość równą średnicy kulki.— Tym sposobem rozszerzanie lub ściskanie się merkuryusza, na każdy stopień ciepła, staie się widoczném dla oka.— Na przydanéy tabliczce, do którój przykłada się rurka z kulką napelnioną merkuryuszem, poznacone są podziały odpowiadające wszystkim stopniom temperatury od *zera* aż do 100 stopni, a nawet i wyżéy tych granic.

Szkło rurki i kulki termometru, powiększa objętość swoją od ciepła, a zmniejsza od zimna; zmiany te wpływaią na wysokość, iaką przebiega merkuryusz w różnych temperaturach. Zaradza téy niedogodności sposób iakim się robią podziały na termometrach.

Przeprowadzaiąc ciała wyżéy wymienione

przez wszystkie stopnie ciepła, od nayniższych do naywyższych, postrzeżono, że niektóre z nich zmieniaią swoje objętości prawie proporcjonalnie. Takiemi są merkuryusz, szkło i metale w ogólności, oprócz stali hartowanéy.— Jednakowoż każde ciało stałe nierozszerza się na téż samą ilość, przybieraiąc równą liczbę stopni ciepła, począwszy od różnych punktów podziałki termometru.

A zatem niemożna mówić, że rozszerzanie się ciał, iest proporcjonalne ogrzewaniu czyli stopniom ciepła, na iakie téż ciała są wystawione; staie się ono coraz większe, w miarę podnoszenia się temperatury. I tak, metale bardziej się rozszerzaią między 200tą i 300tą stopniami, niż między 100nym i 200nym stopniem. Rozszerzanie się to nagle wzrasta, kiedy ciała zbliżaią się do punktu ogrzania w którém topić się zaczynaią.— Wszakże w praktyce sztuk niewymagających znacznych zmian ciepła, można bez wielkiego uchybienia przyiść: że ciała zmieniaią swoją objętość proporcjonalnie do ilości ciepła, którego nabywaią lub ustępuią.

Merkuryusz iest plynem nayiednostayniey rozszerzaiącym się między *zerem* i *stu* stopniami ciepła. Dla tegoteż używa się pospolicie do ciepłomierzów.

Woda nierozszerza się tak iednostaynie iak żywe srebro między *zerem* i *stu* stopniami; iak to okazuię następuiąca tablica wyięta z dzieła Thompsona:

STOPNIE Cieplomierza.	OBJĘTOŚCI wody.	RÓŻNICA objętości.	ROZSZERZENIA średnie na jeden stopień ciepła.
10°	1.00025		
15° 55	1.00091	0.00068	0.000123
21° 11	1.00197	0.00106	0.000191
26° 66	1.00332	0.00135	0.000243
32° 22	1.00594	0.00262	0.000472
37° 77	1.00908	0.00314	0.000566
48° 88	1.01404	0.00496	0.000447
65° 55	1.02017	0.00613	0.000367
87° 77	1.03617	0.01600	0.000720
100°	1.04557	0.00940	0.000768

Wszystkie ciała pokazują się nam w trzech różnych postaciach: iedne są *stałe*, iak drzewa, kamienie, kryształy, i t. p.; drugie zwykle *płynne*, iak żywe srebro, woda, oleie, i t. p.; trzecie *powietrzne* czyli *gazowe*, iak powietrze atmosferyczne, gaz wodorodny, para wodna, kwas węglowy, i t. p.

Wszystkie niemal ciała przez stosowne przybieranie ciepła, przechodzą następnie ze stanu stałego do płynnego, i z płynnego do gazowego. Też same znowu ciała przez uymowanie im ciepła, wracają ze stanu gazowego do płynnego, a z płynnego do stałego. Zmianom tych stanów, towarzyszą ciekawe zjawienia; obaczmy je na wodzie, która iest ciałem naypożyteczniejszym dla przemysłu.

Wziąwszy kilogram lodu, przejdzie on wszystkie prawa rozszerzania się i ściskania, właściwe ciałom stałym, w miarę iak przechodzić będzie przez stopnie ciepła, coraz wyższe lub niższe od temperatury topniejącego lodu

Rozdział ciepła między dwie równe bryły lodu, różnéj temperatury, odbywa się podług ogólnego prawa dla ciał stałych.— Tak *np.* zmieszawszy z sobą dwa kilogramy lodu lub śniegu, ieden ostudzony na 10, a drugi na 20 stopni niżéj *zera*, obu tych kilogramów temperatura po zmieszaniu będzie 15 stopni pod *zero*, tak dalece, że ieden kilogram nabywa właśnie tylu stopni ciepła, ile ich drugi stracił.

Podobnie, zmieszawszy razem kilogram wody ogrzanéj na 10, z kilogramem tegoż ciała ogrzanego na 20 stopni nad temperaturę wody wrzącéj; mieszanina będzie mieć 15 stopni wyżéj nad tęż temperaturę.— Podobnież zmieszawszy kilogram pary na 10, z kilogramem pary w temperaturze 20 stopni wyżéj lodu topniejącego, mieszanina, w objętości równéj objętościom tych dwóch kilogramów pary, podniesie się do 15 stopni nad *zero*.

Mieszając zaś kilogram lodu z kilogramem wody, prawo poprzedzające wcale się nie zachowuje. Żeby albowiem z téj mieszaniny powstała woda temperatury topniejącego lodu, powinien kilogram lodu mieć *zero*, kilogram zaś wody 75 stopni ciepła nad *zero*.— A zatém, żeby kilogram lodu temperatury *zero*, przemienił się na wodę także stopnia *zero*, powinien połknąć 75 *thermów*, czyli miarek cieplika.— Ilości téj połkniętego cieplika termometr, iak widzimy, wcale niepokazuje; zostaje ona ukrytą i iest częścią stanowiącą wodę.— Z téj przyczyny

cieplik ukryty w ciałach, bynajmniéj na termometr niedziałający, nazwano *cieplikiem utajonym*.

Toż samo się dzieje miesząc kilogram pary z $5\frac{1}{2}$ kilogramami wody podniesionéj do temperatury *zero*. Z mieszaniny otrzymuje się $6\frac{1}{2}$ kilogramów wody, ogrzanéj na 100 stopni, to jest do punktu, w którym woda wrząca przechodzić ma do stanu pary.— A zatém między ciepłikiem kilogramu wody ogrzanéj na 100 stopni, a ciepłikiem kilogramu pary téjże temperatury, jest różnica mogąca podnieść $5\frac{1}{2}$ kilogramów wody od *zera* do 100 stopni.— Można więc powiedzieć, że kilogram pary wodnéj, zamyka w sobie 650 thermów czyli miarek ciepłika więcéj, niż kilogram wody ogrzanéj na *zero*; i podobnie, że kilogram wody na *zero*, porównany z równą masą lodu stopnia *zero*, zamyka 75 thermów więcéj.— Poznanie to ilości utajonego ciepłika w wodzie i w parze, bardzo jest ważne do obliczania skutku machin parowych.

Wymieniwszy fenomena ciepłika, okazujące się na wodzie w trzech różnych stanach iéj skupienia, stałym, płynnym i gazowym, obaczmy podobneż działania ciepłika w innych ciałach.— Włożywszy kilogram żelaza, miedzi, merkuryusza, i t. p. do kilogramu wody ogrzanéj do iednakowego z niemi stopnia; ciepłik nieprzechodzi bynajmniéj z iednego do drugiego ciała. Jeżeli zaś temperatury ich będą różne,

następuje przeyscie pewnéj ilości ciepłika z ciała bardziéj ogrzanego do zimniejszego; lecz stopień wspólny potém temperatury obu ciałom niebędzie średnią arytmetyczną dwóch pierwotnych temperatur, iak to się działo z dwoma kilogramami wody.— A zatém ilości ciepłika zawarte w rozmaitych ciałach niesą równe; można je zaś wymierzać biorąc za iedność miarową ilość ciepłika podnoszącą kilogram wody na ieden stopień, a którą ilość nazwalismy *thermem*.

Tablica następująca wykazuje, iaką ilość ciepłika, wyrażoną w cząstkach iednego *thermu*, przybrać powinno każde ciało, żeby temperatura iego podniosła się o ieden stopień.

NAZWISKA CIAŁ.	CIEPLIK gatunkowy.	NAZWISKA AUTORÓW.
Woda zwyczajna.	1,0000.	
Lód	0,9000.	Kirwan.
Siarka	0,2085.	Lavoisier i Laplace.
Żelazo kute.	0,1100.	Ciż sami.
Miedź.	0,1111.	Crafword.
Spiż	0,1100.	Rumfort.
Zynk	{ 0,0943. 0,1020.	Crafword. Willeke.
Srebro	0,0820.	Willeke.
Cyna.	0,0475.	Lavoisier i Laplace.
Antymon	0,0645.	Crafword.
Złoto.	0,0500.	Willeke.
Ołów.	6,0282.	Lavoisier i Laplace.
Żywe srebro	0,0290.	Ciż sami.
Bismut	0,0430.	Willeke.
Wapno niegaszone	0,2169.	Lavoisier i Laplace.
Szkło	0,1929.	Ciż sami.

Kwas siarcowy, którego cięż: gat: 1,298.	0,6614.	Ciż sami.
Kwas siarcz: cięż: gat: 1,872.	0,6200.	Leslie.
Alkohol czyli wyskok winny.	0,3400.	Tenże.
Oliwa	0,6400.	Tenże.
Oléy lniany	0,5000.	Tenże.
Oléy lniany	0,5280.	Kirwan.
Terpentyna	0,4720.	Tenże.
Tran wielorybi	0,5000.	Crawford.

W tablicy téj widzimy, *np.* naprzeciw żelaza kutego liczbę 0,11. — To znaczy, że kilogram takiego żelaza ostygawszy na jeden stopień, traci ilość ciepła, mogącą podnieść na 0,11 stopnia kilogram ieden wody. Widzimy także, iż do przeyscia z iednej temperatury do drugiey, kilogram wody potrzebuie daleko większey ilości ciepła, niż wszystkie ciała tu wymienione.

Za pomocą téż tablicy, możnaby wyznaczać temperaturę mieszaniny dwóch którychkolwiek ciał w niéy wymienionych.

Dzieląc przez 75 każdą liczbę téj tablicy, iloraz wskaże wagę lodu, którą kilogram każdego z tych ciał może stopić, stygnąc na jeden stopień stu-stopniowego termometru. Właśnie też ilością stopionego lodu, wymierzano utalony czyli gatunkowy ciepłik ciał, w naczyniu zwaném *cieplikomierz*, które urządzili Lavoisier i Laplace.

Dotąd zajmowało nas prawo, podług którego ciepłik rozdziela się między ciała. Obaczmy teraz co się dzieie przy samém tworzeniu się ciepła, bądź przez tarcie, bądź przez gorzenie. Ostatni sposób dobywania i rozwijania ciepła, iest naydzielniejszy i powszechnie używany w machinach, których siłą poruszającą bywa ciepłik. Pominiemy do chemii należące szczegóły o gorzeniu ciał; nadmienimy tylko, że powietrze atmosferyczne, na stu częściach objętości swoiey, zawiera 79 części gazu *saletrorodnego* czyli *azotu*, niezdatnego do gorzenia, tudzież 21 części gazu *kwaserodnego*, bez którego gorzenie ciał obeyść się niemoże.

Jeden metr sześcienny powietrza waży, w temperaturze zero, 1,298 kilogramów; z téy wagi przypada na azot 1,026, na kwasoród zaś 0,272. — Zatem powietrze iest prawie 800 razy lżeysze od wody.

Nayglównieyszym ciałem palnym, z którego przemysł dobywa ciepło, iest *węgiel kopalny* czyli *ziemny*; po nim dopiero idzie węgiel drzewny i drzewo same. — Możnaby także używać wielu ciał innych, wyliczonych w następnéy tablicy podług sposobności ich do wydawania z siebie ciepła.

Tablica wydawanych ilości Ciepła, przez spalenie iednego kilogramu rozmaitych ciał.

CIAŁA PALNE.	kilogramy lodu stopionego.	THERMY albo miarki ciepła.
Gaz wodorodny czysty	295	22125
Oliwa	134	10050
Oléy rzepakowy czysty	124	9307
Wosk biały	133	9990
Lóy	104	7777
Fosfor	100	7500
Nafta czyli oléy skalny cięż. gat. 0,89	98	7338
Eter siarczany, ciężk: gat: 0,728 w 20°.	107	8030
Węgiel drzewny	94	7050
Coke czysty, t. i. węgiel ziemny wyprażony	94	7050
Coke dający 0,1 popiołu	84,6	6345
Węgiel ziemny 1 ^{ey} dobroci, dający 0,02 popiołu	94	7050
Idem. 2 ^{ey}	84,6	6345
Idem. 3 ^{ey}	76,1	5932
Drzewo suche iakiekolwiek	48,88	3666
Drzewo zamykające 0,2 wilgoci	38,41	2945
Torf doskonały	26,66	2000
Idem zły	15,	1125
Alkohol czyli spirytus na 42° mocy	82	6195
Idem. 33°	70	5261

Ciężar kwasorodu i azotu, razem wziętych, składających powietrze nierozłożone wchodzące do pieca . 12,646.
 Ciężar całkowity węgla, kwasorodu i azotu. . . . 26,292.

Objętości.

	metry sześciennie.
Kwasu węglowego	1,830.
Azotu z rozłożonego powietrza	7,69.
Powietrza nierozłożonego	9,925.

Widzieliśmy, że do spalenia kilogramu węgla, potrzeba prawie 20 metrów sześciennych powietrza, które wydaie razem 19,465 metrów sześciennych dymu, ważącego 26,292 kilogramów. Metr zatem sześcienny takiego dymu waży 1,350 kilogr., kiedy metr sześcienny powietrza waży tylko 1,298 kilogramów. A przeto dym przywiedziony do temperatury powietrza atmosferycznego, opadałby w nim zamiast się podnosić.

Objętość gazów powiększa się o $\frac{1}{267}$, na każdy stopień temperatury. Szukając zatem na ile stopni ogrzać potrzeba dym, żeby miał ciężkość gatunkową równą z powietrzem, — znajdziemy z prostey proporeyi, że dym powinien być cieplejszy od powietrza na 11^o,46, żeby miał z nim tę samę ciężkość gatunkową, i zostawał w równowadze, nieidąc w górę ani na dół. Wyższy stopień ciepła, uczyni dym lżejszym od powietrza i nada mu ruch wznoszenia się, pochodzący z różney ciężkości gatunkowey obu tych gazów

Chciano przez rachunek wyznaczyć prędkości dymu w kanałach kominowych, mając tylko wzgląd na różnicę parcia atmosferycznego przy

obu końcach tych kanałów; lecz otrzymano wypadki bardzo dalekie od prawdy. Osobom, któreby się zgruntu tém zaiąć chciały, radzimy robić doświadczenia na wymierzanie prędkości podnoszącego się dymu, za pomocą małych *wiatromiarów* (anemomètres), ustawianych przy częściach i uściach kominów. Pamiętać jednak trzeba, że nierozłożone powietrze atmosferyczne mieszaiać się z dymem, niemalo wpływa na prędsze lub wolniejsze iego podnoszenie się.

W płynie wystawionym na działanie ciepła, cząstki warst przylegających do ścian naczynia ogrzewanych, rozszerzają się najpierwsze; ciężkość ich gatunkowa przez to się zmniejsza i sprawia, że się podnoszą ku powierzchni górnęj płynu. Druga warsta zastępuje pierwszą, i podobnymże sposobem podnosi się potem w drobnitkich buleczkach, skoro cząstki iey ogrzane zostaną.

Ciepłik tym sposobem rozlewa się w płynach; a lubo udzielanie się iego ma miejsce i między warstami zetkniętymi z sobą, niezależnie od ruchu samych cząstek, lecz to iest bardzo male. Doświadczenie także uczy, że płyny prędzcy się ogrzewaią udzielaiąc im ciepłika z dołu; a prędzcy stygną, tracąc ciepłik przez powierzchnią górną. — W ogrzewaniu zatem wody do machin parowych, ciepłik działać powinien szczególnię na dno kotłów. Im szerszą iest powierzchnia dna, stykaiąca się z ogniem, tém prędzcy następuje wrzenie wody, a następnie i parowa-

nie. Przy równych okolicznościach, kotły tém są lepsze, im większe mają dna, a mniejszą głębokość.

Skoro woda w otwartém naczyniu wrzeć zaczyna, odtąd temperatura iéy zostaje stateczna, i cały ciepłik, zewnątrz do niéy wchodzący, zamienia tylko większą lub mniejszą iéy ilość w parę.

Ilość ciepłika polykanego przez wodę zamieniającą się w parę, jest bardzo znaczna, chociaż para nieokazuje się bardziéy ogrzaną nad płyn, z którego powstaie. Przekonać się o tém można, zanurzając kolejno termometr w płynie i w jego parze. — Z doświadczenia wiemy, że potrzeba 650 iednostek ciepłika czyli *thermów* do zamiany w parę kilogramu wody, ogrzanéy na zero.

Parcie atmosfery, przeszkadza parowaniu płynów. Im znaczniejsze jest to parcie, tém więcéy woda potrzebuie ciepłika dla przeyscia do stanu pary. I tak, w głębokiéy kopalni, woda potrzebuie ogrzania wyższego nad *sto* stopni, żeby się zamieniła w parę; na wysokich zaś górach, w temperaturze niższéy od *stu* stopni paruje.

Gazy i płyny powietrzne ogrzewaią się podobnież iak ciecze, tworząc warsty lub strumienie ciepła; które się podnoszą w górę, ustępując miejsca zimnym, które opadaią nadół. Udzielanie się ciepłika prędsze jest między cząstkami gazów, niżli między cząstkami płynów.

Z porównania potrzebnych ilości ciepłika na podniesienie o ieden stopień temperatury wody i rozmaitych gazów, powstaie następująca tablica *gatunkowego ciepłika* w różnych ciałach.

Ciepłik gatunkowy.

Wody	1,0000.
Pary wodnéy	1,8470.
Powietrza atmosferycznego.	0,2669.
Gazu wodorodnego	3,2936.
Kwasu węglowego	0,2210.
Gazu kwasorodnego	0,2361.
Gazu saletorodnego (azotu)	0,2369.

Ogrzewane gazy rozszerzaią się proporcjonalnie podniesieniu swoiéy temperatury; pod stateczném ciśnieniem, na każdy stopień ciepła objętość ich powiększa się o 1, rozdzieloną przez 266.67, czyli o 0.00375 pierwotnéy objętości swoiéy w temperaturze zero. Własność tę służącą płynom sprężystym, pokazał Gay-Lussac, między *zerem* i 100 stopniami. Petit i Dulong, rozciągnęli ią potém do wyższych temperatur.

Wiadomo z doświadczenia, że czas potrzebny na całkowitą przemianę zimnéy wody w parę, jest pięć lub sześć razy dłuższy od czasu potrzebnego na iéy zagotowanie.

Metr sześcienny wody, naybardziéy zgęszczonéy, (t.i. przywiedzionéy do temperatury $+3^{\circ},89$) zamieniony w parę, pod ciśnieniem 76 centymetrów merkuryusza, zajmuie przestrzeń 1696,4 metrów sześciennych. — Pokazuje się stąd, że metr sześcienny pary, pod ciśnieniem 76 centymetrów, w temperaturze wody wrzącéy, wa-

żyć powinien 1000 kilogramów, rozdzielone przez 1696,4, albo 589 grammów.

Podług doświadczeń Gay-Lussaca, woda oziębiona na $19^{\circ},59$ niżéy zera, wydaie w czczości parę równoważącą się ze słupem merkuryusza, wysokim na 1,353 milimetrów.— W temperaturze topniejącego lodu, para tworząca się z wody w czczości, równoważy się ze słupem merkuryusza wysokim na 5,059 millim.; i to iest naywięksha ilość pary mogący się tworzyć w czczości ponad iakąkolwiek massą wody marznąący. Jest więc pewny stosunek między sprężystością pary, a iéy temperaturą.

Kiedy iakimkolwiek sposobem pewna ilość pary rozrzedza się lub zajmuie większą przestrzeń, wtedy oziębia się sama przez się.

Wszelkie ciało stałe lub płynne stykaiące się z parą, a zimniejsze od niéy, usiłuię zagęszczać ią i skropląć.

Wprowadzaiąc do pary zamkniętęy w naczyniu, nową ilość pary, temperatura iéy się podnosi. Sprężystość zaś téy pary powiększa się do pewnéy tylko granicy, u któręy stanąwszy, część pary powraca do stanu płynnego, a sprężystość pozostaię stateczna.

Włożywszy do pary ciało zimniejsze od niéy, wtedy gdy sprężystość iéy doszła iuż *naywiększości* odpowiednéy temperaturze; para ta ostudzi się, i tyle iéy się skropi, żeby sprężystość pozostałéy pary odpowiedną była iéy nowéy temperaturze.

Przywiedziemy tu wypadki otrzymane przez fizyków, którzy robili doświadczenia nad siłą pary w różnych temperaturach, i nad gorącym potrzebném do rozwinienia téy siły w parze.

W Anglii robili doświadczenia nad siłą pary, Watt, Southern, i Dalton; we Francii Bétancourt, Gay-Lussac, Dulong i Petit, Clément i Desormes, i Christian.

<i>Siła pary wyrażona w atmosferach.</i>	STOPNIE TERMOMETRU ODPOWIEDNE TYM CIŚNIENIOM.		
	<i>Southern.</i>	<i>Clément i Desormes.</i>	<i>Christian.</i>
	stopnie.	stopnie.	stopnie.
1	100	100	100
2	121.30	121.55	122
4	145.33	144.95	144.92
8	173.11	172.13	167.50

Potwierdzono doświadczeniami, prawo Mariotta, przynajmniej co do ciśnień miernych: *Że gęstość wodnéy pary uciskanéy, proporcjonalna iest ciśnieniu; a zatém że objętości pary są w stosunku odwrotnym tychże ciśnień, przypuszczaiąc temperaturę pary stateczną.*

Podług doświadczeń Gay-Lussaka, iakieśmy to powiedzieli na str. 281, para zmieniając temperaturę swoię, powiększa lub zmniejsza objętość swoią o 0.00375 na każdy stopień termometru. Gruntuiać się na przywiedzionych tu faktach i prawach, ułożono następującą tablicę.

MIARA CIŚNIEŃ I SPRĘŻYSTOŚCI PARY.				OBJĘTOŚĆ 1000 kilogramów pary.	
w stopniach termome- tru.	w atmosfe- rach.	W WYSOKOŚCIACH BAROMETRU		ogrzaney na 100°.	w tempera- turze odpo- wiedney swemu ci- śnieniu.
		z merku- ryuszem.	z wodą.		
stopnie.		millimetr.	metry.	metry sześ.	metry sześ.
182 00	10	7600	103,36	170,00	207,98
177 40	9	6840	93,02	188,89	228,72
172 13	8	6080	82,68	212,50	254,27
166 42	7	5320	72,35	242,85	286,70
160 00	6	4560	62,01	283,33	329,65
156 70	5 50	4180	66,85	309,10	356,86
153 30	5	3800	51,68	340,00	389,38
149 15	4 50	3420	46,52	377,77	428,36
144 95	4	3040	41,34	425,00	477,05
140 35	3 50	2660	36,18	485,70	539,10
135 00	3	2280	31,00	566,70	620,74
132 15	2 75	2090	28,42	618,20	672,36
128 85	2 50	1900	25,84	680,00	733,45
125 50	2 25	1710	23,26	755,50	808,00
121 55	2	1520	20,67	850,00	899,91
117 10	1 75	1330	18,09	971,40	1016,66
112 40	1 50	1140	15,51	1133,30	1171,59
106 60	1 25	950	12,93	1359,90	1384,36
100 00	1	760	10,34	1700,00	1700,00
92 00	0 75	570	7,76	2266,60	2217,20
82 00	0 50	380	5,18	3400,00	3229,36
66 00	0 25	190	2,60	6800,00	6198,38
51 45	0 125	95	1,30	13600,00	11801,00
38 00	9 0625	47,5	0,65	27200,00	18917,50
12 00	0 0141	10,71	0,1456	120670,00	91735,60

Watt pierwszy uznał korzyść z używania pary, której sprężystość wyrównywała nietylko ciśnieniu iednέy atmosfery, lecz nawet ciśnieniu $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, ... $\frac{1}{8}$ części atmosfery, dozwalając działać sile podług naturalnego iέy rozszerzania się. Porównawszy skutek tworzącέy się ciągle iednέyże ilości pary, ogrzanέy nastro stopni, którέy zatέm ciśnienie odpowiadało iednέy atmosferze ze skutkami tέyże pary rozszerzającέy się na-

turalnie, znalazł Watt, że każde rozszerzenie się pary :

na 0, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{6}{7}$, $\frac{7}{8}$
wydawało skutek 1, 1,7; 2,1; 2,4; 2,6; 2,8; 3; 3,2.

Rozmnożywszy objętość pary, tworzącέy się w każdέy temperaturze, przez ciśnienie, iakie taż para wywiera lub wytrzymaie —, wypadnie ciέżar, który siła iέy podnieść może do wysokości iednego metra.— Przyiąwszy zasady Watta o wielkości siły rozwinionέy w czasie rozszerzania się pary, rachuje się potέm ciέżar, iaki taż para przy rozszerzaniu się swoim podnieść może.

Na tych zasadach Clement ułożył następującą tabelę, którą umieścił na iednέy stronnicy z poprzedzającą.

w atmosfere- rach.	S I Ł A M E C H A N I C Z N A.			
	pochodząca z kilogramu pary.	z rozszerze- nia pary do parcia $\frac{1}{77}$ atmosfery, w tempera- turze 120.	całkowita z kilogramu pary mają- cego 650 thermów.	rozwiniona z kilogramu węgla zie- mnych, któ- rych spalanie daie 7050 thermów.
	pod-dynamy	pod-dynamy.	pod-dynamy	pod-dynamy.
10	21,50	106,12	127,62	1384,19
9	21,28	103,80	125,08	1356,63
8	21,04	101,12	122,16	1324,81
7	20,76	98,34	119,10	1291,77
6	20,46	95,11	115,56	1253,37
5 50	20,29	93,31	113,60	1232,13
5	20,13	91,35	111,48	1209,13
4 50	19,93	89,24	109,17	1184,07
4	19,73	86,97	106,70	1158,29
3 50	19,51	84,35	103,86	1126,49
3	19,25	81,41	100,66	1091,77
2 75	19,11	79,77	98,88	1072,57
2 50	18,96	77,97	96,93	1051,53
2 25	18,80	76,02	94,82	1028,43
2	18,61	73,82	92,43	1002,51
1 75	18,30	71,78	89,77	973,65
1 50	18,17	68,70	86,87	942,20
1 25	17,89	65,49	83,38	904,35
1	17,58	61,65	79,23	859,35
0 75	17,19	56,84	74,03	802,95
0 50	16,71	50,30	67,01	726,80
0 25	15,95	39,58	55,53	602,30
0 125	15,25	29,40	44,65	484,38
0 0625	14,61	19,65	34,26	371,60
0 0141	13,39	000,00	13,39	145,23

Popelnionoby znaczne uchybienia, rachując skutek użyteczny machin parowych, podług tablic na stronnicach 284 i 286. Daia one tylko *naywiększość* o wiele przewyższającą istotne skutki.

Podług powyższéj tablicy obrachowując paliwo spotrzebowane, i skutek maszyny parowéj działającéj pod ciśnieniem $1\frac{1}{2}$ atmosfery, która

podług Watta ma siłę dziesięciu koni, i wydaie na dobę siłę 73 dynamów, znajdziemy: że paliwo spożyte we 24 godzinach, wynosi 1100 kilogramów.

Każdy kilogram węgla ziemnego, wydać może 7050 thermów, które rozdzielone przez 650 thermów, potrzebnych na utworzenie kilogramu pary, wydadzą 10.94 kilogr. pary; — te zaś pomnożone przez 1.100, daia 12.034 kilogramów pary.

Utworzenie 1000 kilogramów pary, cisnący na $1\frac{1}{4}$ atmosferę, dostarcza siły wyrazić się mogącéj przez 17.89 dynamów. Pomnożywszy więc tę liczbę przez 12.034, wypada na całkowitą siłę 215.29 dynamów; gdy tymczasem siła istotnie w maszynie rozwinięta, wynosi 73 dynamów. — A zatem dwie trzecie części siły wypadającéj z teorycznego obrachowania, stracone są w działaniu maszyny — tak np. zamiast 12034 kilogramów pary utworzyć się powinny, piece i kocioł zbudowane sposobem Watta wydaia tylko 8800 kilogramów; to jest, mniej prawie o połowę od ciepłika rozwiniętego przez spalanie węgla. Inne straty siły, następuia w walcu przez zgęszczanie pary wodą ostudzającą, przez uchodzenie iéy tłokiem, przez działanie pomp wyczerpujących wodę ciepłą, przez powietrze wpadające z chłodziciela, przez tarcie, i t. p.

Poprzedzając zatem tablice, uważać należy iako dobre tylko skazówki, oświecające nas

o ilości rozwiniętego ciepła, i o skutkach iakie on sprawić mógłby; tudzież podające miarę porównania, mogącą nauczyć nas, o ile w praktyce zbliżamy się do skutków teoretycznych.

Z różnych sposobów użycia siły pary, widać, iż naprzód można korzystać z siły zwyczajnego ięć ciśnienia, przy ciągłym tworzeniu się pary na 100°, bez rozszerzania ięć lub zgęszczania. Dozwalając potem téj parze rozszerzać się w inném miejscu, przydaie się do poprzedzającego skutku nowa siła, działająca podług stosunków oznaczonych przez Watta.

Tworząc znowu parę pod ciśnieniem większym od iednéj atmosfery, można albo bez zgęszczania, działać ięć siłą właściwą, dozwolwszy po każdym działaniu, uchodzić parze w powietrze; albo też wtenczas ią dopiero wypuszczać, kiedy sprężystość ięć zniży się do ciśnienia iednéj atmosfery. Można ieszcze powiększyć ten skutek, zgęszczając przed ięć działaniem tworzącą się parę. Nakoniec, można daléj powiększać skutek użyteczny, dozwalając parze rozszerzać się do sprężystości niższej od ciśnienia atmosferycznego.

Różne te sposoby, z których każdy sprawia sobie skutek właściwy, dają początek rozmaitym kombinacyom w machinach. Pokażemy w *nauce* 13, iak w machinach układu Watta odbywa się działanie przy nizkiém ciśnieniu pary; a nawet przy ciśnieniach dochodzących do półtory atmosfery, korzystając razem z rozszerzania i zgę-

szczenia pary.— W *nauce* zaś 14, powiemy o składzie machin parowych, działających przy mierném ciśnieniu pary, dochodzącém pięciu lub sześciu atmosfer, tudzież o machinach, które działają pod wysokim ciśnieniem większój liczby atmosfer.

Christian robił doświadczenia nad tworzeniem się pary, które tu w krótkości opiszemy. Używał on grubego kotła zlanego żelaza, iak nayszczelniej zamkniętego takąż pokrywą, przy-mocowaną kilką śrubami. Termometr stu stopniowy wchodził do kotła przez otwór w pokrywie, szczelnie obetkany i zalepiony. Krótka rura odlana razem z pokrywą, wystawała z ięć środka: na nięć kładziono kolejno krążki mosiężne z otworami różnego kształtu i wymiarów. Mały walec mosiężny, zawieszony na bardzo cienkim drucie mosiężnym, uczepionym do drążka szalki ze skazówką, służył za spławek i pokazywał wysokość wody w kotle. Koszyk pleciony z drutu, otaczał naokoło spławek w kotle i utrzymywał go w spoczynku, mimo ruchu i wrzenia wody. Inna rurka, dochodząca prawie dna kotłowego, wychodziła drugim końcem nad pokrywę, do której przy-mocowana była klamrą żelazną; łączyła się ona kanałem z pompą tłoczącą, która przeznaczoną była dolewać wodę w kocioł.— Powierzchnia wewnętrzna kotła, zawierała 3640 centymetrów kwadratowych. Dziesięć litrów wody, ciągle napełniające kocioł, stykały się z częścią

powierzchni jego wewnętrznej, wynoszącą 1993,82 centymetr. kwadrat. — Ognisko mające wielkość stosowną do wymiarów kotła, tak było urządzone, że płomień otaczał pierwszy kocioł, nim się dostał do komina. Ciąg powietrza w piecu był doskonały, miarkowano go bardzo łatwo podług potrzeby. Bez wody, dno kotła mogłoby się rozgrzać do czerwoności, ogniem utrzymywanym podczas doświadczeń. Przy największym natężeniu ognia, rura blaszana tworząca z początku komin, była ciągle czerwona, aż do 4 decymetrów swojej wysokości.

Pierwszy szereg doświadczeń, nad tworzeniem się pary i ię uchodzeniem przez różne otwory, przy najmocniejszym ogniu w piecu i utrzymywaniu go ile możności w iednym stopniu natężenia. Wysokość barometru była 756 milimetrów.

1ód. otwór prostokątny, na 12 długi, a na 3 millimetry szeroki. — Z dwunastu doświadczeń pokazało się, że temperatura wody i pary w kotle była 105,9 stopni. Przy takim gorącu, litr albo kilogram wody zamienił się całkiem w parę we 3*ch* minutach.

2re. otwór prostokątny długi na 6, szeroki na 3 milimetry; przy ogrzaniu kotła dochodzącem 115 stopni, litr wody przechodził w parę we 3*ch* minutach.

3cie. otwór prostokątny, długi i szeroki na 3 milimetry; przy ogrzaniu wody w kotle, do-

chodzącem 138 stopni, litr wody obrócił się w parę we 3*ch* minutach.

4te. otwór kołowy 25*ciu* milimetrów średnicy; przy największej temperaturze 100 stopni, litr wody ulotniał się we 3*ch* minutach.

5te. otwór kołowy 12 $\frac{1}{2}$ milimetrów średnicy; temperatura w kotle 101 stopni, litr wody ulotniał się we 3*ch* minutach.

6te. Po zdjęciu pokrywy z kotła, przy temperaturze wody na 100 stopni, 9 litrów wody ulotniły się we 27 $\frac{1}{2}$ minutach.

Z tych doświadczeń pokazuje się, że utworzenie pary wymaga zawsze równy ilości opalu, iakikolwiek stopień sprężystości nadaliśmy téj parze.

Doświadczenia te pokazują razem, iak się wyznacza najmniejszy otwór uścia do otrzymania pary w natężeniu dowolnem, lub też pary w 100 stopniach. Z tych ieszcze doświadczeń Christian wnosi, że powierzchnia najmniejszego otworu, rzucającego ciągly strumień pary stu stopniowey, powinna być prawie $\frac{1}{1000}$ lub $\frac{1}{1200}$ powierzchni wody, wystawioney na ogień.

Stosunek powierzchni otworu do powierzchni wody wystawioney na ogień.

Temperatura pary wychodzący przez tenże otwór.

1.000 lub 1.200.	100 stopni.
5.260	100,05.
10.521	115.
21.042	138.

Doświadczenia tu przywiedzione pokazują,

że 0,6 metra kwadr. z powierzchni kotła wystawioné na ogień, wydaie na każdą minutę kilogram pary; wypadek bardzo prosty i łatwo stosujący się do praktyki. Jest on wszakże *naywiększością* i odpowiada *naymocniejszemu* ogniovi pod kotłem, iaki trudno ciągle utrzymać w praktyce zwyczajnéy. Przeto, przy miernym ogniu brać tylko należy połowę lub trzecią część powyższego wypadku.

Drugi szereg doświadczeń, służących na oznaczenie czasu, iakiego potrzebuie litr wody obróconéy w parę, do uyscia przez różne otwory; temperatura średnia wody w kotle była 101 stopni dla wszystkich otworów. Wysokość barometru 767 milimetrów.

1ód. otwór prostokątny długi 12, szeroki 3 milimetry. Litr wody obróconéy w parę, uszedł przez ten otwór w $8\frac{1}{2}$ minutach.

2re. otwór prostokątny 6 milimetrów długi, a 3 szeroki; czas średni ulotnienia się litru wody przez ten otwór był 18 minut.

3cie. otwór prostokątny 3 milimetry długi i szeroki; średni czas wyparowania litru wody był 34 minut.

W tych doświadczeniach, długie parowanie wody pochodzi z umiarkowanego ogrzania nieprzechodzącego 101 stopni.— Gdyby więc otwór był $\frac{1}{3260}$ częścią powierzchni wody wystawionéy na ogień umiarkowany, 101 stopni nieprzechodzący, wtedy 0,6 kwadratowego metru ogrze-

wanéy powierzchni niewystarczałyby na sparowanie kilogramu wody we 3ch minutach.

Doświadczenia te jeszcze pokazuią, że czas potrzebny na uyscie danego ciężaru pary przez dany otwór, iest w stosunku odwrotnym z powierzchnią tegoż otworu; skąd wypada, że prędkość pary uchodzącéy przez otwory, proporcjonalna iest powierzchni tychże otworów: wypadek ten godzien uwagi.—Pamiętaymy iednak, że tu się mówi o dosyć małych otworach w kotle, przy których woda podnieść się może do 105 stopni termometru.

Pierwszy szereg doświadczeń okazał także, iż przeszedłszy pewną wielkość otworu proporcjonalną ogrzewanéy powierzchni, woda niepodnosiła się wyżej nad 100 stopni, iak gdyby pokrywę całkiem zdjęto z kotła.

Trzeci szereg doświadczeń, których celem było wyznaczyć czas potrzebny na uyscie pary danego ciężaru, przez otwór od 9 milimetrów kwadratowych, w różnych stopniach temperatury przy wysokości barometru na 762 milimetry.

Temperatura pary w kotle. *Czasy uchodzenia pary przez otwór stateczny.*

105 stopni.	13 minut.
110.	$8\frac{1}{2}$
115.	$6\frac{1}{2}$
120.	$5\frac{1}{2}$
125.	$4\frac{1}{2}$
130.	$3\frac{3}{4}$
135.	3.

W czwartym szeregu doświadczeń, powiększono temperaturę od 10 do 10 stopni.

Temperatura pary.	Czas uycia iey.
100.	40 minut.
110.	$8\frac{3}{4}$
120.	$5\frac{1}{2}$
130.	4

Powierzchnia otworu, przez który wychodziła para, miała się do powierzchni wody wystawionéj na ogień, iak 1 do 21.142. — Proporcya ta może być użytą w machinach. — Warto uwagi, że przy temperaturze 100° , czas na uycie iednego kilogramu pary, wynosił 40 minut, kiedy w temperaturze 120 stopni czas ten nieprzechodził $5\frac{1}{2}$ minut. Wiedzieć przytém należy, że w ostatniéj temperaturze, para nietylko wywiera dwa razy większe ciśnienie, lecz iest niemal dwa razy gęstsza; a zatém przez otwór przechodzi wtedy dwa razy więcéj cząstek z prędkością nierównie większą.

Materya, z którój się robią rury prowadzące parę, długość ich i średnica, wpływaią mniéj lub więcéj na zniżanie iey temperatury; a zatém i na osłabienie sprężystości pary przebywaiący ie wczasie danym. Christian w tym celu robił wiele doświadczeń, używaiąc rur ołowianych; metal bowiem ten nieiest tak dobrym przewodnikiem, iak miedź lub mosiądz.

Pierwszy szereg doświadczeń, z rurą ołowianą 12 metrów długą, ze średnicą wewnętrzną na 9 milimetrów.

TEMPERATURA PARY.

przy weyściu do rury.	przy wyjściu.
100 stopni	$99\frac{1}{3}$
101.	$99\frac{2}{3}$
102.	$99\frac{3}{4}$

103.	100
110.	$101\frac{2}{3}$
115.	$103\frac{1}{4}$
118.	105

Drugi szereg doświadczeń, okrywaiąc całą długość rury paskami sukniennemi i skróciwszy ią do 8 metrów.

100 stopni	99
101.	$99\frac{2}{3}$
102.	$99\frac{3}{4}$
110.	$101\frac{2}{3}$
118.	105

Trzeci szereg doświadczeń z rurą długą na 8 metrów, bez sukna.

100 stopni	$99\frac{1}{3}$
103.	100
110.	$102\frac{1}{4}$
115.	$104\frac{1}{2}$

Czwarty szereg doświadczeń, z rurą na 4 metry długą, bez sukna.

100 stopni	$99\frac{3}{5}$
102.	$100\frac{1}{4}$
110.	$104\frac{1}{3}$
111.	105

Z tych doświadczeń pokazało się, że natura ciał stanowiących rury, nieznacznie wpływa na uymowanie ciepłika parze. Długość zaś rur oziębia tém bardziéj parę, im iest większa. Przeciwnie, im średnica rury iest mnieysza, tém przechodząca para więcéj traci ciepłika.

Żeby otrzymać ieden *dynam siły* w machinach parowych konstrukcyi Watta, potrzeba: 10d. 84 kilogramów pary, a zatém tyleż wody wprowadzić do kotła; 2re. 18 kilogramów węgla ziemnego. — Sześć razy tyle wody i sześć razy tyle węgla, daia tak zwaną *siłę iednego konia*, pracuiącego ciągle przez 24 godzin.

Na tych zasadach bardzo prostych, obliczają się wymiary główniejszych części w machinach parowych, które opiszemy w następującej lekcyi, gdzie także mówić będziemy o piecach Watta.

Są jeszcze inne piece, tak budowane, że dym ich przechodzi do ogniska i do reszty się tam wypala. Piece takie zowią się *dymotrawne*; korzystne one są tylko tam, gdzie się spożywa naraz wielka ilość paliwa; zużywają bowiem część jego zwykle uchodzącą daremnie w postaci dymu. Prócz tego piece dymotrawne, zmniejszają ogromne chmury dymu, wychodzące z kominów przy machinach parowych, zarażające atmosferę, i kopące wszystko oleiowatą sadzą i węglem.

W miastach takich jak Birmingham i Londyn, gdzie się wypala ogromna ilość węgla ziemnych, w domowych i fabrycznych piecach, podobne dymy są niezdrowe i niemal zabijające.

NAUKA TRZYNASTA.

Machiny parowe układu Watta.

Pierwszy margrabia Worcester, w 1663 r. podał opis mechanizmu, podobnego do machin parowych, którym siła pary miała podnosić wodę wyżej nad 12 metrów. — Jeden człowiek naprzemian obracał dwa kurki, aby po wyczerpaniu wody, obróconey w parę, z jednego naczynia, działać mogła woda zimna napelniająca naczynie drugie; i tak następnie.

Wkrótce potem Papin zrobił *kociołek*, noszący jego nazwisko; jest to naczynie zamknięte, w którym rozgrzewać można wodę do tego stopnia, że ta rozpuszcza w sobie kości i wszelkie części stale zwierzęce. Szukał on sposobu użycia bardzo wielkiej sprężystości pary, i zamiany iey w siłę poruszającą; lecz jego próby nie miały powodzenia.

Kapitan Savery, szczęśliwszy od Papina, potrafił, przez siłę pary, mierną ilość wody podnosić do małych wysokości; lecz nie udało mu się wyczerpywanie iey z głębokich kopalni kru-

szcowych i węglowych.— Zbudowano kilka machin, na zasadach przez niego podanych, do podnoszenia wody na wysokość nieprzechodzącą 10 metrów.— Wiednėy z kopalni solnych wschodniėy Francii, zbudowano machinę dosyć wielką na podnoszenie wody do 5,50 metrów.— Naywiększą niedogodnością w maszynie Sawerego, było niebezpieczeństwo eksplozyi, wielka strata pary, a stąd i opału. Doświadczenia pokazały, iż $\frac{1}{2}$ części wydobytej pary, zgęszczało się bez korzyści, a $\frac{1}{2}$ tylko część wydawała skutek użyteczny.— Przez różne poprawy usiłowano zmniejszyć stratę pary w układzie Sawerego, mającym i tę wadę, że para styka się z wodą, którą ma podnosić.

Inżynierowie kornwalijskich kopalni, trudnili się zastosowaniem maszyny parowej do wyczerpywania z nich wody. Zpomiedzy nich Newcomen, kupiec żelaza, rozwiązał to zagadnienie. Następujący jest mechanizm przez niego wynaleziony.

Para z wielkiego kotła, przez rurę pionową wchodziła do walca, w którym się znajdował tłok.— Spód rury szczelnie zamykał się kółkiem obracającym się na osi pionowej, zapomocą małej rękojeści.— W tłoku utkwiony był trzon pionowy, u góry którego uwiązany łańcuch przystający do łuku kołowego, osadzonego na dźwigni: na drugim końcu dźwigni, był podobny łuk kołowy i łańcuch połączony z tłokiem pompy mającej podnosić wodę. Nieco wyżej nad walcem,

był wodozbiór komunikujący przez rurkę zakrzywioną ze spodem walca. Kurek z przepustem służył do wpuszczania w potrzebie wody z tej rurki zakrzywionej. Teraz łatwo pojąć działanie maszyny.— Chcąc podnieść tłok walca, wpuszcza się do niego przepustem para z kotła, która rozszerzając się w walcu siłą swoją podnosi tłok. Gdy tłok dojdzie najwyższego punktu, zamyka się przepust parowy, a otwiera się przepust od wody; wtedy woda wpadająca, iako zimniejsza od pary, zgęszcza ją i skropla; tym sposobem tworzy się czczość pod tłokiem, który, i dla własnego ciężaru i dla przemagającego parcia atmosfery, opada, zniżając za sobą własne ramie dźwigni, a podnosząc i jej ramie drugie, a razem i tłok pompy wyczerpującej wodę.

Z powyższego opisu widać, iż gdy układ Sawerego zależał na poruszaniu tłoków, kolejno przez parę i powietrze;— maszyna Newcomena podnosi wodę przez ciśnienie tylko atmosfery; para zaś użyta jest tylko iako prędszy sposób zrobienia czczości— przez co ciężar atmosfery działa na dźwignię przesyłającą siłę. W maszynie Newcomena niepotrzeba używać pary zbyt zgęszczonej i zbyt sprężystej, można działać przez umiarkowany stopień ognia, a następnie oszczędzać wiele opału i uniknąć niebezpiecznej eksplozyi. Nadto w maszynie tej *naywiększość* siły niezależy od mocy kotłów i walców, wytrzymujących ciśnienie pary, lecz

od wielkości wymiarów, które im równie iak innym organom maszyny nadać możemy. Wreszcie układ Newcomena, łatwo się stosuje do przesyłania siły poruszającej innym maszynom, przez użycie dźwigni czyli *wahacza*.

W r. 1705, zaczęto wprowadzać w praktykę ten układ. — Od roku zaś 1712, liczne trudności wykonania całkiem zostały uchylone. Znalezione sposoby zastąpienia ludzi, otwierających i zamykających naprzemian przepusty, przez sam ruch wielkiej dźwigni. — Od r. 1717, nie wprowadzono do tej maszyny żadnego znakomitego ulepszenia.

Zmierzono ciepło wody, zgęszczającej parę w tej maszynie, w chwili wypływania jej po skropleniu pary, i poznano, iż jej temperatura środkowa między 60*cią* i 80*cią* stopniami stopniowego termometru; tak wysoka temperatura okazuje, iż para w walcu ustępując nawet ciśnieniu powietrza, zachowuje jeszcze dosyć silny opór. W maszynie Newcomena, zachodzi jeszcze ta ważna niedogodność, iż przez wtryskiwanie wody, ostudza się razem i tłok i wałeczek, przez co oziębia się także para na nowo z kotła wpadająca; a stąd też skutek jej użyteczny stał się mniej prędko i mniej silny.

Mechanicy przekonali się, iż w pompie wyczerpującej wodę, tłok powinien przędzić się podnosić, a powolnie spadać. W spadaniu zmniejsza opór, a w podnoszeniu się zmniejsza stratę wody.

Maszyna Newcomena zastosowaną była iedynie do wyczerpywania wody, aż do czasów ostatnich. Bo chociaż w r. 1758 pan Keane Fitz-Gerald w *tranzakcyach filozoficznych*, podał sposób zamiany powrotowego ruchu maszyny Newcomena, na ruch obrotowy ciągły, przez kombinacją kół zębatach i wałców żłobkowanych przytwierdzając pierwsze koło zębate na wielkiej dźwigni; lecz Watt pierwszy uskutečnił takie przerobienie w sposób nierównie korzystniejszy.

Główna niedogodność maszyny Newcomena, polega na znacznym bardzo wydatku opału. Podobna maszyna, którejby wałeczek miał 1.21 metrów średnicy, działająca w dzień i w nocy, potrzebowałaby przez rok około 4,651,200 kilogramów dobrego węgla. — Przy kopalniach węgla, gdzie może się używać drobny pokruszony węgiel, prawie niemogący się sprzedać, maszyny takie czynią pożyteczną usługę. Można ich także używać do osuszania kopalni kruszcowych, lub dostarczać niemi wodę, obszernym i bogatym miastom, lub do innych potrzeb, ilekroć dla osiągnięcia jakiego skutku niema się wzgląd na oszczędzenie opału; lecz w wielu razach, wielki wydatek opału niedozwala używać tych maszyn.

Gdy doktor Black pokazał, iak ogromną ilość ciepła polyka woda zamieniająca się w parę, to dało powód do poprawy maszyny Newcomena, albo raczej do przerobienia jej na cał-

kiem nową maszynę. — Ważną tę przysługę dla nauk i przemysłu, uczynił *James-Watt*. — Z doświadczeń poznał Black, że ilość pary otrzymanej ciepłem przechodzącem stopień wrzenia, zawsze jest proporcjonalna powierzchni naczynia wystawionemu na goły ogień, czy to powstająca para wolno ulatuje i rozprasza się, czy też gdy ciepło zgromadza się długo w wodzie, a potem otwiera się naczynie dla wypuszczenia pary.

Wypadki te okazują, iż niepodobna oszczędzić ciepła potrzebnego na zamianę wody w parę, lecz że można oszczędzić ciepła zbyteczne, czyli zapobiedz niepotrzebnej jego stracie. — Zrobił to James Watt. Uważał on że ogrzanie prawie bezpośrednio walca w maszynie Newcomena, i oziębienie jakiego tenże walec doznać, pociąga za sobą stratę ciepła bez żadnej rzeczywistej korzyści. — Tą uwagą powodowany, umyślił zgęszczać parę zewnątrz walca, i na tem polega wielkie i istotne ulepszenie, które winniśmy Wattowi.

Na tablicy VIII, znajduje się rzut poziomy i pionowy kotła parowego, podług budowy Watta. — Fig. 1, wystawia elewacją podłużną kotła widzianego zewnątrz. — Fig. 2, wystawia elewacją tegoż kotła poprzeczną, patrząc na kocioł ze strony ogniska. — Fig. 3, wystawia rzut poziomy ogniska i ustawienie kotła. Podamy niektóre szczegóły tej konstrukcji.

Ognisko F, składa się z szeregu sztab równoległych, grubszych w środku niż na końcach, między którymi są dostateczne odstępy na przeciąg powietrza. — Przestrzeń D próżna, jest to *popielnik* nakryty kratą G. — Kocioł C, [wyrobiony z blach żelaznych lub miedzianych, zbitych z sobą nitami, jak widać na figurze 1. —

Kocioł ten ma kształt walca, którego krawędzie są poziome, a podstawy pionowe. Obwód jednego z tych podstaw, jak na fig. 2, jest w górze wypukło-półkolisty, z obu zaś stron walca i u spodu, jest wklęsły. Na wierzchu kotła jest otwór F, którym spuścić się może człowiek dla wyczyszczenia lub naprawy kotła. — Otwór ten powinien być, jak tylko można najmniej; jest on zawsze jednakowy w kotle iakićkolwiek objętości.

Na fig. 1 i 2, — *t*, wystawia rurę prowadzącą parę do walca maszyny. — Kłapa zabezpieczająca, znajduje się w S. Można rysunek klapy tej widzieć na tab. XII. fig. *e, f*.

Nakoniec A, fig. 1 i 2, wystawia rurę podsycającą, która dostarcza wodę do kotła. — Fig. 4, wystawia przecięcie szczegółowe tejże rury. Wytlumaczymy wkrótce mechanizm przy niej zastosowany.

Na fig. 1 i 2, łatwo widzieć krążenie ciepła, uwalniającego się z ogniska F. Część jego krąży pod kotłem i przychodzi do brzegu E; skąd może krążyć wzdłuż boków E'E', fig. 2, i przejść do E'', fig. 1. Tym sposobem kocioł się ogrzewa nie tylko ze spodu, lecz nadto po czterech swych bokach pionowych. Po takim okrążeniu, płomień i dym wchodzi kanałem J, fig. 3, do komina, którego rzut poziomy wystawia K, na fig. 3.

Opiszemy teraz przyrządzenie podsycające, fig. 4. — C, jest przecięcie pionowo-podłużne kotła. — A, rura podsycająca, niższym końcem dochodzi niemal dna kotłowego; nad nią znajduje się mały wodozbiór R, połączony z rurą przez otwór zatkany korkiem, osadzonym na pręcie *t*, który jest przytwierdzony do drążka LL' — na drugim ramieniu drążka LL', jest pręt *t*, idący od spławka F, czyli krążka pływającego po wodzie w kotle. Krążek ten podnosi się i zniża razem z poziomem wody w kotle. — Za podniesieniem wody w kotle, podnosi się oraz ramię L', a zniża się ramię L; pręt *t*, opada i zamyka korkiem na sobie utkwionym otwór rury podsycającej. Przeciwnie, gdy się woda w kotle zniża, krążek F opada coraz bardziej z ramieniem L'; ramię zaś L, podnosi się i pociąga za sobą pręt *t*, z korkiem, przez co woda podsycająca wlewa się z wodozbioru do kotła. W ten sposób zaradza się, żeby w kotle maszyny parowej nie było ani zanadto, ani za mało wody.

Drugi spławek *f*, w rurze podsycającej A, wisi na łańcuszku SSS, który przechodzi przez wodozbiór kanałem metalowym pionowym, okręca się na dwóch krążkach P, P', i zwraca się ku otworowi pieca. — Gdy para mocno się zgęści w kotle i ciśnię na wodę; ta podnosząc się w rurze A, podnosi razem spławek *f*, i otwór pieca przysłyka

proporcjonalnie swemu podniesieniu. Tym sposobem zmniejsza się moc ognia a następnie i natężenie pary w kotle.

Fig. 5, wystawia splawek F; na drążku LL', osadzona jest skazówka J, przebiegająca łuk HB z podziałką, okazującą wysokość wody w kotle.

Opisawszy sposób otrzymywania pary, wytłumaczmy teraz działanie maszyny Watta, w najłatwiejszym układzie, t. i. maszyny *pojedynczego skutku*. Wytłumaczmy potem ruch maszyny *w układzie podwójnego skutku*.

Maszyna Watta pojedynczego skutku, iaką jest także maszyna Newcomena, tém się od téj różni, że w niéy para działa tak na podnoszenie iako i na zniżanie tłoku, gdy w maszynie Newcomena, para podnosi tylko tłok.

Następujący jest ogólny skład téj maszyny fig. 2, tabl. IX.

—Y, pompa wyczerpująca wodę, poruszana przez dźwignią PCQ. Działaniem téj pompy sprawuje się skutek użyteczny maszyny.—BB', jest wałek roboczy.—X tłok, który podnoszeniem i spadaniem swoim, sprawuje wahanie się dźwigni około podpory C.

—A, kocioł, z którego para wchodzi kolejno nad i pod tłok X, kanałem *b*, przez dwie klapki T i T'.

Wałek BB', jest zamknięty z dołu i z góry krążkami żelaznemi, które kładą się na kit i mocno się przysrubowują do obwodu walca.

Daymy, że tłok X, znajduje się w najwyższym punkcie swego biegu, wtedy klapka T' zamyka się — klapka zaś T, otwiera się i wypuszcza parę z kotła do B wierzchniej części walca nad tłokiem, który spada mocą swego ciężaru, i przez ciśnienie téjże pary.

Gdy tłok dojdzie najniższego punktu, klapka górna T zamyka się, a klapka dolna T' otwiera się. Wtedy para, zgromadzona nad tłokiem w objętości B, znajduje wolny przechód przez klapkę S, przez rurę V_z, i przez V', do objętości dolnej B' walca roboczego pod tłokiem.— W rzeczy samej, przechodzi ona w tę objętość dolną, w miarę iak całkowity ciężar działający w pompie przy Q, na ramieniu

dźwigni CQ, przemaga i podnosi drugie ramie CP, pociągające za sobą tłok X.

Para swoją sprężystością ciśnie tu równo zwierzchu i z dołu na tłok, a stąd też niewpływa wcale na wahanie dźwigni PCQ.

Gdy tłok X, przychodzi do najwyższego punktu walca, klapka dolna T', zamyka się; klapka zaś górna T, otwiera się; wtedy nowa para wchodzi w objętość wyższą B, i zniża znowu tłok, iak to już pokazaliśmy.

Żeby tłok mógł zniżać się, trzeba usunąć parę zgromadzoną w objętości walca niższej B'. Odbywa się to przez działanie *kondensatora* czyli *gęściciela*, który jeszcze opisać nam pozostaie.

Gęścicielem jest kanał uzKL, poczynający się u spodu rury V, i mający dwa załamania K i L, z których każde ma w sobie pompę. Obie te pompy poruszają się ruchem dźwigni PCQ.

Do rury V_z, wchodzi ramie *i*, syfonu; drugie zaś iego ramie *j*, zanurza się w zimny wodzie, napełniający skrzynię E.

Klapka *j*, otwiera lub zamyka wchód wody do syfonu. Jak tylko klapka T' zamknie się, klapka *j* odmyka się; woda zimna wchodzi w ramie *i* syfonu, i wpada do pary mieszczący się w objętościach B', V' i V; zgęszczona para, spada w kroplach iak deszcz na dno *u*, otwiera sobie klapkę *m*, i przechodzi do części *z*. Z tą wodą przechodzi razem także para niezgęszczona i powietrze uwalniające się z wody zimnej.

Odplywaniu skroplonej pary, dopomaga pompa ssąco-tłocząca K, której tłok podnosi się, gdy tłok X spada, wahanem dźwigni PCQ. Przez działanie téj pompy i pompy Z, wyciąga się powietrze atmosferyczne.

Tym sposobem para skroplona, woda ostudzająca, powietrze uwalniające się z wody, i para nieskroplona w temperaturze prawie 40°, przechodzą do Z, niemogąc już powracać do walca.—Jakoż, skoro tłok X, przyszedłszy do najniższego punktu, zaczyna się podnosić, para lżejsza od wody i od powietrza, zebrana na wierzchu w *z*, sprężystością swoją uciska powietrze i wodę, która znown ciśnie na klapkę *m*, i tę zamyka. Tłok K, opada w miarę podnoszenia się tłoku X; a powietrze i woda zamknięte w *u, z*, przechodzą nad tłok K, żeby za podnoszeniem się iego przeszły do L.

Druga pompa ssąco-tłocząca Z, podnosi wodę z L do G; a stąd do kotła A.—Powietrze, iako lżejsze, wznosi się prędzej od wody i uchodzi przez rurę *t*, pierwszy nim woda z gęściciela przejdzie do kotła.

Przez szczególne sposoby zmniejsza się podług woli otwór klapy j , a przez to miarkuje się szybkość skroplania pary.

Wszystkie opisane tu ruchy, tak dobrze są połączone, iż odbywają się przez sam ruch tłoków i wahanie dźwigni; człowiekowi pozostaje tylko utrzymywać ogień pod kotłem.

Nim poznamy szczegóły mechanizmu maszyny parowej podwójnego skutku na fig. 1, tabl. IX. — powiemy w ogólności, jak ona ruchu głównego nabywa, i jak go przesyła.

Para z kotła, wchodzi między dwa walce CC, C'C', mające wspólną oś i tak urządzone, iż walec C'C', jest powłoką zewnętrzną walca CC. — Przez mechanizm szuflady T, mogący się podnosić i zniżać, i przez otwory u, v , para wchodzi kolejno nad i pod tłok P', który przez ięć ciśnienie naprzemian podnosi się i opada. W tłoku tym utkwiony jest trzon pionowy t , udzielający swego ruchu, przez równoległobok ruchomy QM NO, wahaczowi LL', poruszającemu się na płaszczyźnie pionowej około stałej osi poziomej X. — Wahacz ten podnosi się i zniża z tłokiem P'. — Ramie wahacza L', podnosi i zniża naprzemian drąg F, obracający korbę G, około osi poziomej Y. Na tej osi Y, osadzony jest latawiec (koło rozpędne) VV, służący do regulowania ruchu. Nakoniec, oś Y, przesyła działanie maszyny parowej wałowi poziomemu.

Układ opisany, przemienia tym sposobem ruch prostoliniyny powrotowy z góry nadół i z doła do góry, jakim *np.* jest ruch tłoka P', na ruch

obrotowy ciągły, iak *np.* latawca VV, i wału obracanego przez oś Y.

Wytlumaczmy teraz, iak para dostaje się kolejno nad i pod tłok, tudzież iak podczas zgromadzania się pary z iednej strony tłoku; para poprzednio zgromadzona z drugiej jego strony znika przez zgęszczanie się i skroplenie.

Fig. 1, tabl. IX, wystawia przecięcie maszyny parowej, o *podwójnym skutku*, równoległe do płaszczyzny wielkiego wahacza LL' i latawca VV'.

Widzieliśmy na tabl. VIII, fig. 1 2, iakim sposobem powstaje para w kotle i wychodzi z niego przez rurę t .

Na tabl. IX, fig. 1, wystawia walec prosty pionowy CC, w którym chodzi tłok P'; walec zewnętrzny C'C', mający też samą oś z walcem CC, służy mu za pokrywę; między dwa takie walce, wchodzi para z kotła przez rurę t , widziącą na fig. 1, tabl. VIII.

Na tabl. IX, fig. 1, — T, wystawia tak zwaną *szufladę*. Jest to pół-walec pionowy i wydrążony, poruszający się w osadzie takiegoż samego kształtu. Rzut poziomy szuflady, na większą skalę, wystawia fig. 2, tabl. X; pionowy zaś fig. a i b . — Między szufladą i walcem zewnętrznym C'C', jest miejsce próżne, przez które przepływa naprzemian strumień pary; o czém zaraz mówić będziemy.

Na fig. 1, tabl. IX, i na fig. a , tabl. X, szuflada jest w najwyższym swym punkcie. Na fig. b , tabl. X, znajduje się ona w najniższym punkcie. W dwóch tych położeniach, następujący jest ruch pary.

W położeniu fig. 1, tabl. IX, i a , tabl. X, gdzie szuflada jest najwyższą podniesioną, para wychodząca z kotła przechodzi z S, między szufladą T, i walcem C', żeby wejść do wierzchu walca CC, przez kanał u , gdzie potem usiłuje zniżyć tłok. — W tém położeniu, szuflada u spodu walca, ma komunikację przez otwory v i v' , z kanałem v'' , fig. 1, tabl. IX, prowadzącym do gęściciela. Wtedy para będąca pod tłokiem, zgęszcza się i tłok opada.

Gdy tłok opadnie do najniższego punktu, szuflada także opada, i bierze położenie iak na fig. b , tabl. X. — Para wychodząca z kotła przez S, opada do v , i wchodzi pod tłok, który podnieść usiłuje. Przeciwnie zaś, para zgromadzona nad tłokiem, ustępuje przez u , i przez wnętrze T szuflady, aż do D''; skąd przez v' idzie do gęściciela. Wtedy tłok się podnosi.

Fig. 1, tabl. X, pokazuje iakim sposobem kłapa S, jest mniej lub więcej otwarta; wkrótce wytłumaczmy ten mechanizm.

Teraz trzeba poznać, jakim sposobem szuflada T, naprzemian podnosi się i zniża. — Na osi Y latawca, ustawia się *mimośród* E, (excentrique); obręcz, w którym się taki mimośród obraca, przytwierdzony jest do trójkąta MNM. Wierzchołek N, tego trójkąta, przybity jest do drążka złamanego NPQ. — P, wystawia oś stałą, około której taki drążek się obraca.

Mimośród E, naprzemian popycha i cofa trójkąt MNM; stąd wynika mały ruch obrotowo-powrotny drążka złamanego NPQ, który znowu końcem swoim Q, podnosi i zniża pręt pionowy FF, przytwierdzony do spodniego końca szuflady T, fig. a i b. — Za każdym obrotem latawca, tłok odbywa jedno podniesienie i zniżenie, szuflada podobnie, raz się podnosi i raz opada; a tak ruch raz rozpoczęty, odbywa się potem z regularnością.

Przejdźmy do mechanizmu należącego do zgęszczania pary. Drąg poziomy I, fig. 1, tabl. IX, końcem swoim naprzemian podnosi i zniża drążek pionowy I', który otwiera i zamyka przechód e, wodzie wpadającej do gęściciela. Ten ruch powrotny, równie iak ruch szuflady, reguluje się drągiem złamanym NPQ. — Pompa p, wyczerpuje wodę z gęściciela; porusza ją część ON, równoległoboku LMNO; przeto oba tłoki P' i p, spadają i podnoszą się razem.

W maszynie z *poducólnym skutkiem*, równie iak i z *poiedynczym*, woda zgęszczająca skropliwszy parę i spadłszy od K do K', wyciąga się przez pompy p i p'.

Fig. 1, wystawia nadto przyrządzenie zasługujące na uwagę. — Jestto rura ff', w którą wchodzi powietrze i woda zgęszczająca podniesiona pompą p. — Powietrze otworzywszy kłapkę f', uchodzi wolno; woda zaś zgęszczająca pozbawiona powietrza, wpada do wodozbioru r; skąd podnosi ją do kotła pompa p'p'.

Trzecia pompa p''p'', ciągnie wodę świeżą i napełniającą wodozbiór R, z którego przez e, wpada woda do gęściciela.

Tablica XI, wystawia, na większy skali, ważne szczegóły maszyny Watta, wystawioną przez figurę 2gq, na tabl. IX.

Na obu tablicach, oznaczyliśmy przez te same litery pp, tłok pierwszy pompy, wyczerpującej wodę z gęściciela, przez f zaś, rurę odpływną téż wody z kłapką f'. — Fig. 5, 6, 7, tabl. XI, wystawiają drobniejsze jeszcze szczegóły. Widzieć tu można, iż woda gęściciela, wciągnięta pod tłok p, zatrzymana jest przez kłapkę E. — Tłok p, ma dwie klapki H, H, które się otwierają przy opadaniu tłoka; wtedy wstrzymują je podpory L, L, wystawione na wielką

skalę na fig. 5 i 6. Skrzynka napchana przedziwem M, obtyka szczelnie chodzący trzon tłoku pp.

Fig. 1, 2, 3, 4, na tabl. XI, wystawiają szczegóły budowy tłoku metalicznego. Tłok ten składa się z podstawy metalicznej, odlanej z iednego sztuki stanowiącej iego iądro, które wystawia ff, w przecięciu na fig. 4. — Na wierzchu téj podstawy, ułożone są na sobie kołowo dwa szeregi mosiężnych wycinków kołowych ab, ab, których przecięcie wystawia fig. 4, elewacją fig. 1 i 3, plan zaś fig. 2. Wycinki te tak są na sobie położone, iż stosugi iednego szeregu, są prostopadłe na połowę każdego wycinka w drugim szeregu. Nakoniec, sprężyny spiralne c, c', nawleczone na pręty poziome d', osadzone na iądrze ff, mocą swéj sprężystości, wypychają zewnątrz te wycinki, zmuszając ie do przylegania ciągle z wszelką szczelnością do ściany wewnętrznej walca, w którym chodzi tłok, mimo stopniowe zużywanie się walca i tłoku. — Na fig. 4, widać przykrywkę ee, ze śrubami utrwalającymi cały ten układ. Taż sama fig. 4, wystawia trzon tłoku, podobny do kloca ostrokątnego, grubszy u spodu h, przy wpuszczeniu do iądra tłokowego. Sworzeń poziomy, przytwierdza trzon do iądra — Układ ten równie jest mocny iak prosty.

Nad figurą 2gq wystawiono w c, c', d, d', dwa rzuty sprężyn i prętów na które są nawleczone. Sprężyny te wpuszczone są na śrubie w iądro tłoku.

Figura 8, wystawia, na wielką skalę, ruch *moderatora* czyli *regulatora* ZZ, widzianego na fig. 1, tabl. IX. — Kule metaliczne Z, Z, mocą siły odśrodkowej, iak się to powiedziało w *Tom. II. Mechaniki, w nauce VII*, oddalając się coraz bardziej od wału pionowego BB, w miarę iak ruch obrotowy tegoż wału nabiera większej prędkości, podnoszą szybkę czyli rurkę D, otaczającą oś BB; rurka zaś D, hakiem u spodu iędy będącym podnosi z sobą w górę ramię F', drążka FF' — przez co drugie ramię F, tegoż drąga, zniża się, porusza korbę G, i przymyka nią coraz bardziej kłapkę S. Przeciwnie zaś kłapa ta otwiera się bardziej, gdy ruch moderatora wolnieje, i kule opadając, zbliżają się do swéj osi obrotu.

Na tabl. XI, fig. 9 i 10, wystawiają na wielkiéj skali, dwa rzuty połączenia wahacza LL', z fig. 1, tabl. IX, z drągiem udzielaącym ruchu latawcowi. — A, wystawia głowę wahacza, — B, drąg łączący, dzielący się na dwie gałęzie 1, 2; — C, C, żelazne ryfy albo klamry, z których każda obejmuje iedną gałąź łączącego drąga; — D, D, podkładki mosiężne, utrzymywane przez klamry CC. — E, oś obrotu. — F

sworzeń, przytwierdzający klamry do gałęzi draga i przyciskający mniéj lub więcéj podkładki D, do osi E.

Przydamy ieszcze niektóre szczegóły o maszynie Watta.

Na pokrywie walca i tłoku, stawia się leiek mosiężny *x*, fig. 1, tabl. IX, z przepustem u spodu. Chcąc posmarować ściany walca, aby Iód. zmniejszyć tarcie tłoku; a *2re.* żeby zabronić przechodu parze z dołu na wierzch, i nawzajem; napelnia się leiek oliwą i przykrywa się szczelnie nakrywką. Poczém, gdy tłok iest na górze, otwiera się przepust leyku, przez czas potrzebny na spadnienie oliwy na tłok i okrycie iego powierzchni pochylonéy nieco ku brzegom.

W wielu machinach parowych, latawiec stawiany bywa o kilka cali od muru, przedzielaiącego maszynę od mieysca, dokąd ruch iéy się przesyła. Roztropna przezorność doradziła przytwierdzać na tym murze płaski łuk z lanego żelaza, należący do mniejszego koła niż latawiec. — Na tym łuku, w pewnych odstępach, porobione są dziury. Przy naprawie maszyny parowéy, potrzeba często podnosić i zniżać tłok; wtedy kładąc końce drągów w dziury owego łuku, i zawadzaiąc niemi o sprychy latawca, można go łatwo obracać.

Skutek maszyn parowych zależy głównie od siły, iaką tłok może wywierać przez działanie pary. Zapomocą pewnego barometru z merkuryuszem, zwanego *manometrem*, połączonego z parą wychodzącą z kotła, mierzy się ciśnienie téżże pary.

Daymy, iż na centymetr kwadratowy, ciśnienie to wynosi 1.035 kilogr., to iest, że działa iak proste ciśnienie atmosfery. — Rozmnożywszy ilość centymetrów kwadratowych w powierzchni tłoku, przez 1.035 kilogramów, otrzymamy całkowite ciśnienie pary na tłok, uważany za nieruchomy. Rozmnożywszy zaś tę liczbę przez drogę, iaką tłok przebiega w roboczym walcu, otrzymamy *moment*, to iest skutek dynamiczny, wydany przez iedno pomknięcie tłoku. — Nakoniec, skutek ten rozmnożony przez ilość pomknięć tłoku, w ciągu dnia, wyda całkowity dzienny skutek maszyny. — Rachunek taki, iak widzimy, iest tylko zbliżonym; polega bowiem na tém założeniu, iż para działa iednakowo na tłok przez cały ciąg iego ruchu, tak, iak gdyby on był w spoczynku.

NAUKA CZTERNASTA.

Machiny parowe miernego i wysokiego ciśnienia.

Arthurowi Woolf powiodło się użyć skutecznie siły pary, doprowadzoną do nierównie większej sprężystości i ciśnienia, niż na jedną atmosferę. Skład jego maszyny, zasługuje na szczegółowe opisanie.

Dwa walce równy wysokości, umieszczone są obok siebie pionowo fig. 4, tabl. XIII.—C, c, oznaczają te walce z poruszającymi się w nich tłokami P, p, które podnosi i zniża ten sam wahacz. Walec c, odbiera parę poruszającą wprost z kotła, przez kanały a, b. Z górnej części walca e, idzie kanał i, na dół walca C; podobnież od spodu walca c, idzie kanał prowadzący parę do wierzchu walca C.—Nakoniec z walca C, idą dwa kanały prowadzące do osobnego naczynia, zwanego *gęścicielem*. Zapomocą klap, można otwierać i zamykać komunikacją kanałów a, b, e, f, z walcami. Otworzywszy klapę w kanale a, idącym z kotła do małego walca,

otwiera się razem kanał h, łączący spód walca małego z wierzchołkiem wielkiego; otwiera się także kanał f, prowadzący do gęściciela.—Trzy zaś kanały pozostałe b, i, e, zostają zamknięte; otwierają się one dopiero po zamknięciu trzech pierwszych. Z resztą wiedzieć trzeba, że oba tłoki podnoszą się i zniżają razem w jednym czasie. Daymy np. że oba doszły już najwyższego punktu swego podniesienia, kiedy para zaczyna z kotła wchodzić kanałem a, do walca e; para ta sprężystością swoją cisnąc na mały tłok, popędzi go z góry na dół: przez co para znajdującą się pod tłokiem p, pędzona przez kanał h, do wielkiego walca nad tłok P, zmusza go opadać nadół równie iak i mały.—Co do pary znajdujący się pod wielkim tłokiem; ta przezeń tłoczona, uchodzić będzie do gęściciela, dokąd ją przyciąga także woda chłodząca. Tym sposobem, oba tłoki razem przychodzą do najniższego punktu swego biegu. Wtedy kanały a, h, f, zamykają się, kanały zaś b, i, e, otwierają się, i skutek odwrotny następuje; nowa para wchodzi znowu z kotła pod mały tłok p; para znajdującą się nad nim, przechodzi pod wielki tłok, który się podnosi; nakoniec, para zebrana nad wielkim tłokiem, uda się do gęściciela kanałem e, aż póki oba tłoki niedójdą najwyższego punktu w swoim biegu.

Uważamy, iż na mały tłok para działa z całą siłą parcia, iaką ma w kotle; para zaś przechodząca z małego walca do wielkiego, zajmu-

iąc większe w niem miejsce, działa przez swoje rozszerzanie się; a zatem w maszynie Woolfa, siła rozszerzalna pary korzystnie jest użyta.— Uważając ilość skroplonej pary za każdym poruszeniem wahacza, pokazuje się, że para wtedy dopiero się zgęszcza, kiedy siła ię sprężystości, korzystnie zużytą została w wielkiej części przez rozszerzanie się pary. Maszyna Watta, działająca bez rozszerzania pary, za każdym pociąganiem tłoka zużywa objętość pary, równą objętości zajętej między tłokiem a podstawą dolną lub górną walca; w maszynach zatem Woolfa zaprowadzona jest oszczędność, dla której skutki ich pożyteczne nierównie są większe niż innych.

Dołączamy tu uwagi nad maszynami parowymi, z miernym i wysokim ciśnieniem, wyjęte z podanego raportu do akademii nauk przez komisję, której polecono rozważyć skutki takich maszyn parowych, szczególnie pod względem bezpieczeństwa publicznego. (*)

Korzyści porównanych z sobą maszyn parowych.

Zpomiędzy korzyści przyznawanych maszynom wysokiego ciśnienia, zajmowanie małego przez nie miejsca, jest dosyć ważną. Jeżeli bowiem potrzeba rozwinąć siłę daną, para uciśniona i bardzo zgęszczona, mniejszą zajmie

(*) Członkami tej komisji byli PP. Laplace, Prony, Ampère, Girard, i Karol Dupin, który układał raport.

objętość od tej, której ciśnienie mało co się różni od jednej atmosfery. Stąd wypada, że przy równych okolicznościach, użycie maszyny z wysokim ciśnieniem tym jest korzystniejsze, im szczuplejsze są miejsca na ich urządzenie, im gdzie wartość gruntu jest większa.

Maszyny z wysokim ciśnieniem, mają tę jeszcze większą korzyść od pierwszej, że oszczędzają paliwo; co pochodzi ze skutków podniesionej temperatury.

Moglibyśmy naydowodniiej wykazać tę oszczędność z porównania skutków wielkich maszyn parowych, działających w hrabstwie Kornwallis w Anglii.

Żeby mieć wyobrażenie, ile właścicielom i dobywcom kopalni kornwallijskich, zależało na powiększeniu skutku maszyn parowych, dosyć powiedzieć, że utrzymanie i służba maszyn pompujących wodę w jednej kopalni węgla, kosztują rocznie 2500 funtów szterlingów, to jest prawie 630,000 franków.

Z tych powodów kilku właścicieli kopalni miedzianych i cynowych, chcieli wiedzieć z pewnością ilość roboty swoich maszyn parowych. Przydali zatem do każdej z nich *skazówkę*, poruszaną podobnym ząbieniem jak w zegarach. Skazówka ta wskazywała na kole z podziałami, liczbę wahań zrobionych przez wahacza maszyny parowej. Urządzenie i czuwanie nad temi *skazówkami* powierzano mechanikowi godnemu zaufania. Skazówki te z całym swoim przy-

urządzeniem, zamykane były pod kluczem, żeby nikt niemógł poruszyć igiełek wskazujących.

Dla każdej maszyny, opatrzonej w podobną skazówkę, utrzymywano spisy obejmujące: 1*o*d. nazwisko kopalni; 2*re*. wymiary walców pojedynczych lub podwójnych, użytych w maszynie parowej; 3*cie*. ciśnienie ponoszone przez wałek roboczy, w stosunku do jego powierzchni, i długość drogi przebieganej przez tłok; 4*te*. liczbę piętr, na których stały pompy; 5*te*. wysokość pionową każdego piętra; 6*te*. czas działania maszyny; 7*me*. ilość potrzebowanego węgla w korce (1); 8*me*. drogę przebieganą tłokiem w pompie; 9*te*. liczbę funtów, które korzec spalonego węgla podnosi na stopę wysokości (2); 10*te*. liczbę poruszeń tłoka na minutę; 11*te*. nazwisko budowniczego maszyny, i szczególne nad nią uwagi.

Podług doświadczeń tak odbywanych na wielką skalę, w przeciągu lat dziesięciu, porównywano skutki wielu maszyn parowych.

W miesiącu Sierpniu 1811 roku, maszyny kornwalijskie, obserwowane sposobem wymienionym, podnosiły do wysokości iednej stopy, 15,760,000 funtów, na każdy korzec spalonego węgla.

(1) Korzec angielski zawiera 55,24 litrów albo 38,052 kilogramów węgla ziemnego.

(2) Funt angielski, wyrównywa 453 gramom. — Stopa angielska czyni 3 decymetry i pięć milimetrów.

Od Grudnia tegoż roku, ulepszenia zaprowadzone w służbie, i w niektórych częściach składowych tychże maszyn, podniosły powyższy skutek średni do 17,075,009 funtów. — Przez podobne ulepszenia i doskonalszą budowę maszyn, skutek ich dochodził:

w Grudniu 1812 roku, do 18,200,000 funtów.

w Grudniu 1814 roku, do 19,784,060.

w Maju... 1815 roku, do 20,766,600.

Ulepszanie to postępowe maszyn, bez wątpienia jest zadziwiające; w krótkim bowiem przeciągu czasu trzech lat i pół, powiększył się przez nie skutek maszyn parowych, więcej niż o 30 na 100, przy zużywaniu téj samej ilości węgla. Od roku 1815, skutek ten bardziej się jeszcze powiększył przez doskonalszą budowę pieców, kotłów i przez poprawę mechanizmu.

Dzisiaj rachuiemy zwykle, że parowe maszyny Watta, udoskonalone, podnoszą przeszło 30 milionów funtów wody na wysokość iednej stopy, spożywając ieden korzec węgla.

Powiększenie to skutków, daleko jest większe jeszcze w maszynach Woolfa. Podobna maszyna w kopalni Whealwor, z dwoma walcami, — z których większy ma średnicy 53 cali angielskich, czyli 1,35 metrów, drugiego zaś średnica 0,135 metrów i podnosi 49,980,882 funt. na stopę wysokości, spożywając korzec tylko węgla.

Machinom miernego i wysokiego ciśnienia, można to zarzucić, że przez prędkie zużycie delikatnych części składowych, tracą wiele pary. —

Jakkolwiek zarzut ten jest słuszny, ulepszenia jednak w budowie walców parowych, świeżo poczynione, znacznie zmniejszyły tę niedogodność.

Życzyćby należało, aby w machinach parowych przyjęto za miarową iedność siły, ciężar iaki stateczny, podnoszony do pevnéy wysokości: tę iedność, albo ilość działania, nazwaćby można *dynamem*, i wprowadzać ją w rachunki, zamiast niepewnéy i nicoznaczonéy *siły iednego konia*, dotąd pospolicie używanéy za miarę.— Wtedy miarkowanoby skutek użyteczny maszyny z liczby *dynamów*, iaką siłą iéy wydać może; do przekonania się zaś, iaki stopień siły posiada maszyna parowa, obciążaćby można tłok iéy stosownym ciężarem, i mierzyć drogę iaką tłok tak obciążony przebiega w iednéy sekundzie.

Co do mierzenia sprężystości pary, biorąc za iedność miarową parcie atmosfery potrzeba zawsze brać ciśnienie, wyrażone słupem merkuryusza w barometrze, wysokim na 76 milimetrów, w temperaturze topniejącego lodu.

Wracając zatem do założonego celu w naszym zdaniu sprawy, ze wszystkich szczegółów tu przywiedzionych wniesć możemy: że jest wielką oszczędnością używać, za siłę poruszającą, parę ogrzaną do wysokiego stopnia, której sprężystość znacznie przewyższa parcie atmosfery.— Lecz do iakiego kresu doprowadzać należy to zgęszczenie pary?— iakie jest prawo matematyczne,

wyrażające skutek machin parowych, przez funkcją temperatury i sprężystości z niéy wynikający?— są to zadania, których sama teoria ze ścisłością rozwiązać niemoże.

Nowe doświadczenia starannie robione, połączone ze stosownemi rachubami dla wyznaczania miarowych iedności, dotąd niepewnych lub całkiem brakujących, tudzież ocenienie wszelkich strat ciepła i siły, będą mogły z czasem uzupełnić teorią i pogodzić ostateczne iéy wypadki liczebne z rzeczywistém działaniem parowych machin wszelkiego ciśnienia.— Wszakże liczne i przez wiele lat czynione postrzeżenia, dowodnie przekonywają, że maszyny, w których ciśnienie działający pary przewyższa dwie atmosfery, są znacznie oszczędniejsze;— a zatem korzyść wypada zawsze na stronę machin z mierném parciem, w porównaniu z maszynami *nizkiego parcia*.

Przystąpmy teraz do machin wysokiego ciśnienia, które iak wiadomo, działają bez zgęszczania pary.

W Anglii Trevithick, w Ameryce Oliwier Evans, pierwsi zbudowali maszyny *wysoko-cisnące*.

W Peru, dobywanie kilku najbogatszych kopalni kruszcowych ustalo, iedynie dla niemożności osuszenia ich z wody przez pracę ludzką.— W takim stanie rzeczy, naczelny zarządca tych kopalni polecił Trevithickowi zbudować kilka machin wysoko-cisnących, któreby do pompowania wód z głębi kopalń użyć się mogły. W kilka

miesiące, dziewięć takich machin zbudowano w południowej Anglii, i przywieziono je do Peru na końcu 1814 roku.

Wkrótce tak wielkie tam oddały usługi, że podskarbi tej prowincyi przełożył wznieść Trevithickowi posąg ze srebra, jako pomnik wdzięczności nowego świata.

Tymczasem Olivier Evans, biegły inżynier, budował w Zjednoczonych Stanach maszyny wysoko-cisnące, które szczególniej zalecają się oszczędzaniem opału.

Jedna z jego machin zbudowana w Filadelfii, na miejscu dawniej parowej o ciśnieniu jednej atmosfery, dostarczała wodę całemu miastu, oszczędzając za 85 franków paliwa codzień, to jest 30,000 franków rocznie, jak to przywodzi Partington w swojej *historii maszyn parowych*. — Szkoda, że autor ten niepodaie, jaką ilość wody i do jakiej wysokości podnosiła ta maszyna, ani wagi węgla zużywanego na ten skutek.

Lecz Marestier, w pamiętnikach swoich nad żeglarką stanów zjednoczonych Ameryki, opisuje te szczegóły. Według niego, maszyna działająca w Filadelfii podnosi na dobę przeszło dwadzieścia tysięcy beczek wody do 30 metrów wysokości, i spożywa codzień $43\frac{1}{2}$ sterów drzewa.

Maszyna ta wysoko-cisnąca, której skutek użyteczny tak jest wielki, kosztowała tylko 123,000 franków; tymczasem maszyna o ciśnieniu

jednej atmosfery, kosztowałaby 200,000 franków, budując obie w Ameryce.

W maszynach Evansa, sprężystość pary nateżona jest od 8 do 10 atmosfer. — Raport Kongresu Stanów zjednoczonych z roku 1814, o postępie sztuk użytecznych w kraju, wspomina Oliviera Evansa jako dobroczyńcę narodu. Kongres chcąc dać uroczysty dowód narodowej wdzięczności, przedłużył mu patent wyłącznego budowania maszyn jego wynalazku na lat dziesięć. Podobnyż przywilej od parlamentu angielskiego, otrzymali byli Watt i Boulton, na budowę maszyn nisko-cisnących. — Zaprorowadzenie maszyn wysoko-cisnących, coraz bardziej się rozszerza w Ameryce; a nawet, jak się zdaie, i w Anglii. — Sposób jednak używania mocno zgęszczony pary, jest jeszcze w kolebce, i daleki od korzyści, jakich spodziewać się należy po gruntowném jego rozpoznaniu.

Wspomnieć tu wypada, iż Hornblower wziął był 1781 roku patent na wynalazek maszyny parowej z dwoma walcami, działającyemi poedyńczém ciśnieniem atmosfery; zamiarem jego było parę wprowadzoną do jednego walca, przepuszczać w drugi obszerniejszy, który zapelniać miała swoim rozszerzaniem się.

W 1804 r. Woolf odnowił ten pomysł; lecz zamiast pary ogrzanej na 100 stopni, czyli zgęszczony do ciśnienia jednej atmosfery, wprowadzał do pierwszego walca parę ogrzaną w kotle do kilku atmosfer; przez co rozszerzanie się

iéy daleko było dzielniejsze, a następnie i skutki iego znaczniejsze niż w mechanizmie Hornblowera. — Obrachowania iednak czynione z początku przez Woolfa, na fałszywéy polegają zasadzie; podnosząca się bowiem temperatura pary, sprawuie ciśnienie wcale nietak wielkie, iak Woolf rozumie.

Chociaż ten mechanik, równie iak Hornblower, Evans i Trevithick, niemałe popełnił uchybienia w rachowaniu korzyści ze swoich machin: skład wszakże maszyny Woolfa, ma istotnie pożytki wymienione przez nas w *nauce dwunastéy*, gdzie mówiliśmy o sile pary ogrzanéy do stopnia odpowiedniego ciśnieniu kilku atmosferom, tudzież o sile rozszerzającéy się pary.

W machinach Woolfa i Watta, od ciśnienia sprawionego parą poruszającą tłok, odejmować zawsze należy opór pochodzący od ciśnienia pary niedoskonale zgęszczonéy nad lub pod nim; wartość tego oporu da się ocenić, skoro wiadoma będzie temperatura w iakiéy odbywa się to zgęszczenie.

Woolf poczynił ulepszenia zmniejszające stratę ciepłika. W tym celu otacza on walec roboczy drugim walcem, czyli *powłoką*, i wprowadza między nie parę, żeby walec roboczy ochronić od stykania się z powietrzem zewnętrzném, i zapobiedz przez to wielkiemu ubytkowi siły poruszającéy przez oziębienie. Radzi on dostarczać parę między walec i powłokę z osobnego

na to ogniska i kotła; mogłoby to ulepszenie przyczynić się do oszczędności.

Woolf dostrzegł, że maszyny Watta mogą być ulepszone przez zastosowanie do nich pary mocno skupionéy w czasie iéy tworzenia się, a w działaniu rozszerzającéy się; dosyć byłoby na to, robić kotły i powłoki walców mocniejszy, a rury i klapy takich wymiarów, żeby para wychodząca z kotła szła do walca kanałem coraz bardziéy szerszym. — Tym sposobem, para mocno zgęszczona w kotle miałaby czas rozszerzyć się przed weyściem pod tłok i nieuderzać go z gwałtownością niebezpieczną dla maszyny.

Należy więc taką tylko ilość pary wpuszczać z kotła, żeby ta po rozszerzeniu się swoiém, zajęła całą objętość walca. A zatém w układzie tym, przepustna klapa w rurze od kotła, zamykać się powinna pierwéy, nim tłok dóydzie granicy swego biegu. — Łatwo wyrachować, przy iakiéy wysokości tłoku klapa zamknąć się powinna. Zmiarkowanie to podobne jest temu, iakie Watt wprowadził do maszyny swoiéy na rozszerzanie pary, któręy sprężystość niewyrównywa ciśnieniu atmosferycznemu. — W tém się tylko różni, że ta klapa, w czasie opadania tłoku, stopniami przemyka tylko otwór niezakrywając go nigdy zupełnie; takie urządzenie nadaie działaniu maszyny większą iednostayność.

Woolf uzyskał potém nowy patent na ogrzewanie pary w samym walcu, gdzie taż para działa. Roku 1810, wziął trzeci patent za udoskonalenie

poprzedzającego wynalazku i usunięcie wszelkiej straty w parze, przez wymykanie się ię między walcem a tłokiem. W tym celu niedozwala on parze działać wprost na tłok, ale na plyn, taki *np.* iak oliwa lub metal plynny; wtedy wpuszcza on parę do objętości przegrodzonej od walca i tłoku, kanałem pełnym plynu o którym mówiliśmy. Ulepszenia te są bardzo dowcipne, niż konieczne w praktyce.

W roku 1815, zbudowano dwie wielkie maszyny parowe do pompowania wody w kopalniach Wheal-Vor i Wheal-Abraham, w hrabstwie Kornwalis; o tych to maszynach wspominaliśmy w raporcie na str. 317. Podaliśmy tam ciężar wody dobywaney przez nie w miarach angielskich. — Zamienimy ie tu na francuzkie, i obliczymy iedności dynamiczne pożytecznego skutku tych maszyn.

FUNTY WODY podniesione na stopę wysokości pół-korcem węgla.	PALIWO SPRAWUJĄCE		
	JEDEN DYNAM SKUTKU UŻYTECZNEGO.	6 DYNAM: SKUTKU UŻYTECZNEGO.	
		na dobę.	na godzinę.
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
15.760.000	20,71	124,26	5,17
	19,05	114,30	4,76
18.200.000	17,98	107,64	4,48
19.784.000	16,49	98,94	4,12
20.766.000	15,28	95,28	3,93
	Używając maszyn Watta przechodzących na acznie ciśnienie iednój atmosfery, doprowadzono skutek ich użyteczny do:		
30.000.000	9,38	55,85	2,33
	Skutki zaś użyteczne maszyn Woolfa są:		
46.255.225	7,06	42,36	1,76
47.980.882	6,53	39,18	1,63

Wiedzieć iednak trzeba, iż w maszynach Woolfa skutek użyteczny zmniejsza się z czasem stratą sił przez zużywanie się tłoku, klap i walców. Zmniejszanie to wszakże siły nie jest tak wielkie, iak się napozor zdaje, i maszyny te mają zawsze pierwszeństwo przed innemi. — Można o tém sądzić z następującej tablicy skutków iednój z wielkich maszyn Woolfa mniej korzystnie działających.

Miesiące.	Skutki.
May . . . 1815. . . .	49,980,882. funt. podnie. na iedną stopę.
Marzec. . 1816. . . .	48,432,702.
Kwiecień 1816. . . .	44,000,000.
May . . . 1816. . . .	49,500,000.
Czerwiec 1816. . . .	43,000,000.

Widać stąd, *1o*d. że w miesiącu Maiu, w obu latach skutek był prawie ten sam; *2re.* że biorąc nawet skutek miesiąca Czerwca 1816, za zwycajną wartość działania w téj epoce, pokazuje się, iż po trzynastu miesiącach roboty, skutek maszyny Woolfa jest przeszło o 30 procentu większy od skutku ulepszonych maszyn Watta, z ciśnieniem wyższém od iednój atmosfery.

Ogrzewanie wody w układzie Woolfa nie odbywa się w zwyczajnych kotlech, lecz w małych walcach albo rurach z lanego żelaza, połączonych z kotłem. Rury te leżące poziomo, wystawione są na ogień, którego płomień zewsząd ie otacza. Para z nich wychodzi kanałem do małego walca. — W miarę wielkości maszyny, liczba rur ogrzewających, także się powiększa. Przyczyna, dla której Woolf do ogrzewania wody

użył wielu rur małej średnicy, zamiast iednego walca wielkiego, polega w tém, że opór walców metalowych przeciwko ciśnieniom płynów sprężystych ie napelniających, iest w stosunku odwrotnym średnic tychże walców.

Rury ogrzewne powinny być z lanego żelaza iak najmniejszego, ażeby stawiać opór ze wszystkich stron iednakowy niełatwo pękały. Grubość także rur tych ma swoją granicę. Jakoż doświadczenie pokazało, że dawszy ruirom ogrzewnym zawielką grubość, rozszerzanie się powierzchni ich wewnętrznej od ciepła staje się daleko większe, niż powierzchni zewnętrznej; skąd pochodzi, że rury zbyt grube, łatwo pękają.

Na tabl. XII, fig. 2 i 3, wystawiają przecięcie podłużne i poprzeczne kotła z lanego żelaza, dwóch rur warzących wodę B, B, i pieca. — C, C, kocioł złożony z dwóch sztuk połączonych z sobą wewnątrz w A. Otwór na człowieka F; rura prowadząca wodę *v*; wydrążenie na rurę prowadzącą parę *t*; kłapa zabezpieczająca S. — Rura warząca B, wysyła parę do kotła przez otwory *a, a*; ognisko F.

Edwards, towarzysz Woolfa, wprowadził pierwszy do Francyi, i buduje maszyny parowe układu Watta, połączonego z wysokim ciśnieniem Trewithicka. Kotły iego podobne są do opisanych tu przez nas. Używa on gęściciela i wpuszcza parę iak w maszynach Watta z podwójnym skutkiem. Zbudował on dla pana Ri-

charda podobną maszynę o sile sześciu koni, albo 36 dynamów; porusza ona grempie na grubą wełnę, i zastępuje służbę czterech koni, odmienianych na dobę cztery razy.

W téj maszynie piec znajduje się zewnątrz, i trawi własny swój dym. Dwa tłoki z oprawą metalową, dwa przepusty i dwie kłapy, ułatwiają krążenie pary, poruszając maszynę. Wahacz z lanego żelaza, podparty iest na czterech słupach, ustawionych w ostrosłup czworokątny. Jeden iego koniec podnosi i zniża trzony tłoków za pośrednictwem podwójnej ramy; ruch ten udziela się tłokowi pompy ssącej, umieszczony w gęścicielu. Pompa ta podnosi zimną wodę ze studni, uwalnia od użycia kadzi na wodozbiór. Wahacz udziela także ruch swój korbie wału łatawcowego, za pośrednictwem łączącego drąga, wolno w złączeniu chodzącego. Wał ten przesyła ruch swój obrotowy; *1^od.* regulatorowi, który otwiera i zamyka przepust prowadzący parę z kotła do walca; *2^oe.* dwom kłapom upływowym dla pary, które podwójną sprężyną zamykają się i otwierają naprzemiennie, ruchem wynikającym z obrotowego, bardzo dowiecipnym, dla przeprowadzenia pary do gęściciela. Do wału łatawcowego, przystosowuje się wał udzielaący ruch greplom. Po naleniu kotła, potrzebną ilością wody ciepłej, pompowany z gęściciela małą pompą zasilającą, reszta téż wody wychodzi na ulicę.

Oba walce parowe nierównej średnicy, zamknięte są w iednej powłoce, z lanego żelaza, i ciągle otoczone parą, utrzymującą ie w takim stopniu ogrzania iak wewnątrz kółka.

Oprawa metalowa tłoków, składa się z kilku odcinków koła mosiężnych, naciskanych od środka ku obwodowi sprężynami ukrytymi. Tłoki takie tarcie swoim gładzą raczej wewnątrz walców, niż ie psują, z powodu małego swego ciśnienia na boki. Przeciwnie zaś tłoki pospolicie używane ścierają wewnątrz walców; skąd pochodzi częste i kosztowne ich odnawianie. Edwards upewnia, że tłoki z osadą iego metalową, mogą służyć przez lat kilka bez żadnej naprawy; ta okoliczność zmniejsza znacznie koszt utrzymania maszyny.

Naydoskonalsza zachodzi zgodność w otwieraniu się i zamykaniu przepustów, tudzież kłap prowadzących do gęściciela, które są umieszczone w skrzynce parowej z lanego żelaza, przyprowadzonej z boku nad powłoką walca roboczego.

Aitkin i Steel, przerobili dowcipnie układ Woolfa, zastosowawszy do niego trzy walce zamiast dwóch, z piecem dymotrawnym i ogniskiem obracającym się, które wystawiliśmy na tabl. XIII, fig. 2, 3.

Figura 2, wystawia kratę ogniska G, obracającą się na osi pionowej; ostrokrag metalowy C, z pochylemi albo spiralnymi zębami, służy do tarcia na mialko węgla, sypanego się podobnie jak w młynach zbożowych z kosza L, T, fig. 3. Dostę więc czasami napelnić węglem kosz w L, nad ostrokręgiem. Machina parowa porusza ten ostrokrag, nasypuje węgiel i obraca kratę G, odbierając paliwo jednostaynie na całym obwodzie swoim.

Przejdźmy teraz do machin z wysokim ciśnieniem Oliviera Evansa i Trevithicka.—Choć obadwaj ci mechanicy przesadzili siłę pary w temperaturach wysokich, a stąd obiecywali sobie zbyt wielkie korzyści po machinach z wysokim ciśnieniem; jednakże, zmniejszywszy nawet znacznie obrachowania Evansa, układ jego oszczędzający paliwo, bardzo pożytecznie używa się w machinach przenośnych, które przy wielkiej sile iak najmniejszy powinny miewać ciężar.

Evans napisał doryczne dziełko dla budowniczych machin parowych, w którym wyklada swoje zasady i sposoby budowania. Proponuje on użycie dwóch walców c, C, fig. 3, tabl. XIII, zamiast kotłów. Jeden walec umieszcza się w drugim, cokolwiek niżej środka jego, kiedy leżą poziomo.—Tym sposobem zostanie potrzebne miejsce na tworzenie się pary nad wodą, która całkiem powinna okrywać walec niższy.—Długość obu walców jest jednakowa, i oba przybite są do tych samych den; rozpala się ogień w niższym walec, zewsząd otoczonym wodą. Nakoniec wszystko to jest obmurowane, i rura idąca do komina, udziela ciepła zewnętrznemu walcowi pod całą jego długością.—Evans robi swoje walce ogrzewa-

jące z najlepszy blachy żelazny, i wtedy tylko używa lanego żelaza na dna, kiedy te niestykają się bezpośrednio z ogniem.

Machina parowa może być zbudowana podług układu Watta, byle regulator tak był urządzony, żeby w chwili doyscia tłoku do najwyższego kresu, otwierala się kłapa wpuszczająca do walca cokolwiek pary zmuszającej tłok opadać. Kłapa ta powinna się zamykać skoro wpuści taką ilość pary, iż ta rozrzedzając się do ciśnienia iednóy atmosfery, popędzi tłok na dół do nayniższego punktu iego drogi. U dołu walca jest inna kłapa, dozwalająca wchodu małych cząsteczek pary, przywiedziony do wysokiego parcia, mogącego podnieść tłok w górę do naywyższego punktu. Ponieważ sprężystość pary w kotle, przewyższa zawsze ciśnienie iednóy atmosfery, samo więc doświadczenie tylko wskazać może, ile potrzeba pary natężony do pewnego stopnia, ażeby ta rozszerzając się, zaięła pewną przestrzeń przywiodłszy się w nię do ciśnienia żądanego.

Evans powiada, że kocioł pod którym zużywa się przeszło 35 kilogramów węgla na godzinę, w którego przepuszcie jest otwór dostateczny wolnemu uchodzeniu pary ciskającej na iedną atmosferę, udziela téy parze prędkość, wynoszącą 406 metrów na sekundę.

Przy użyciu pary, której sprężystość wyrównywa ośmiu atmosferom, Evans rozumi, że do walca póty puszczać należy nową parę, póki tłok nieprzebieży ósmę częśći swojej drogi; wielkie zgęszczenie téy pary, dozwała ię mocno rozszerzać się i podnosić lub zniżać tłok do kresów iego biegu. Jednakowoż Evans obrachowuje swoje machiny, przypuszczając, że para przestaje wchodzić wtedy do walca, kiedy tłok przebiegl ćwierć swojej drogi.

Do zasilania kotła wodą wynagradzającą ubytek poniesiony przez parowanie, przydana jest mała pompa tłocząca. Gdyby woda podsycająca niebyła dość mocną ogrzana, zniżalaby znacznie wewnętrzną temperaturę kotła. Buduje się przeto obok wielkiego mały kociołek, ogrzewany albo parą wychodzącą z walca machiny, albo też kanałem idącym do komina, zakrzywionym po wyjściu swoim z pod kotła wielkiego.—Mała pompa zasilająca czerpie wodę zimną ze studni, sadzawki lub rzeki, i nalewa ią do kociołka, który zawsze jest pełnym, chociaż ciągle udziela wody wielkiemu kotłowi.

Po wprowadzeniu gęściciela parowego, Evans zaiął się udoskonaleniem iego. W machinie Watta, woda służąca do skroplania pary wyczerpuje się z gęściciela pompą ssącą, i przelewa się w kocioł dla zasilania iego. Że zaś wpuszczanie wody potrzebny do zgęszczania pary, wprowadza coraz nową ię ilość do gęściciela, i że ta woda ciągle

jest przelewana do kotła; uwalnianie się więc powietrza w niey zamkniętego. tudzież osiadanie istot w niey rozpuszczonych nadnie kotła w czasie parowania, jest nieustanne. Osad ten tworzy powłokę będącą złym przewodnikiem ciepła przez co metal kotła topi się i pali; a zatem prędzcy się psunie. Nadto, czyszczenie kotła za każdym razem, wymaga czasu i wydatku, które dość często powtarzać trzeba. Evans tak temu zaradza. — Zanurza on w zimnocy wodzie otaczający gęściciela, naczynie metalowe opatrzone w dzwon powietrzny. Woda zamknięta w tém naczyniu, uciskana sprężystością powietrza, zawartego w dzwonie, wyrzuca ciągły strumień, wlewający się do gęściciela. Pompa odlewna, wyciągająca powietrze i wodę ciepłą przez dno gęściciela, odsyła tyle iey do naczynia metalowego, ile to objąć może; reszta zaś wody pochodzący z gęściciela, wlewa też pompa do kociołka zasilającego, uwolniwszy ją od powietrza przez otwór z klapką zrobiony w dzwonie powietrznym, urządzonym do tego wyłącznie na przechodzie wody z gęściciela do kociołka. — Woda ciepła z gęściciela, wchodzi przez jeden koniec do naczynia metalowego, a wychodzi drugim końcem oziębiona i zdolna do zgęszczania pary. Tym sposobem niepotrzeba wprowadzać coraz nowocy wody, i machinę utrzymuie w ruchu zawsze też sama ilość wody, iaka była przy rozpoczęciu działania. — Taż sama woda ciągle dystylowana, pozbawia się prędko powietrza w niey będącego; a zatem po skropleniu pary przez wtryskiwanie wody, czczość w walcu staie się coraz doskonalsza.

Oto iest krótkie objaśnienie machiny Evansa.

Figura 1. — A, wałec roboczy; — B, wałec z syfonem, do którego para zgęszczać się przychodzi przez rurę CC; — b, rurka odlewna, — D, pompa do wody zimnocy wtryskiuący przez rurę dd, do gęściciela; — E, pompa zasilająca; — GG, wahacz; — P, punkt stały w ramie równoległobocznocy; — I, punkt połączenia trzonu tłokowego z wahaczem; — OO, pręt przymocowany iednym końcem do punktu stałego P, drugim zaś do wahacza, niedozwalający temu ostatniemu ściągąć tłokowego trzonu z pionowego kierunku iego, przez pociąganie wahacza wolno chodzącego w złączeniu z podporą L; — M, drąg łączący korbę latawca z wahaczem; — NN, latawiec czyli koło szalone.

Fig. 4. Przecięcie pionowe skrzynki parowocy czyli *parozbioru* i kłapy poziomocy A, małący ruch obrotowy ciągły; — B, wał przesyłający ruch kłapiu A, i czopem swoim wchodzący w osadę kwadratową g. Fig. 5. przecięcie poziome *parozbioru* podług linii X,X, widziane,

z góry na dół. Fig. 6, podstawa dolna kłapy A. Fig. 7, plan dna FF, z figury 4tey *parozbioru* w którym obraca się kłapa A, małąca cztery otwory kołowe aa, bb; — kłapa A, przebita ma otwór kwadratowy d, równie szeroki i równie oddalony od osi, iak i otwory kołowe a, b. W *parozbiorze* FF, są trzy otwory pionowe aa, bb, cc; otwór a, prowadzi parę pod tłok walca parowocy; otwór zaś b, nad tłok; nakoniec otwór c, prowadzi do gęściciela. Para przebywszy otwór V, przechodzi przez d, skoro d znajduje się nad a, lub nad b; a zatem prowadzi parę z kotła, raz nad tłok, drugi raz pod tłok walca; spód *parozbioru* ma wydrążenie e, fig. 4, 5; którego szerokość przykrywa naprzemian otwory aa, i cc, lub też bb, i cc. Tym sposobem para znajduiąca się po iednocy stronie tłoku, przechodzi do gęściciela; gdy tymczasem para z kotła wchodzi na drugą stronę tłoku. — Fig. 8, przecięcie pionowe kłapy zabezpieczający; — c, przykrywa, której część górna zamyka szczelnie rurkę T, wchodzącą do kotła. Druga część wchodząca do rurki, ma przebite trzy otwory, przepuszczające parę. — Fig. 9, plan kłapy; — RR, drąg uciskający przykrywę kłapy, za pomocą ciężaru P. — Fig. g, iest elewacyą przykrywy; fig. h, przecięciem iey poziomocy.

W roku 1802, Trevithick i Vivian, uzyskali w Anglii patent na machinę parową z wysokiemy ciśnieniem bez skroplania pary, zastosowaną do poruszania powozów na drogach zwyczajnych. Lecz napotkawszy wielkie trudności w wykonaniu swoich pomysłów, przestali na szukaniu sposobu zastosowania pary do wozów idących po drogach kolejnych.

W r. 1804, nowy ten pomysł udało się im przywieść do skutku na drodze żelaznocy Merthyn Tydyl, w księstwie Wallii.

W r. 1811, Blenkinsop wprowadził koleie karbowane, po których toczyły się wozowe koła, podobnież karbowane, i poruszane siłą pary. — Ulepszenie to pomogło do spuszczenia wozów z większych lub mniejszych pochyłości, bez

obawy żeby machina niepośliznęła się na kole-
iach, iako na płaszczyznach pochyłych.

W r. 1812, PP. Edwards i Willjam Chapman,
otrzymali patent na machinę ciągnącą wozy łań-
cuchem rozciągniętym przez całą długość drogi,
z obu końców stale przytwierdzonym. Łańcuch
ten okręcał się dwa razy w rowku wyżłobionym
na wale poziomym, poruszany siłą pary.—
Jest to sposób ten sam, iakiego żeglarze uży-
wają do holowania statków, za pomocą koło-
wrotu pionowego i zarzucania kotwicy.

Bruntonowi winniśmy dowcipny układ, w któ-
rym siła pary działa na drągi iakby nogi sztuczne,
poruszające wóz po drodze, podobnie iak tacz-
karz pcha tawkę swoją.

Wyobraziliśmy na tabl. XIII, fig. 5 i 6, dwa przecięcia pionowe
wozu parowego, używanego na drodze kolejnój Killingsworth
w Anglii.

Widać tu wielki walec C, iako ogrzewający kocioł, w którym znaj-
duje się mały walec c, wewnątrz którego pali się ogień, iak to się
powiedziało na stronnicy 328.

Walce A, B, przechodzą grzez kocioł aż do A' B', gdzie są przyśru-
bowane do dna wozu. Trzony tłoków, przytwierdzone są u góry
do drążków poprzecznych LL, L' L'; do tych drążków przydane są
pręty X, X, obracające cztery koła, zapomocą czopa utkwionego na
środku ze sprych każdego koła; czop ten chodzi wolno u spodu
pręta obracającego. Widać w T, T', fig. 5, dwa przewodniki pionowe,
regulujące ruch tłoków, żeby ich pręty X, X, niesprowadzały z kie-
runku pionowego. Parozbiory podobne do tych iakie opisaliśmy,
wpuszczają parę nad i pod tłok każdego walca. — V, V, rury prowa-
dzące parę do komina, którym ona uchodzi. — Do zamykania i otwie-
rania szuflad, mały mimośród E, przytwierdzony do każdej osi,
porusza drąg łamany 1, 2, 3, który nadaie ruch posuwno-powrotny
prętowi 4, a następnie ruch obrotowy małemu drągowi 5, 6, zamyka-
jącemu i otwierającemu kłapę parową.

Fig. 5; — F, mała pompa tłocząca do zasilania wodą walec ogrze-
wającego. Fig. 6; — U, wóz wiozący wodę i paliwo potrzebne dla ma-
chiny; — V', łańcuch ciągnący wozy. Fig. 7, wystawia jeden z wozów,
przy którym widać *halmę*, z długim ramieniem drąga naciskającego
ją w czasie spuszczenia wozu z góry. — Z fig. 6, łańcuch bez końca,
zaczepiający o dwa tryby umieszczone na osiach wozu, żeby pręty
idące od wahacza miały ruch względny, zawsze stateczny.

Fig. 1, wystawia *manometr* o którym mówiliśmy w *nauce trzy-
nastój*.

NAUKA PIETNASTA.

Statki parowe; miara siły i skutku machin parowych.

Nayważniejsze zastosowanie machin parowych, zrobiono w żegludze.—Przywodzę w tym względzie treść raportu złożonego przezemnie akademii nauk, o pełnem zalet piśmie pana Marestier względem parowój żeglugi, z niektórymi szczegółami technicznymi, które niemogły weyść do raportu.

Wiadomo, iak pospolicie odbywa się żegluga po rzekach przeciw biegowi wody, i iak wielką ilość sił żywotnych ludzi i koni zużywa ciężka praca *holowania* statków.—Żegluga po wielkich jeziorach i morzach, lubo ułatwiona przez wiatry i żagle, znayduje częstokroć niepodobne do pokonania przeszkody w czasie burzy, szczególniej zaś podczas zupełnéj ciszy; a zawsze jest leniwa i utrudzająca przy wietrze przeciwnym. Liczne przeto zawady zmniejszają pomoc wiatru w żegludze.

Duquet francuz, naypierwéj usiłował zastąpić siłę wiatru innym sposobem mechanicznym.

Doświadczenia swoje w tym celu robił od 1687 do 1693 r. w porcie *Havres*.

W r. 1698, kapitan Savery, który korzystając z pomysłów rzuconych w Anglii przez margrabiego Worcester zbudował machinę parową, podał mechanizm poruszania statków przez koła szybiaste; wiekiem późniéj użyto sposobu tego z wielkiém powodzeniem w żegludze. Lecz kapitan Savery niemiał nawet w myśli użyć pary za siłę poruszającą.

W r. 1736, Jonathan Hull opierając się na ulepszeniu parowój maszyny przez Newcomena, myślał o zastosowaniu iéy do poruszania okrętów przez koła szybiaste.—W tym celu otrzymał patent, usiłując napróżno skłonić do swych zamiarów admiralicyą angielską.—Pomiędzy zarzutami dla których odmówiła mu admiralicya swą pomoc, znaydował się następujący — „Czy uderzanie fal morskich niepołamie w maszynie poruszającéj, organów iéy zanurzonych w wodzie?”—Na to Jonathan Hull odpowiedział: „niepodobna przypuszczać, że maszyna ta użytą będzie na morzu w czasie burzy i fal rozhukanych.”

Co Jonathan Hull, wynalazca statków parowych, miał za niepodobne, to w 80 lat późniéj doświadczeniem stwierdzone, niezliczone przyniosło korzyści.

Zdać się że projektu Jonathana Hull nigdy wykonane niebyły.—W r. 1775, dawny nasz kolega Pérrier, zbudował poraz pierwszy statek

parowy. — Statek ten na wodzie spokojny byłby płynął chociaż z małą prędkością, gdyż siła pary go poruszającej równała się tylko sile jednego konia. — Przy tak małej sile, statek nie mógł płynąć pod wodę na Sekwanie, i Périer swe usiłowania zaniechał.

W r. 1781, lepię się powiodło panu de Jouffroy; kazał on zbudować w Lyonie statek parowy wielkich rozmiarów, na 46 metrów długi. — Saona mająca bieg bardzo powolny, a stąd od Cezara nazwana *lentissimus Arar*, bardzo była stosowna do doświadczeń tego rodzaju. — Jednakże przygody, które niepowinny były wstrzymać przedsięwzięcia, stanęły na przeszkodzie. Nadeszła rewolucya, a Jouffroy opuścił francyją.

W piętnaście lub ośmnaście lat po tych pierwszych próbach, pan Desblanes wziął od rządu francuzkiego patent na budowanie statków parowych.

Wkrótce potem przybył do Paryża mechanik *Fulton*, wielkiej sławy nabyć mający; rozpoczął on rozmaite doświadczenia swoje przy wyspie Łabędzi (*île de Cygnes*.)

Od roku 1785 do 1801, Miller z Dalwinstonu, Clarke i Symington w Szkocyi; lord Stanhope, Bunter i Dickinson w Anglii, robili próby statków parowych, lecz nieotrzymali stanowczego powodzenia.

Od r. 1786 do 1790, w Ameryce Fitch i Rumsey, stosowali do żeglugi siłę pary. Pomimo

prób, z których powziąć można było wielkie nadzieje, źle przyjęci w własnej oyczyźnie, przybyli do Europy szukać wsparcia dla swych usiłowań.

W kilka lat później Fulton nieznanym w handlowej marynarce francuzkiej dosyć łatwości ani dosyć pewnych korzyści, i gdy nadto pierwszy konsul odmówił mu uczestnictwa w budowie flotyli przeznaczony na wylądowanie do Anglii, straciwszy nadzieję powodzenia w starej Europie, zwrócił oczy na młodą swą oyczyznę, i postanowił przenieść do Ameryki nową sztukę, którą na łonie Francji stworzoną udoskonalił.

Utwierdzał go najwięcej w tym zamiarze Livingston, ówczesny poseł Stanów Zjednoczonych przy rządzie francuzkim. Livingston, sam czynił liczne próby nad żeglugą okrętów parowych na morzu, przysyłając im tę siłę przez koła szybiaste, przez koła na wzór skrzydeł wiatrakowych, przez powierzchnie spiralne, przez gęsie łapy, przez wiosła, i przez łańcuchy bez końca.

Ważność żeglugi parowej i podobieństwo zastąpienia siły wiatru sposobami mechanicznymi, tak dobrze zrozumiano w Ameryce, iż 1798 r. Stany Nowego Yorku, wydały Livingstonowi dwudziestoletni przywilej pod warunkiem, że przed 20tym Marca 1799 r. zbuduje statek, któryby ubiegał cztery mile morskie na godzinę.

Livingston używszy maszyny parowej pięć

lub sześć razy silniejszy od maszyny Pericra, otrzymał znakomitsze skutki, nieosiągnął jednakże żądanego stopnia prędkości.

Fulton użył siły prawie cztery razy większej. Zamówił on w fabryce angielskiej Watta i Boultona maszynę parową o sile 20 koni, i przeniósł ją do Ameryki na statek który zbudował w Nowym Yorku.— W 1807 r. statek ten zaczął odbywać podróże i przebiegł 120 mil morskich, między Nowym Yorkiem i Albany, w 32 godzinach, a powrócił w 30.

Doświadczeniem tak stanowczym Fulton rozniósł powszechne przekonanie. Zewsząd powstawały zamożne stowarzyszenia do budowy statków parowych.— Zyski niektórych towarzystw były niezmierne, korzyści zaś przewyższyły najsміelsze nadzieje, jakie sobie Stany Zjednoczone z tego pięknego wynalazku rokowały.

Powodzenie statków parowych w Ameryce, wkrótce rozgłosiło się wszędzie, i wtedy wynalazek, przenoszony dwukrotnie ze starego do nowego świata wrócił poraz ostatni do oyczyny pierwszych wynalazców.

Pierwszy statek parowy, który w W. Brytanii otrzymał stanowcze powodzenie, zbudowany był w 1812 r. do żeglugi na rzece Clyde. W podróży mojej do Anglii 1816 r. widziałem żeglugę tę kwitnącą i rozkrzewioną.— Doniosłem o niej ministrowi żeglugi i osad. W Szkocyi spotkałem sławnego Watta i dowiedziałem się o próbach,

które syn jego przedsiębrał, żeby udoskonalić zastosowanie maszyn parowych do żeglugi.

We Francji od r. 1815. czyniono liczne próby; lecz zły sposób postępowania, maszyny niedoskonale, wielkie trudności miejscowe niesprzyjały tym usiłowaniom, a stowarzyszenia w tym celu związane poupadaly.

W takim stanie rzeczy, ministerium marynarki postąpiło drogą prawdziwej roztropności.— Wysłano do Stanów Zjednoczonych biegłego i rozsądnego inżyniera, dla powzięcia na miejscu dokładnej i szczegółowej znajomości prac w tym rodzaju już dokonanych i otrzymanych złąd skutków.— Taki był cel polecenia, które zaszczytnie wykonał pan Marestier.

W tymże czasie ministerium morskie poleciło panu Montgéry kapitanowi fregaty, udać się do portów Ameryki i roztrząsnąć statki parowe pod względem ich użyteczności żeglarskiej i wojennej.

Życzyć należy, aby pan Montgéry ogłosił swe użyteczne i uczone postrzeżenia nad statkami parowymi w ciągu dzieła pełnego nauki, które o maszynach parowych wydawać zaczął.

Marestier zmniejszył liczne uprzedzenia i nadzwyczajne skutki, przypisywane żegludze parowej, przywiódłszy je do ścisłych granic podobieństwa i rzeczywistości.— Podciągnął on wszystko pod pilną obserwacją, pod miarę dokładne i nic nieprzedstawił, co by na zupełną wiarę i ufność niezasługiwało.

Marestier mniema, iż po szczerém ocenieniu rzeczy, nowy sposób żeglowania wielkie jeszcze rokuie korzyści, skłaniające do jego upowszechnienia na morzach i rzekach Europy, równie iak w Ameryce; aczkolwiek spodziewane pożytki są tylko względne. Angliia stawia tego przykład.

Z wielkich potrzeb powstają wielkie usługi.— Zdanie to sprawdził wynalazek statków parowych, dla kraiu, który najpierw używać ich zaczął.

Luiziana ustąpiona wkrótce przez Franciā, otworzyła zwiāzkowi amerykańskiemu żeglugę nieprzerwanā na Missisipi, naywiększēy z rzek nowego świata; dziey mieszkańcy odparci lub pokonani, skryli się wgłāb lasów, opuściwszy pobrzeża i krainy, do których niepodobna było inaczej dostać się, iak postępując za biegiem rzek przeryzujących je w różnych kierunkach.— Parowa żegluga przełamała opór wody bez pomocy wiatru, którego siła tak jest niepewna i zmienna, bez potrzeby holowania, niepodobnego na stromych i skalistych brzegach, stopā ludzkā nietkniętych lub zarosłych lasami.

W przeciągu lat 15*tu*, powstały miasta tam, gdzie dawniej ledwie kilka mieszkań liczono; dzikie ustronia zamieniły się na uprawne włości, ożywione czynnością i handlem, który otworzył sobie nowā drogę dla pomyślności dawnego świata i nowych jego ludów.

Dzisiaj statek parowy wypłynāwszy od uysć

Missisipi, przebywa całą tę rzekę, wchodzi na Missouri aż do rzeki Pierre-Jaune, upływając 1700 mil morskich, czyli 5000 kilometrów, to jest przeszło 400 mil ieograficznych. Jest to odległość daleko większa od długości 150 kanałów wykopanych rękā ludzkā w kraiach W. Brytanii.

Pierwsze statki parowe Fultona, były płaskie iak promy.— W 1813 r. zaczęto zaokrąglać kształt ich łodzi, którym odtąd nadawano ciągłą krzywiznę wzdłuż i szerz, lecz robiono je płytkie, żeby mniej brały wody.

Marestier czyni uwagę, że jeżeli głębokość zanurzania się czyli brania wody nie jest ograniczonā, mozeby korzystniej było kształt ich zbliżać do formy galer, które doświadczeniem kilku wieków okazały się być sposobne do żeglugi wiosłowej.

Długość statków bywa zwykle od 35 do 45, rzadko 50 metrów.

Szerokość ich miewa . . . od 4 do 10 metrów.

Wyżłobienie łodzi głębokie bywa od 2 do 3.

Branie wody od 1,2 do 2.

Pierwsze statki były bardzo wąskie, szerokość ich ledwie dziesiątā część ich długości miewała. Dzisiaj jest czwartā lub piątā.— Powiększając szerokość, możnaby było zmniejszyć długość i głębokość, a zatem i branie wody, bez zmniejszenia objętości okrętu, a nadewszystko bez naruszenia jego stałości w równowadze, która owszem przez to się utrwała.

Nakoniec przy iednakowēm ponurzeniu w wodzie, w statku szerokim przecięcia poprzeczne większā maia powierzchnię niż w statku wą-

kim; stąd też część okrętu, w którą się mieści ogromny ciężar maszyny parowej, i dwa koła z całym przyrządzeniem, ma większą objętość, i dlatego też opiera się na większej masie wody.

Tym sposobem okręt nie tak łatwo rozprzega się i traci właściwy sobie kształt, iak to się przytrafia przy nierównym rozłożeniu ciężarów działających z góry na dół, i od ciśnienia płynu z dołu do góry.

W niektórych okrętach kupieckich, maszyna parowa znajduje się na pokładzie. — W okrętach do przewozu podróżnych, mieści się ona w głębi okrętu. — Wał kół niekiedy jest pośrodku długości okrętu, niekiedy bliżej sztyby lub rufy.

W okrętach poruszanych maszyną pojedynczego ciśnienia, rzadko siła pary przechodzi $\frac{2}{3}$ zwyczajnego ciśnienia atmosfery, to jest, że merkurys w rurce zanurzonej jednym końcem w parze kotła, a drugim wystawionej na wolne powietrze, rzadko podnosi się wyżej nad 50 centymetrów, gdy średnie ciśnienie atmosfery dochodzi 76 centymetrów wysokości barometrycznej.

Wspomnieliśmy już i powtórzyć jeszcze przychodzi, iż trudność wykonania statków parowych, nie tak polegała na wynalezieniu najstosowniejszego ile można dla nich mechanizmu, iak na używaniu bardzo małej siły poruszającej.

Trzeba było przedewszystkiem wyrachować siłę mogącą nadać okrętowi prędkość oznaczoną, obliczyć stratę sił przez wszystkie gatunki

oporów, i podług tego rachunku zbudować maszynę parową, mającą poruszać okręt.

Fulton pierwszy przedsięwziął podobną rachubę i pierwszy też pracę swą powodzeniem uwieńczył. Gruntował się on na doświadczeniach towarzystwa angielskiego, zajmującego się udoskonaleniem architektury morskiej. — Doświadczenia te, podawały tylko wypadki bliskie prawdy, lecz to zbliżenie wskazywało mu już granice siły użycie się mającej, i odtąd powodzenie jego przedsięwzięcia nabrało pewności matematycznej.

Fulton uważany jest za gieniusz, który pierwszy przywiódł do skutku żeglugę parową; jego poprzedników w tym zawodzie podobna zapewne nieokrywa chwała. Jednakże oni wszystko prawie przygotowali dla niego. Jeden z nich wymyślił użycie kół szybiastych, drugi użycie maszyny parowej. Pokazano, iż łatwo zmienić można ruch tłoka prostoliniowy powrotny na ciągły obrotowy, którego potrzebują koła wodne w statkach. Zbudowano nawet statki parowe, które łącząc wszystkie te środki, płynęły już z małą prędkością.

Należało tylko przyzwoicie powiększyć prędkość powiększając siłę poruszającą, bez nowych kombinacji mechanicznych. — Wykonał to Fulton, zgromadziwszy w tym celu wypadki doświadczeń i podciągawszy je pod rachunek; a tak całą zasługę poprzedników zatarł w mniemaniu pospolitem, i sam zebrał owoce sławy;

o innych zaś ledwie iaki wywód historyczny wspomina.

Fulton przecież nierozciągnął tak daleko badań swych teorycznych, ile tego ulepszenie żeglugi parowej wymagało. — Niewyznaczył nawet ściśle położenia, wielkości, i kształtu najstosowniejszego dla wszystkich części składowych statku i mechanizmu parowego. — P. Marestier uzupełnił ten brak; oznaczył stosunki matematyczne, posłużyć mogące za praktyczne prawa dla budowniczych.

Szukał on stosunków iakie zachodzić powinny, lub które rzeczywiście przyjęte są pomiędzy siłą machin parowych, wielkością kół, i szybek lub wiosel, tudzież między wymiarami głównymi okrętu.

W tym celu z 18tu okrętów parowych, których bieg uważał, przywodzi:

1^{od}. Zwyczajną sprężystość pary; 2^{re}. ilość obrotów kół na jedną minutę; 3^{cie}. prędkość tłoku odpowiadającą téż prędkości kół; 4^{te}. stosunek powierzchni szyby do powierzchni prostokąta, którego podstawą jest szerokość okrętu, a wysokością branie wody; 5^{te}. drogę ubieżoną w sekundzie przez krawędź szyby, której prędkość pozioma przynajmniej powinna być tak wielka iak prędkość okrętu, jeżeli strona wewnętrzna szyby nie ma uderzać płynu w kierunku przeciwnym biegowi okrętu; 6^{te}. prędkość okrętu w metrach na sekundę, do rachunków matematycznych potrzebną, i w węzłach

na godzinę, dla użytku żeglarskiego; 7^{me}. liczbę przez którą mnożyć trzeba prędkość okrętu, rozdzieloną przez liczbę pomknięć tłoku, żeby mieć średnicę szyb krzywych; 8^{me}. mnożnik, zapomocą którego poznać można stosunek prędkości okrętu do liczby wyrażającej: *średnicę walca parowego, mnożoną przez pierwiastek kwadratowy z iloczynu drogi ubieżonej przez koło, i wysokości słupa merkuryszu podnoszonego parą; to zaś wszystko rozdzielone przez pierwiastek kwadratowy z iloczynu szerokości okrętu, przez branie wody i przez średnicę kół szybistych.*

Przez rachunki umieszczone w przypisach do pierwszego pamiętnika swego, pan Marestier otrzymuje kilka wypadków, które uważać można za zbliżone do rzeczywistych praw nam nieznanym. — Oto są stosunki zbliżone, które autor wyprowadził.

1^{od}. Sześciennik prędkości okrętu, mniejszy iak siła machiny, rozdzielony przez opór okrętu. Sześciennik prędkości średniy szyb większy jest od téż samy ilości będący granicą sześcienniku tak pierwszy iako i drugi prędkości. Żeby otrzymać taką granicę, musiałby szyb mieć nieskończoną wielkość.

2^{re}. Prędkość okrętu zachowuje stosunek prosty z pierwiastkiem sześciennym siły machiny, a stosunek odwrotny z pierwiastkiem sześciennym z oporu okrętowego i z ilości $1 + \frac{b}{a}$, gdzie opór okrętu wyraża się przez a , a prędkość szyb przez a^2 .

3^{cie}. Stosunek ilości $\sqrt[3]{1 + \frac{b}{a}}$ w jednym okręcie, do odpowiedney ilości $\sqrt[3]{1 + \frac{b}{a}}$ w drugim okręcie, różni się mało co od jedności; a stąd prędkość okrętu, jest prawie proporcjonalną pierwiastkowi

sześciennemu sily rozdzielonemu przez pierwiastek sześcienny oporu.

4te. Prędkość zatem okrętu, jest prawie równa statecznemu *spółczynnikowi*, mnożonemu przez pierwiastek sześcienny *iloczynu*:

- z wysokości słupa merkuryusza utrzymywanego przez parę,
- z kwadratu średnicy tłokowej,
- z długości pomykania tłoku;
- i z liczby pomknięć jego na minutę.

który to *iloczyn* rozdzielić trzeba przez pierwiastek sześcienny z szerokości okrętu, mnożony przez jego branie wody.

Ten stosunek prowadzi do wartości, którą już podaliśmy za *mnożnik* prędkości okrętu.

Mnożnik ten nie jest stateczny, różni się on od 20,29 do 27,65 w okrętach, które pan Marestier brał pod rachunek.

Średnia wartość wszystkich tych mnożników jest 23,41.—P. Marestier jednakże przekłada liczbę 22, lubo przykłady do których stosuje ten ostatni mnożnik, zdają się okazywać, iż lepszym jest mnożnik 23,41.

Przez proste stosowanie teorii o największości i najmniejszości, Marestier otrzymał takie wypadki:

Prędkość statku idącego pod wodę, ma być półtora razy większa od prędkości samejże wody, dla spotrzebowania iak najmniejszej ilości paliwa. Lecz prędkość taka bywa zwykle mniejsza od téj, iakięj wymagają potrzeby handlu, a szczególniей pośpiech podróżyujących.

Dla okrętu idącego pod wodę z prędkością 1½ razy większą od pędu wody, trzeba trzy razy więcej sily poruszającej, gdy ta działa na okręcie, bądź to jest machina parowa, bądź też

kołowrot posuwający okręt po sznurze do punktu stałego na brzegu lub na głębi (*).

Gdy pęd wody jest bystry i gwałtowny, i gdy siła działająca znajduje się na pokładzie, wtedy płynąc pod wodę, korzystniей jest holować z okrętu, po sznurze uciepionym w pewnej odległości od okrętu.—Lecz przekładać trzeba koła szybiaste lub wiosłowe, poruszane wewnętrzną siłą okrętu: 1od. płynąc pod wodę, której bieg nie jest bystry; 2re. ilekroć razy płynie się z wodą.—Korzyść dwóch tych sposobów działania, znana jest wielu mechanikom—pierwszym przeprowadzają statki popod mostami, tudzież płyną pod wodę na bystrych rzekach; drugi zaś powszechnie się używa płynąc z wodą.

Marestier śledził rachunkiem skutki machin z poiedynczém i podwóyném ciśnieniem, tudzież machin obrotowych, użytych bezpośrednio do poruszania okrętu. Upewnia o wielkiem oszczędzeniu paliwa w machinach wysoko-ciśnących, i niepodziela wcale téj obawy, która usunęła ie z europejskiej żeglugi.

Podaje on szczegóły budowy, wiązań i wewnętrznego urządzenia parowych statków w rysunku, iako to: okrętu *Kanclerz-Livingston*, o 400 beczkach z machiną parową równą sile 60 koni; okrętu *Fulton*, w tém szczególnego, iż dno łodzi jego nie jest płaskie i poziome; okrętów

(*) Stąd widoczna korzyść holowania do punktów stałych, które się zaczyna wprowadzać w użycie na Sekwanie i Rodanie.

Washington tróymasztowego i *Savannah*, który odbywał podróż z Nowego Yorku do Liverpool, i do Petersburga, używając naprzemian siły żagłów i maszyny parowój; nakoniec okrętu *Paragon*, który podaje za model statku parowego, niosącego żagle na dwóch masztach pionowych.

W Ameryce i w Anglii, są statki z podwójną łodzią, używane do przepływania rzek. Obszerne płaski pokład leży na dwóch łodziach, a w przestrzeni je dzielący, obracają się koła szybiaste poruszające statki, bardzo dogodnie do przewozu koni, pojazdów, ludzi, i t. d.; lecz statki te płyną wolniej, niż jedno-łodziowe równy im objętości. Gdy przybijają do brzegu, zmienia się w nich kierunek obrotu kół, a przez to niszczy się prędkość nabyta; inaczej mógłby się statek rozbić o nadbrzeżną tamę.

W Stanach zjednoczonych, do poruszania statków parowych dwu-łodziowych, używają się czasem kołowroty lub deptaki, obracane końmi zamiast maszyny parowój. Autor opisuie stosowny mechanizm, płaszczyzna kołowrotów jest bądź *pozioma* bądź *pochyła*. W ostatnim przypadku bez wątpienia większy jest skutek siły koni, lecz te utrudzają się daleko prędzej. — P. Marestier słusznie tu wspomina, iż myśl poruszania okrętów kołowrotem wzięła początek we Francji; przekonywa o tém zbiór machin, potwierdzonych przez Akademię w roku 1732.

Mówiąc o parowych okrętach nowego Yorku,

Marestier skreśla obraz wielkiej wewnętrznej żeglugi, której skutecznieniem trudnią się teraz amerykanie.

Nowy York leży nad obszerną zatoką, zbudowany na wyspie rzeki Hudson. Wypłynąwszy z Albany lub z nowego Yorku, 46 śluz podnosić będą statki do 128 metrów nad poziom rzeki Hudson; upłynąwszy 182 kilometrów, przyjdą do Rzymu (*Rome*); skąd spuszcza się do łożyska Tenessée; ztamtąd znowu podnoszą się w górę przez 28 śluz, i wejdą na jezioro Erié, o 262 kilometrów od Tenessée odległe. Tam wyniesione będą o 112 metrów nad poziom rzeki Hudson.

Odnogi kanału ze splawnych rzek utworzonego, prowadzić będą do jeziora Ontario, oddzielonego teraz od jeziora Erié wielkim wodospadem *Niagary*, nieprzebytem dla żeglugi.

Samo łożysko rzeki Mississipi, zajmuje powierzchnię sześć razy większą od powierzchni Francji. — Rzeka ta niosąca wiele mułu, ma błotniste brzegi, a na nich zbyt wielkie zapadłości i wyniesienia, dla których niepodobna zrobić po nad brzegiem drogi do holowania statków.

Statki zwykle płyną pod górę zapomocą wiośel lub holowania ich do punktów stałych, po sznurach; tym sposobem zaledwie na dzień uchodzą od 14 do 15 mil morskich, pomimo wielką liczbę maytków i pilną ich baczność, żeby żeglować tém miejscem, gdzie nurt wody jest naysłowniejszy.

Prędkość nurtu Mississipi mylnie ceniono na półczwarta węzła, gdy w istocie średnią ięę miarą jest półtrzecia węzła.— Stąd też wymagano parowych statków o zbyt wielkięę prędkości, ażeby płynąć mogły przeciw wodzie.— Błąd ten rachunkowy sprzyiał postępowi sztuki, obudzając usiłowania do budowy okrętów z iak największą prędkością płynących.— Od 1811 roku, Fulton otrzymał wyłączny przywilej żeglowania po wspomnionęę rzece okrętami parowemi.

Okręty amerykańskie parowe najczęścieję mia-waia po dwa koła na bokach; w niektórych bywa tylko iedno koło z tyłu, iak w statkach pływaiących teraz po Sekwanie.

Prędkość okrętów parowych, potrzebna do ocenienia skutków maszyny, zależy od trwania podróży i długości drogi. Marestier roztrząsa te odległości podawane przez żeglarzów i ieografów, przyjmuiąc najpodobniejsze do prawdy; podaie potęm wyobrażenie o rachunkach Fultona dla wyznaczenia skutków siły pary, stosowanęę do żeglugi. Nakoniec opisuie rozmaite sposoby iuż praktykowane, lub tylko pomysły Amerykanów, na zastąpienie działania wiosel przez inne działacze mechaniczne.

Na tabl. XIV, znayduie się rzut pionowy fig. 1, i rzut poziomy fig. 2, mechanizmu parowego. Widać tam koło szybiaste (raczēę szufflaste albo wioslowe) na boku okrętu; maszyna parowa i kocioł, są przy iednēę ze ścian okrętu;

podobny układ zachowuie się symetrycznie i z drugięę strony.

Pozostaie nam ieszcze zrobić *niektóre uwagi nad miarę działania sił poruszaiących*, szczególniēę w maszynach parowych.

Żeby maszynie nadać ruch i sprawić skutek mechaniczny, używaią się działacze organiczne, lub nieorganiczne, iako to: ludzie, konie, woły, lub też woda, wiatry, para wodna, sprężyny, ciężary.

Siły te różnić się mogą prędkością i natężeniem, działać przerywanie lub ciągle; skutki ich iednak daia się zawsze porównać z sobą, i można którakolwiek z tych sił wziąć za iedność porównalną czyli za miarę sił innych.

Mechanicy przyięli za wyraz porównywania, za iedność miarową sił taki ciężar, który koń mógłby podnieść przez dzień roboty lub część dnia, gdyby siła pozioma pociągu przemienioną była bez straty na siłę pionową. Ten zwyczaj zaprowadził się następuiącym sposobem.

Naywiększą liczbę maszyn poruszały wtedy konie, gdy zaczęto stosować do nich siłę pary.— Každy fabrykant chcący zmienić tylko siłę poruszaiącą, żadał takięę maszyny parowęę, któraby zastąpiła robotę 2, 3, 4, koni.— Stąd konstruktorowie maszyn parowych oznaczać musieli ich siłę przez siłę koni, których robotę w tym samym czasie zastąpić mieli.

Siła równie iak i prędkość koni różni się nieskończenie podług ich wzrostu, ciężaru, bu-

dowy i gatunku. — Różnica ta dochodzić może od 1 do 3, w ciężarach niesionych lub ciągniomych, w prędkości ich biegu lub chodu. — Nadto, mniejsze lub większe starania, lepszy i posilniejszy lub lichy pokarm, wpływają także niemalo na ilość roboty i na prędkość konia pracującego przez czas dany.

Ze wszystkich ilości ruchu i ze wszystkich prędkości, siła konia najmniej jest przydatną na iedność miarową innych sił.

I w rzeczy samej, ile razy w ugodach z osobami prywatnemi, o budowę machin, niebyło dobrej wiary, mechanik podejmował się zbudować maszynę, którejby siła wyrównywała siłę najlepszych koni; po wykonaniu zaś przedstawiał na tém, gdy dzienna ię robotą wyrównywała siłę pewnej liczby miernych koni. Podobne wybiegi nieraz użyte, dały powód do sporów; a w wielu przypadkach, sąd nieśmiały uznać winnym mechanika; — nieraz nawet w podobnych sprawach przedstawiał na zdaniu członków akademii.

Prony, po licznych doświadczeniach w celu dokładnego zmierzenia siły machin parowych, ustanowił dla nich iedność miarową, żądając ażeby akademii wyiednała zatwierdzenie ię od rządu; iak to już poprzedniczy komitet złożony z PP. Laplace, Prony, Girard, Ampère i Karola Dupin, był przełożył.

Przywiedzione tu szczegóły dowodnie wykazują potrzebę ustalenia iedności miarowej dla

bezpieczeństwa przemysłu i handlu. Poczyniono iednak zarzuty przeciw ustanowieniu takiej iedności miary, na które odpowiedzieć wypada.

Mówiono, że taka iedność nie jest potrzebna, i że dosyć na każdy przypadek wyrazić w miarach metrycznych ciężar mający się podnieść siłą poruszającą każdej maszyny w czasie danym. — Zapewne wyrażenie takiej siły dostatecznym jest dla iemetry; lecz dla sztuk użytecznym wcale być niemoże. — Pewna liczba metrów sześciennych, rozmnożona przez czas dany, jest ilością zbyt zawikłaną dla artysty; i nieda mu dość iasnego wyobrażenia o sile maszyny i o stosunkach różnych wartości tego rodzaju. — W prostych miarach niewymagających kombinacji różnorodnych ilości, niewahano się wcale ustanowić nową iedność; i tak: metr sześcienny nazwano *sterem*, decymetr sześcienny *litrem*.

Dla podobnych powodów zdaie się, iż niepotrzebna była iedność wag; *np.* zamiast *gramm*, możnaby mówić: ciężar centymetru sześciennego wody, a zamiast *kilogram*, ciężar decymetru sześciennego. — Jednakże wyrażanie ciężaru przez kilogramy, nierównie jest iasniejsze i prostsze w życiu pospolitem i w sztukach, niż wyobrażenie ciężaru pewnego płynu, zamkniętego w pewnej objętości, przy pewnej temperaturze. — Cóż dopiero, gdy ciężar ten ma być jeszcze podniesiony do pewnej wysokości przez czas dany? — Trzy tu zachodzą elementa: objętość masy,

iż nie tracą codziennie nowéj ilości ciepła, nim zaczną działać, ani czasu upływającego między przyściem robotników i zaczęciem pracy. Z postępem przemysłu w narodzie, budują się coraz doskonalsze maszyny, łożą się coraz większe kapitały z coraz prędszém ich obrotem; stąd wypada, że w zakładach fabrycznych rzemieślnicy coraz dłużej na dzień pracować muszą, a z czasem robota ich staie się ciągłą i nieprzerwaną — iak to już dzieie się po wielu fabrykach angielskich i niektórych francuzkich.

Przeto jednostka siły całodziennéj, będzie jednością do którój wszystkie inne będą się ciągle przybliżać.

Wreszcie, praca zwyczajna zwierząt da się łatwo przywieść do całodziennéj; konie *np.* użyte do pociągu lub kołowrotu, pracują zwykle po 8 godzin, to jest przez trzecią część dnia. — Trzy zatem przemiany koni silnych, w czasie 24ch godzin, wydadzą ciągłą pracę idealnych koni, któreby nigdy nieustawały i zawsze były gotowe do roboty. Pokazało się, że siła dzienna takiego konia, wyrównywa niemal 76000 metrów sześciennych wody podniesionych na metr wysokości. — Wziąwszy za *jedność miarową siły*, 10 metrów sześciennych, podniesionych do 10 metrów wysokości, wyraziłby należało dawną *jedność siły* konia od mechaników francuzkich używaną, przez 60. — Żądając wtedy maszyny parowój o sile szesnastu koni, należałoby mówić: o sile 960 *jedności* dynami-

cznych. — Zdawało się dogodniéj obrać za *jedność* dynamiczną 1000 metrów sześciennych czystéj wody najgęstszej, podniesionych na jeden metr wysokości, przez dzień astronomiczny; albo co jedno jest: metr sześcienny wody podniesiony do wysokości kilometru, nazwano *dynamem*. — Metr ten sześcienny służy także w marynarce za *jednostkę wagi beczką* (*tonneau*) zwanéj.

Dynam przeto znaczyć będzie *jednostkę siły* poruszającéj, równą 1000 metrom sześciennym wody dystylłowanéj do największej gęstości przywiedzionéj, albo 1000 beczkom morskim, podniesionym o metr wysokości przez dzień astronomiczny. — Gdyby rachowano czas podług układu dziesiętnego, *dynam* czyli *jedność siły*, ciągle przez cały dzień działającéj, wyraziłby się przez 1000 metrów sześciennych, podniesionych o 1 metr, iako robota dnia całego; — jeden metr sześcienny, podniesiony o 1 metr, wyraziłby robotę minuty; — a 10 kilogramów podniesione o 1 metr, robotę *jednéj sekundy*. — Rachując zaś czas podług dawnego podziału, robotę *jednéj sekundy* wyraża 86400^{ta} część dynamu, to jest 11,574 kilogr. podniesione o 1 metr przez sekundę.

W rachubach przemysłowych, możnaby wyrażać skutek dynamu przez 11,6 kilogramów podniesione o 1 metr w sekundzie zwyczajnéj. — Miara ta różniłaby się prawie o dwie tysiączne od prawdziwój; przybliżenie nierównie

Jedność ta wyrażaładzienną robotę ciągłą konia przez 6360 *beczek*, podniesionych o 1 metr.— Przeto robota ciągła i dzienna konia, wzięta za jednostkę machin Watta, wyraża się przez $6\frac{1}{2}$ naszych dynamów, opuszczając różnicę mniejszą od 3 na tysiącu. Pożyteczniey byłoby ustanowić i przyjąć w przemyśle i handlu, za siłę konia, idealnie pracującego przez 24 godzin, sześć dynamów; łatwieyby wartość taką było spamiętać i stosować.

Późniéy wziął Watt inną jedność, równą 7300set metrom sześciennym wody, podniesionym o 1 metr— Jest to jedność większa od pierwszéy o 1 dynam.

Z przywiedzionych szczegółów widać, iż główne rodzaje pracy dają się bardzo łatwo i po prostu wyrażać przez nową jedność miary metryczną.— Do mierzenia zaś sił poruszających niewielkich, wzięćby można za jedność: metr sześcienny wody, podniesiony do wysokości jednego metru. Będzie to jednostka tysiąc razy mniejsza od pierwszéy; nazwaćby ją można *poddynamem*.

Użycie dwóch tych jedności miarowych stanie się również dogodnym dla machin, iak użycie beczki w marynarce do mierzenia wielkich ciężarów, i kilogramu, który jest tysiączną iéy częścią, do zwyczajnego ważenia.

KONIEC.

REIESTR

Rzeczy zawartych w Tomie III.

	karta.
NAUKA PIERWSZA. <i>Wyliczenie sił przemysłowych:</i>	
<i>siły człowieka i pomoce iakich mu wzrok udziela.</i>	1
Siła człowieka; władze umysłowe i zmysły.	2
Do ukształcenia zmysłów ile się przyczyniają sztuki.	2
Narzędzia wzmacniające wzrok.	<i>tamże</i>
O zmysle słuchu; narzędzia go wzmacniające.	5
O zmysle dotykania.	6
Zmysły węchu i smaku.	7
Wzrok uważany iako narzędzie miarowe:	9
Upatruie <i>rod.</i> równość rzeczy; <i>zre.</i> stosunki między niemi. <i>tamże</i>	
Zastosowanie do sztuki rysowniczéy.	10
Wymiary przedmiotów zachowane w myśli i pamięci są skutkiem ukształcenia wzroku. Przykłady na to.	12
Jak mierzymy wzrokiem wielkość i odległość przedmiotów. Złudzenia optyczne; iak się prostują.	14
O perspektywie. — Dekoracye teatralne.	19
Rozpoznawanie prawdziwéy odległości mimo złudzeń; zastosowanie do sztuki żeglarskiéy i wojennéy. <i>tamże</i>	
Zmysł widzenia doskonalni się u całych narodów, z postępem społeczny uprawy. — Przykłady tego.	20
Jak w tym względzie nawzajem wpływają na siebie artyści i publiczność.	22

	<i>karta.</i>
Wzrok staie się dla nas miarą ruchu, a następnie i czasu.	24
Jle przemysł korzysta z dokładnego mierzenia czasu.	26
Wzrok jest narzędziem miarowém kolorów.	28
NAUKA DRUGA. <i>O słuchu iako narzędziu miarowém; wpływ jego na inne władze człowieka.</i>	30
Słuchem mierzy się trwanie, moc, wysokość i nizkość tonów czyli głosów.	<i>tamże</i>
Kształcenie słuchu w ćwiczeniach wojskowych.	31
Wprowadzenie rytmu czyli taktu do robot pospolicich.	32
Czułość dzieci na ruchy i brzmienia iednostaynie powtarzane.	33
Rytmiczne wrażenia brzmiących narzędzi iak działają na organa człowieka — i na zwierzęta.	34
Przez wrażenia mocniejszych lub słabszych głosów, ucho mierzy odległość ciał brzmiących.	36
Stopniowe i foremne wzmaganie i cichnienia dźwięków, iakie sprawują skutki w muzyce, w deklamacji i t. p.	38
Jakich dźwięków używa muzyka.	39
Słuch czulszym bywa na wrażenia muzyczne podług klimatu, stopnia rozwinięcia, wprawy i ukształcenia swego.	40
Z uprawą słuchu doskonali się mowa narodu — dowodzą tego języki łaciński i francuzki.	41
Niewidomi wysilają uwagę słuchu najmocnię. — Tak zwane <i>mówienia na stronie</i> .	44
Złudzenia słuchu i sposoby prostowania ich.	45
O mowie przyzwotéy ludziom przemysłowym. O milczeniu w pracowniach i warsztatach — w ćwiczeniach i manewrach wojskowych.	47
Jak śpiew ożywiać może roboty i prace rytmiczne.	49
Wpływ śpiewu i muzyki na charakter narodów.	50
Jakim sposobem Francuzi mogą postąpić w muzyce.	52
Ukształcenie zmysłów sprzyja pracom przemysłowym i obyczajowej uprawie narodu.	53

	<i>karta.</i>
NAUKA TRZECIA. <i>Fizyczne siły człowieka.</i>	57
Spoczynek w pracy, sen, i pokrzepienie sił.	<i>tamże</i>
Praca ciągła i przerywana. Chód.	58
Jedność miarowa drogi.	59
Rozmaita prędkość czyli chyżość chodu ludzkiego.	<i>tamże.</i>
Przez edukacją i wprawę doskonali się sztuka chodzenia; — rozmaite kroki wojskowe.	<i>tamże.</i>
Prędkość chodu żołnierzy rzymskich.	60
O chodzie drażników czyli tragarzy dźwigających ciężary.	61
Chód pieszych kramarzy mieyskich z ciężarem.	62
Porównanie i skutki chodu człowieka dźwigającego różne ciężary.	<i>tamże.</i>
Postrzeżenia i doświadczenia Kulomaba nad ilością siły rozwinięty przez człowieka wchodzącego na schody iód. bez ciężaru; 2re. z ciężarem.	66
O różnych pochyłościach, po których człowiekowi łatwiej lub trudnięj iść pod górę.	67
Praca drażnika noszącego ciężar po schodach.	68
Skutek użyteczny siły ludzkiej, działający na koła deptakowe z bębniami i stopniami.	71
Ilość pracy człowieka pchającego taczkę.	74
— — — — — podnoszącego babę kafarową.	75
— — — — — obracającego korbę lub winę.	<i>tamże.</i>
— — — — — kopiącego ziemię rydlem.	<i>tamże.</i>
— — — — — motyką.	76
Chyżość naykorzystniejsza przy użyciu siły ludzkiej	77
Celem przemysłu nieiest użycie wyłącznie materyjalnych sił człowieka, lecz stosowne połączenie ich z siłą jego umysłową.	78
NAUKA CZWARTA. <i>O powiększeniu i naylepszym użyciu siły ludzkiej.</i>	81
Jak się obchodzić z pracującymi dziećmi.	<i>tamże.</i>
Wpływ pożywienia robotników na ilość ich pracy.	83
Przyczyna, dla której pospolicie rzemieślnicy przebiegać miarę w pokarmie i napoiu: iak ją usunąć.	<i>tamże.</i>

karta.

Porządek i oszczędność zalecane roboczey ludności. Jle przemysł i robotnicy zyskują, gdy przez lepsze użycie sił swoich większy skutek użyteczny wydać mogą. — Obrachowanie tych korzyści na przykładzie.	85
Dobre narzędzia ile wpływają na pomnożenie skutków pracy. — Przykład na to.	8
O prędkości z jaką odbywać się powinny różne roboty.	90
Prace przemysłowe stawać się powinny coraz czynniejszy i prędzysze, w miarę iak coraz większe kapitały na nie się łożą.	92
Stąd dowiedziona zasada: że im przemysł krajowy bardziej wzrasta, tém działania i obroty jego powinny być prędzysze, żeby wydawały zawsze największy pożyteczny skutek.	95
Podział pracy pomnaża i ulepsza robotę. Przykład.	96
Naczelnicy warsztatów starać się powinni o iak naylepszy rozdział prac między robotników.	98
Podziałem pracy ułatwia się użycie machin.	99
Porównanie szkód i pożytków iakie z wielkiego podziału pracy wynikają dla władz umysłowych roboczey klasy.	100
O pracy niewiast — kiedy i iak ją można używać.	103
Moralność przemysłowey klasy.	104
NAUKA PIĄTA. <i>Sila zwierząt.</i>	104
Trudności pokonane w przyswoieniu zwierząt dzikich i przyuczeniu ich do pracy.	tamże
O zwierzętach przydatnych w przemyśle — Budowa ich usposabia je do rozmaitych prac; — koń, wół.	106
Ilość roboty konia — wierzchowego i objuczonego; — pociągowego; — konie używane pod przewóz ciężarów i dyliżansowe; porównanie skutków ich użytecznych.	109
Skutki użyteczne pracy angielskich i francuzkich koni w dyliżansach.	114
Ważne wnioski, z porównania sił żywotnych ludzkich i bydłych we Francii i W. Brytanii.	115
Przybliżone obrachowanie ilości rocznego przewozu ciężarów w Anglii.	117

karta

Porównanie pracy konia z pracą ludzką.	116
<i>Dynamometr</i> do mierzenia siły pociągowej konia.	120
Sila pociągowa konia, pracującego ciągle przez dzień cały, jest między 50cią a 70cią kilogramami — podług przyrody konia.	122
Doświadczenie Rumforda nad silą pociągową koni.	123
O pociągu koni pod górę.	12
Uwagi o postępowaniu ze zwierzętami; skutki łagodnego i surowego obchodzenia się z niemi.	125
NAUKA SZÓSTA. <i>Sila ciężkości uważana szczególnie w równowadze i ciśnieniu wód; prassy hydrauliczne.</i>	129
Co rozumieć należy przez płyny?	tamże
Ciężkość iak działa na płyny? — Ruch płynów na ziemi i układanie się ich do równowagi.	130
Równowaga wodna (narzędzie).	132
Jeżeli płyn będący w naczyniu jest w spoczynku czyli w równowadze, środek jego ciężkości leży nayniżey.	133
O parciu iakiego doznaie każda cząstka masy płynu, tudzież ściany naczynia.	134
Zastosowanie do budowy stawideł, słuz, wodozbiórów	136
Płynem zamkniętym w naczyniu z długą i wąską szyjką, można sprawić parcie daleko większe od ciężaru tegoż płynu.	137
Na tey zasadzie polega budowa prass hydraulicznych.	138
<i>Pascal</i> udowodnił doświadczeniem tę prawdę.	139
Prassa hydrauliczna Pana Bramah.	140
Rozmaite zastosowania prass hydraulicznych do ściskania pakunków, do heblowania drzewa, do wiercenia metalów, do wyrabiania prochu strzelniczego.	142
NAUKA SIÓDMA. <i>Równowaga ciał pływających; ciężkości gatunkowe; wylewanie się płynów.</i>	151
Warunki równowagi ciał pływających.	tamże.
Jak ryby czynią im zadosyć.	15

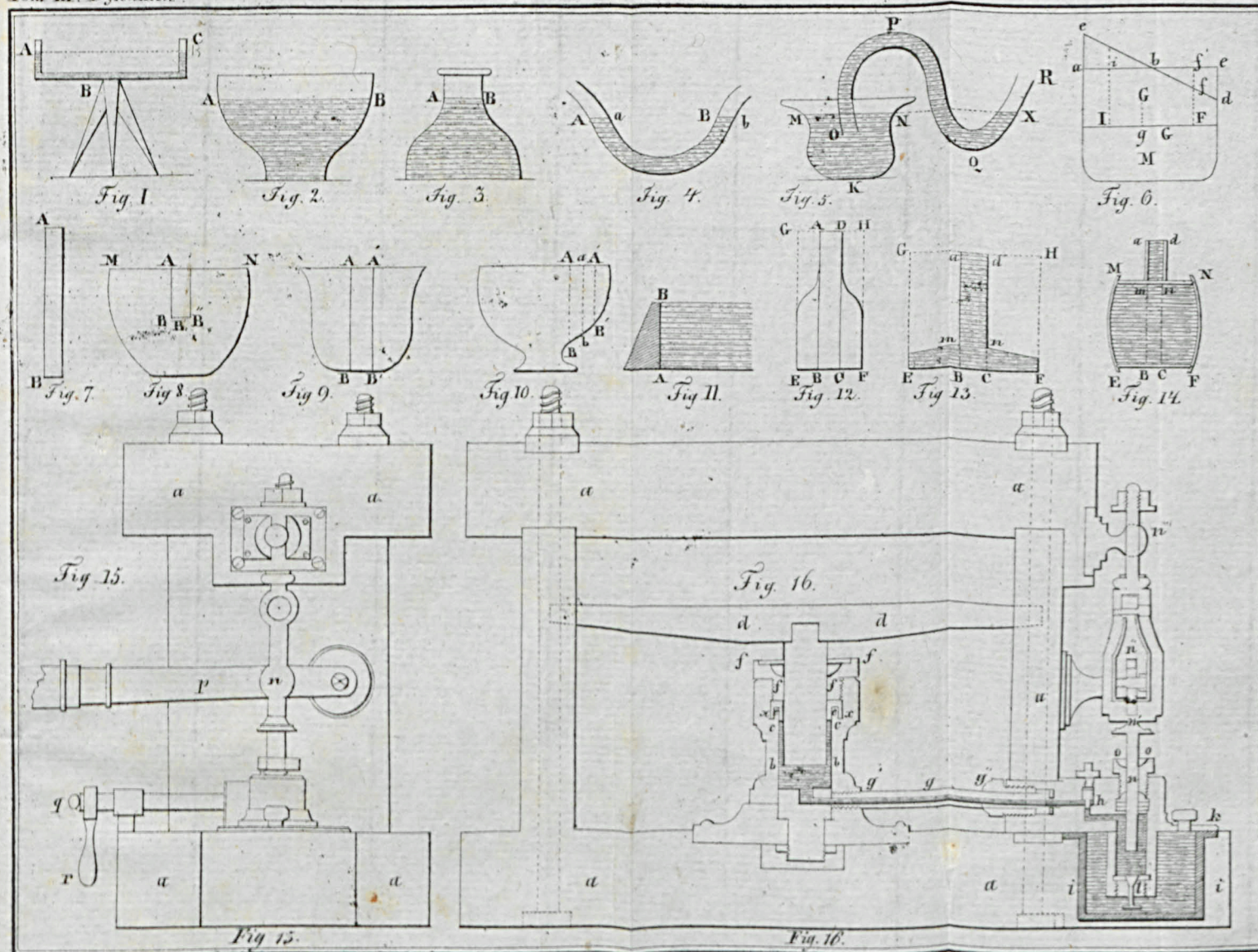
	karta.
Zastosowanie tych zasad do budowy niezatopnych statków i okrętów.	155
Łódź okrętowa; poziom i linia pływania; równowaga okrętu.	156
Warunki równowagi stałej i obojętnej albo niestałej.	158
O płynach nieściśliwych. — Działanie cieplika na płyny.	159
Krzepnienie czyli marznienie i parowanie płynów.	160
Jak się wyznacza gęstość ciał — Woda porównalna czyli próbna.	162
Ciężkość gatunkowa ciał Jak się wyznacza.	163
Szala hydrostatyczna — narzędzie Nicholsona.	165
Sposób wynajdowania ciężkości gatunkowej dwóch płynów, zapomocą krzywej rurki, z merkuryuszem.	168
Cieczomierz (areometr) Fahrenheita.	169
O wylewaniu się płynów przez otwory.	172
Prędkość wody upływającej przez otwór.	173
Zastosowanie do fontan czyli wódozrzutów.	tamże.
Seisnienie żyły płynącej.	174
Figura otworu ile wpływa na prędkość upływu.	175
NAUKA ÓSMA. <i>Sila poruszająca wód naturalnych we Francji.</i>	177
Ilość wód deszczowych spadających we Francji przez rok cały.	tamże.
Przybliżone obrachowanie siły poruszającej deszczowych wód spływających do morza.	179
Sila ta wyrównywa pracy 800,000,000 ludzi.	181
Działanie zaś machin hydraulicznych nie dochodzi nawet do pracy 100,000,000 ludzi.	182
Konieczna potrzeba szkół, w którychby uczono budować kół wodne i maszyny hydrauliczne, po wielu miastach we Francji.	tamże.
Uwagi o powiększaniu masy wód na korzyść przemysłu, rolnictwa i mieszkań wiejskich.	183
O prędkości wód bieżących — Sposoby dochodzenia ich.	186
Tablice doświadczeń i teorya pana Prony.	187

	karta.
Narzędzie fizyka Pitot do mierzenia prędkości nurtu.	190
Użycie w tym celu <i>silomierza</i> Regniera.	191
Postrzeżenia Methuona o najlepszych wymiarach dla kanałów i wodociągów prowadzących wodę do kuźnic.	tamże.
O wodozbiornach dla działań przemysłowych.	194
Opis barana hydraulicznego i jego działania	195
NAUKA DZIEWIĄTA. <i>O kołach hydraulicznych.</i>	200
Podział kół hydraulicznych na poziome i pionowe.	tamże.
Koła pionowe <i>podsiębierne, nadsiębierne i boczne.</i>	201
Uwagi Bossuta nad kołami i upustami — Jak się obrachowuje działanie wody na koło hydrauliczne.	202
Największy skutek koła podsiębiernego.	204
Lepiej gdy woda działa na koła ciśnieniem swoim, uderzeniem.	tamże.
Doświadczenia Smeathona nad skutkami kół hydraulicznych.	205
Uwagi Ponceleta i ulepszenia bocznych kół przez niego poczynione.	205
Wzmianka o poprawie upustów i szybów przez Morosi.	208
O kołach z szybami krzywymi Ponceleta.	209
Najkorzystniejsze urządzenia lotoków, stawideł i upustów.	211
Skutek użyteczny kół swoich iak mierzył Poncelet.	213
Tablica podnoszonych ciężarów i nabytych ilości ruchu przez koła Ponceleta.	215
Doświadczenia jego potwierdzone w praktyce przez Roberta.	218
Porównanie skutku kół Ponceleta z baranem hydraulicznym.	219
O maszynie zwanej <i>kolumną wody.</i>	221
NAUKA DZIESIĄTA. <i>Równowaga płynów powietrznych; — pompy.</i>	224
Płyny powietrzne dobywają się nawierzchni płynów ciełych.	tamże.
Narzędzie zwane <i>równowagą powietrzną.</i>	225

Płyiny powietrzne są ciężkie.	<i>kart.</i>
Parcie ich na ciała w nie zanurzone; przeszkadzają pa- rowaniu cieczy.	<i>tamże.</i>
O barometrze — Barometr z merkuryuszem i z wodą.	226
O mierzeniu wysokości pionowych przez barometr.	227
Prawo gęstości i grubości rozmaitych warst powietrza; stosowanie tego prawa w przemyśle.	229
Jak parcie atmosfery stało się iednością miarową w me- chanice.	232
Jak dwa gazy, różney ciężkości gatunkowej, zmieszane z sobą, układają się do równowagi; — np. powietrze z gazem węglowym.	<i>tamże.</i>
Równowaga ciał pływających w powietrznych płynach.	233
Zastosowanie do żeglugi powietrzney; — balony.	234
O pompach: — tłumaczenie ich skutków i opis budowy pomp ssących i tłoczących, z pojedynczym i podwój- nym tłokiem.	235
Pompa ssąca z tłokiem obracającym się — Zastosowa- nie iey do <i>sikawki</i> czyli pompy ogniowej w Anglii.	236
Pompa powietrzna czyli machina pneumatyczna.	244
NAUKA IEDENASTA. <i>Sila wiatru; wentylatory; żeglu- ga; wiatraki.</i>	245
Pożytki wiatru — wentylatory do odświeżania powie- trza w okrętach.	246
Przewietrzanie kopalni, więzień i szpitali.	<i>tamże.</i>
Żaluzie i wentylatory w mieszkaniach.	24
Zastosowanie wiatru w żegludze. — Jak ogromną ztąd siłę poruszającą ma W. Brytania:	248
Kiedy okręt <i>idzie na hys</i> , a kiedy <i>idzie z hysem</i> .	2497
Rozkład siły wiatru uderzającego w żagle.	250
Zbaczanie i plynienie przeciwko wiatru.	251
Kształt żagli wpływa na stałość równowagi okrętów.	252
O wielości żagłów i masztów. O manewrowaniu okrę- tem.	<i>tamże.</i>
Regulator siły wiatru w mechanice.	253
	254

Miarkowaniem wiatru przez żagle, zmniejsza się buianie okrętu.	255
O wiatrakach.	<i>tamże.</i>
Doświadczenia na wyznaczenie siły wiatru.	256
Wiatraki poziome i pionowe.	257
Opis wiatraku, który przez stosowny mechanizm sam się ustawia do wiatru — i powiększa powierzchnią żagli czyli skrzydeł swoich, podług mocy wiatru.	258
Doświadczenia Smeathona nad siłą wiatru i naylepszym układem skrzydeł wiatrakowych.	269
Postrzeżenia w téj mierze Kulomba, i obrachowanie przez niego skutku wiatraków we Flandryi.	264
NAUKA DWUNASTA. <i>O Ciepliku.</i>	266
Ciepłik przechodzi z iednych ciał do drugich, odmie- niając ich objętość.	<i>tamże.</i>
Jedność miarowa czyli <i>therm</i> wolnego ciepłika.	267
Rozszerzalność pospolitszych ciał.	<i>tamże.</i>
O ciepłomierzach czyli termometrach.	268
Rozszerzanie się ciał niejest proporeyonalne podnosze- niu ich temperatury. <i>Przykład na wodzie.</i>	269
Trzy stany skupienia w ciałach: skrzepłość, płynność, lotność.	270
Ciepłik utaiiony wody i pary wodney.	271
Gatunkowy ciepłik różnych ciał.	273
Wydobywanie ciepłika przez tarcie i gorzenie.	274
Tablica wydanych ilości ciepłika przez spalenie kilo- grammu rozmaitych ciał.	275
Ilości paliwa potrzebne na obrócenie w parę 1,000 kilo- gramów wody będącey w temperaturze zero.	276
Z czego powstaie dym; obrachowanie iego objętości.	277
Jak się rozgrzewają płyny, — parowanie wody.	279
Gatunkowy ciepłik gazów; prawo ich rozszerzania się.	281
Ilość pary tworzący się pod różnem ciśnieniem atmo- sfery.	282
Sila sprężystości pary, w różnych temperaturach	283
Sila z rozszerzania się pary do sprężystości niższey od parcia iedney atmosfery.	284

	karta.
Przybliżone obrachowanie mechanicznej siły w parze.	268
Przykład na maszynie Watta.	287
Pozmaite sposoby użycia pary w maszynach.	288
Doświadczenia Christiana nad tworzeniem się pary, ze względu na powierzchnię kotła, otworu jego i różną temperaturę.	289
Ile ciepła traci para w przechodzie przez rury metalowe.	294
Ile trzeba wody i pary, tudzież paliwa, na dynam siły, i na tak zwaną siłę jednego konia,	295
O piecach dymotrawnych.	296
NAUKA TRZYNASTA. <i>Maszyny parowe układu Watta.</i>	207
Maszyny Margrabiego Worcester i Sawerego.	tamże.
Maszyna Newcomena, ulepszenie iey i wady.	298
Odkrycie Blacka, o ciepłiku utajonym w parze; daie powód Wattowi do ulepszeń w maszynach parowych.	301.
Maszyna Watta— Opis kotła i ogniska.	302
Opis maszyny pojedynczego skutku.	304
Maszyna podwójnego skutku	307
O Manometrze— Jak się obrachowuie ciśnienie pary na tłok, i skutek iey dynamiczny.	310
NAUKA CZTERNASTA. <i>Maszyny parowe miernego i wysokiego ciśnienia.</i>	312
Maszyna Woolfa.	tamże.
Korzyści porównanych z sobą maszyn parowych.	314
Maszyny Edwardsa, Aitkina i Steela.	328
O maszynach wysoko-cisnących Trevithicka i Oliwiera Evansa.	tamże.
Maszyny przenośne czyli wozy parowe.	331
NAUKA PIĘTNASTA. <i>Statki parowe żeglarskie; obliczenie skutku maszyn parowych.</i>	334
Historia wynalazku statków parowych.	tamże.
Rozbior pamiętników Pana Marestier o statkach parowych.	345
Powody do wprowadzenia miarowej iedności metrycznej na mierzenie siły maszyn parowych.	351



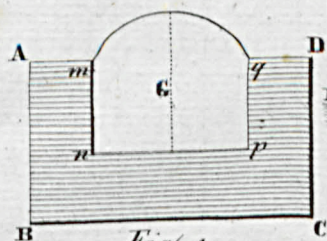


Fig. 1.

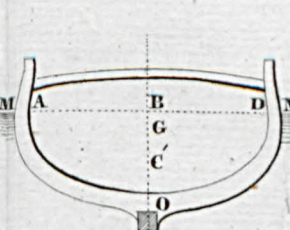


Fig. 2.

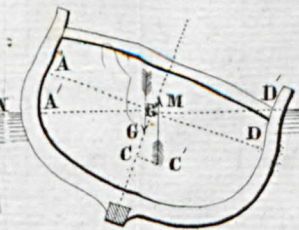


Fig. 3.

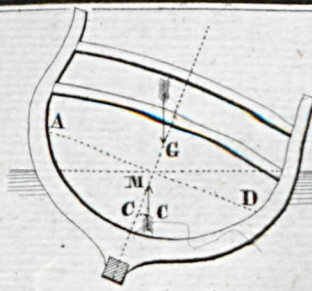


Fig. 4.

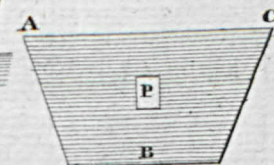


Fig. 5.

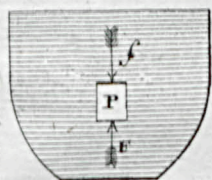


Fig. 6.

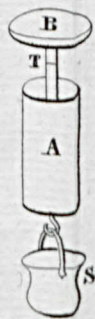


Fig. 7.

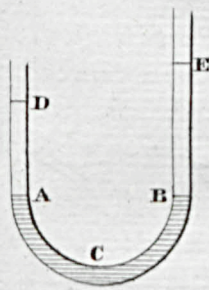


Fig. 8.

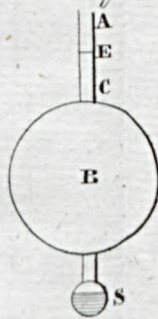


Fig. 9.

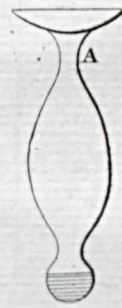


Fig. 10.

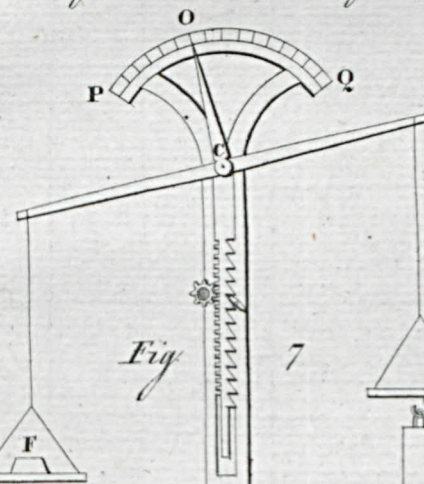


Fig. 11.

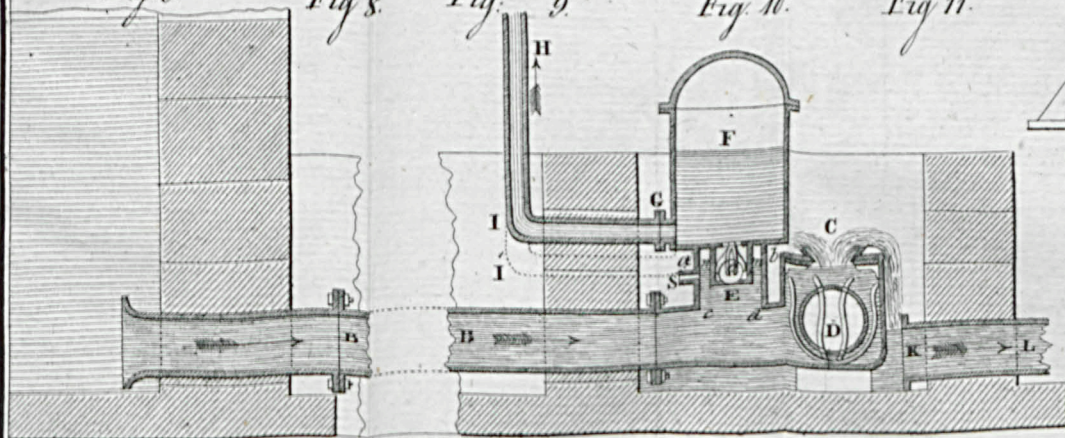


Fig. 12.

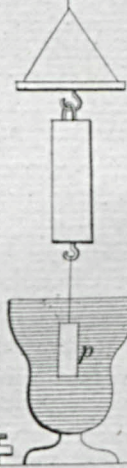


Fig. 13.

Fig 1

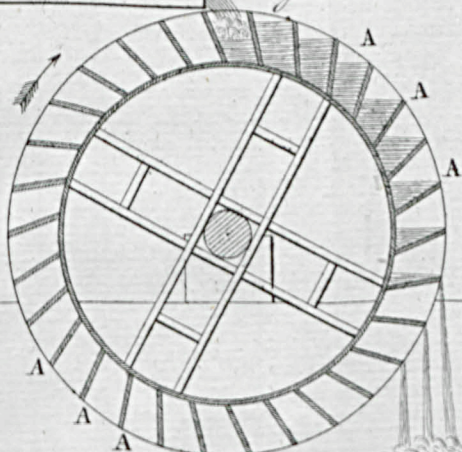


Fig 2

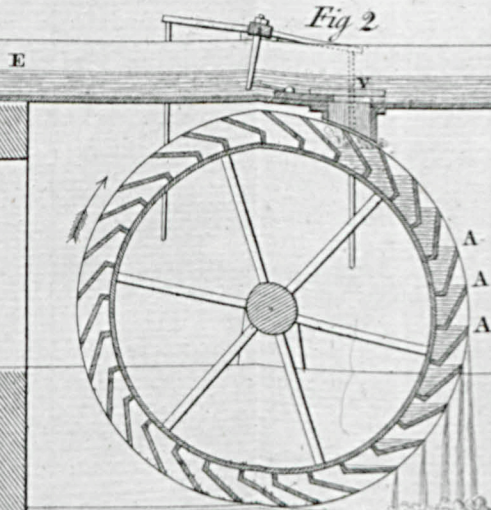


Fig 3

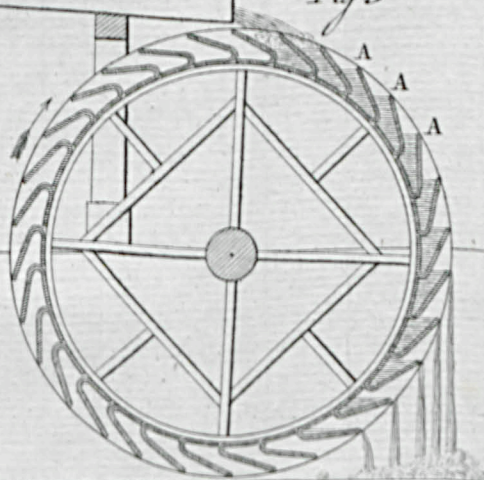


Fig 4

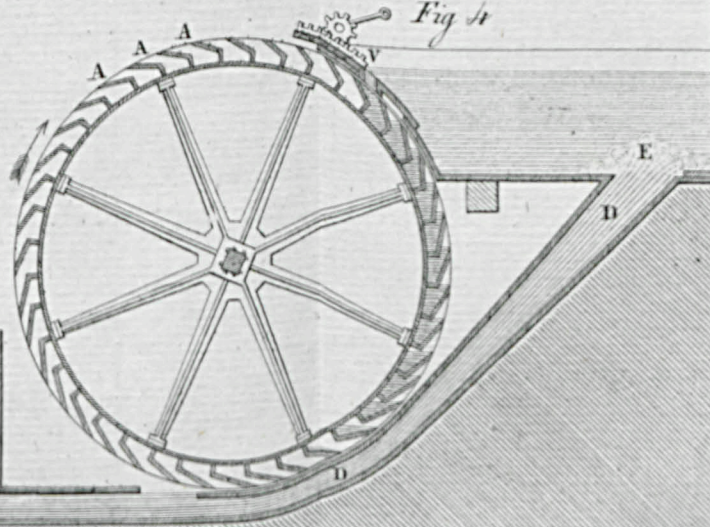


Fig. 1.

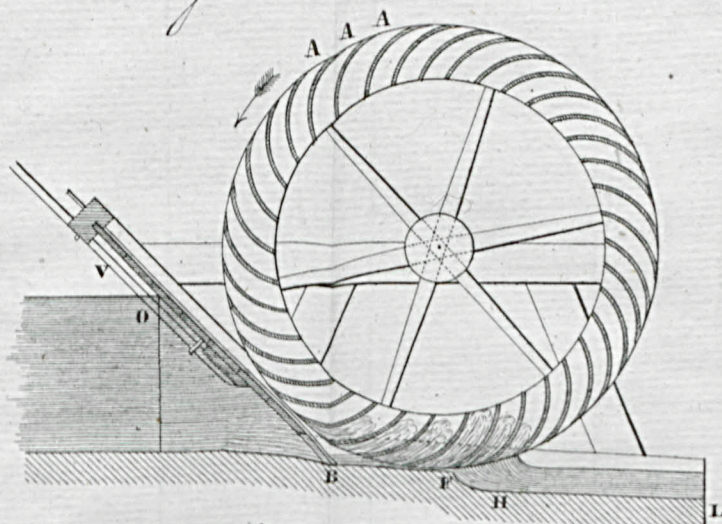


Fig 1. bis

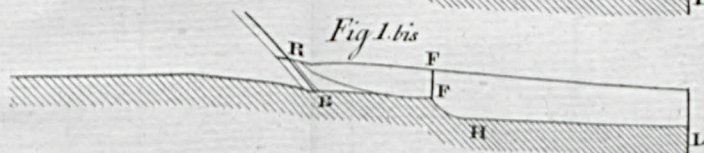


Fig 1. ter.

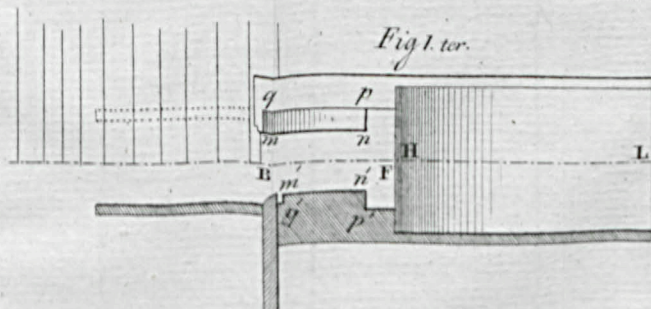


Fig 2

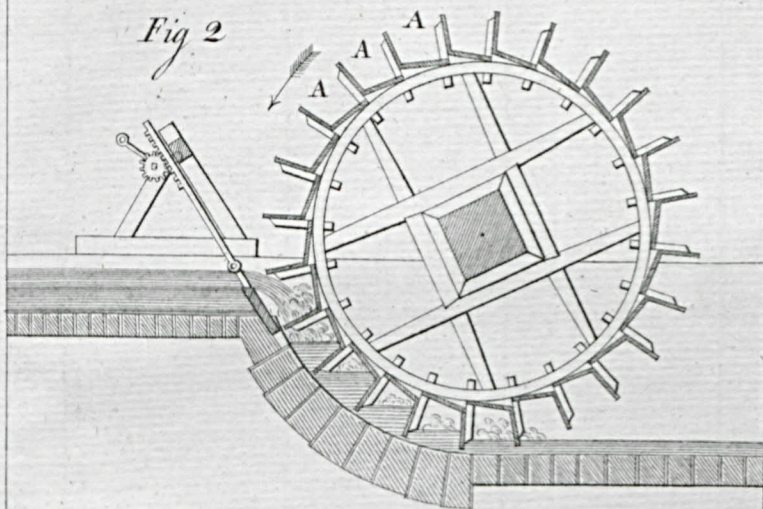
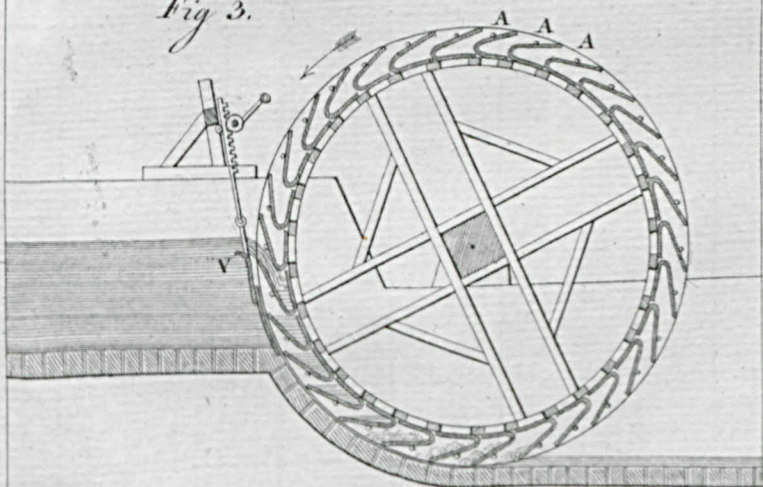


Fig 3.



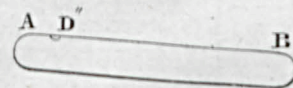
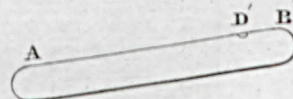
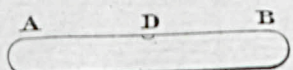


Fig. 1.

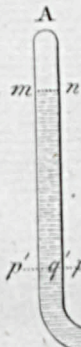


Fig. 2.

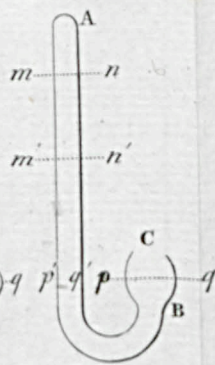


Fig. 3.

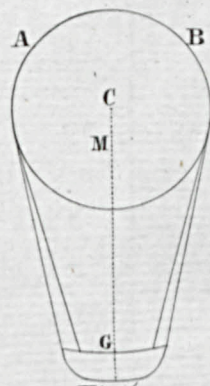


Fig. 4.

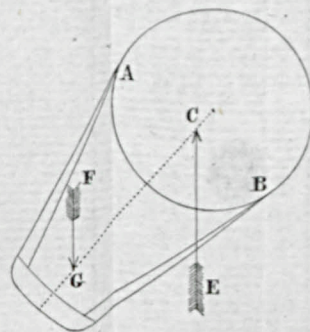


Fig. 5.

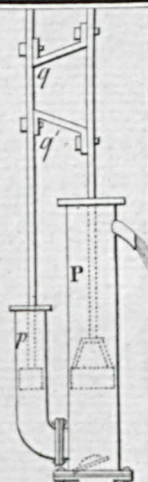


Fig. 14.

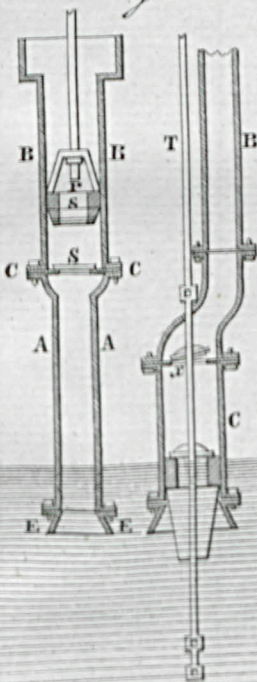


Fig. 6.

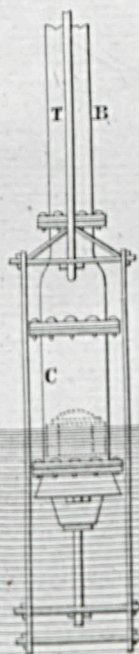


Fig. 7.

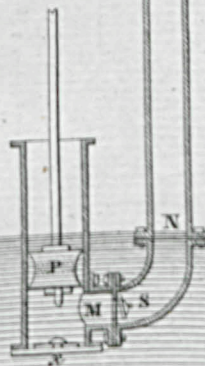


Fig. 8.

Fig. 9.

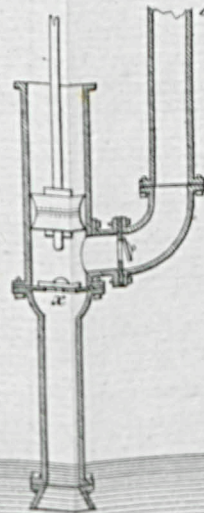


Fig. 10.

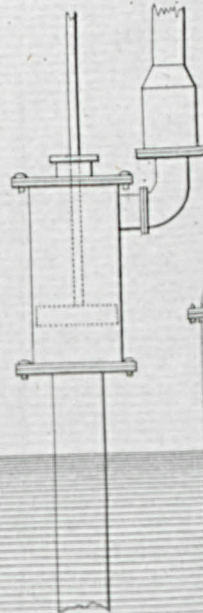


Fig. 11.

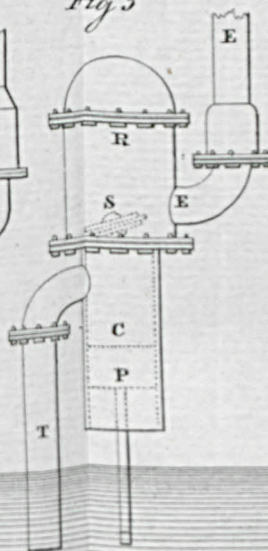


Fig. 12.

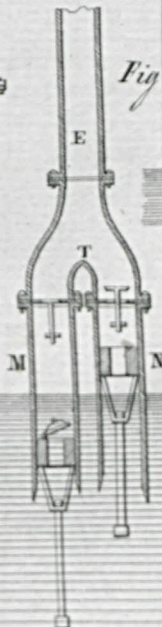
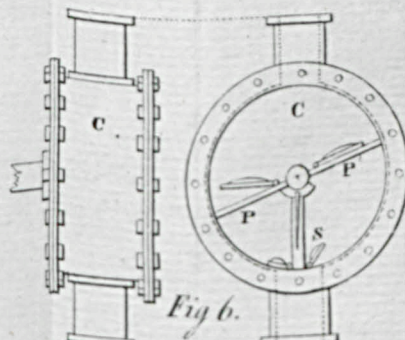
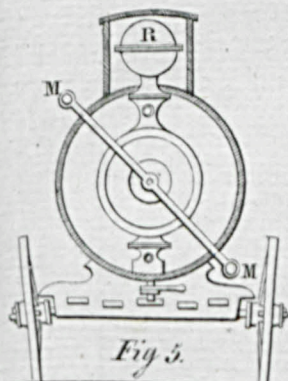
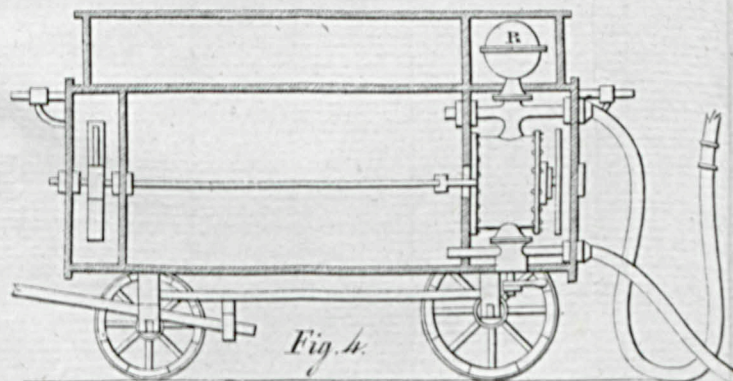
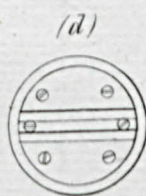
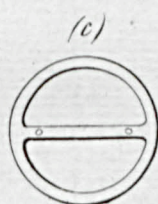
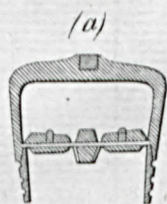
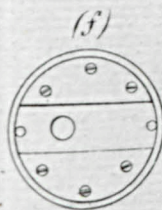
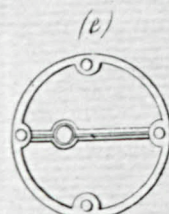
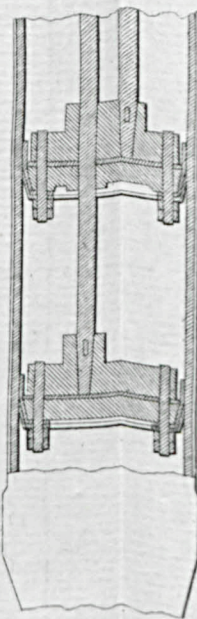
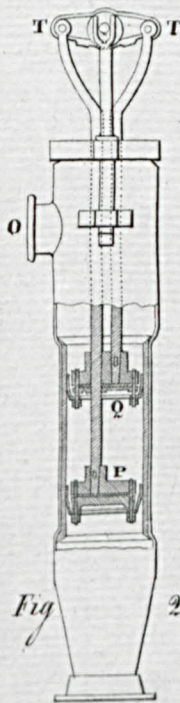
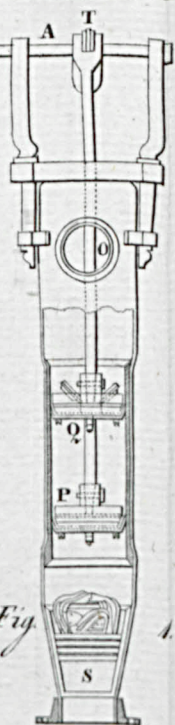
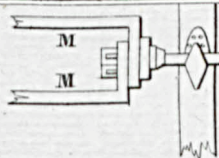
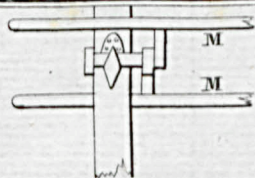
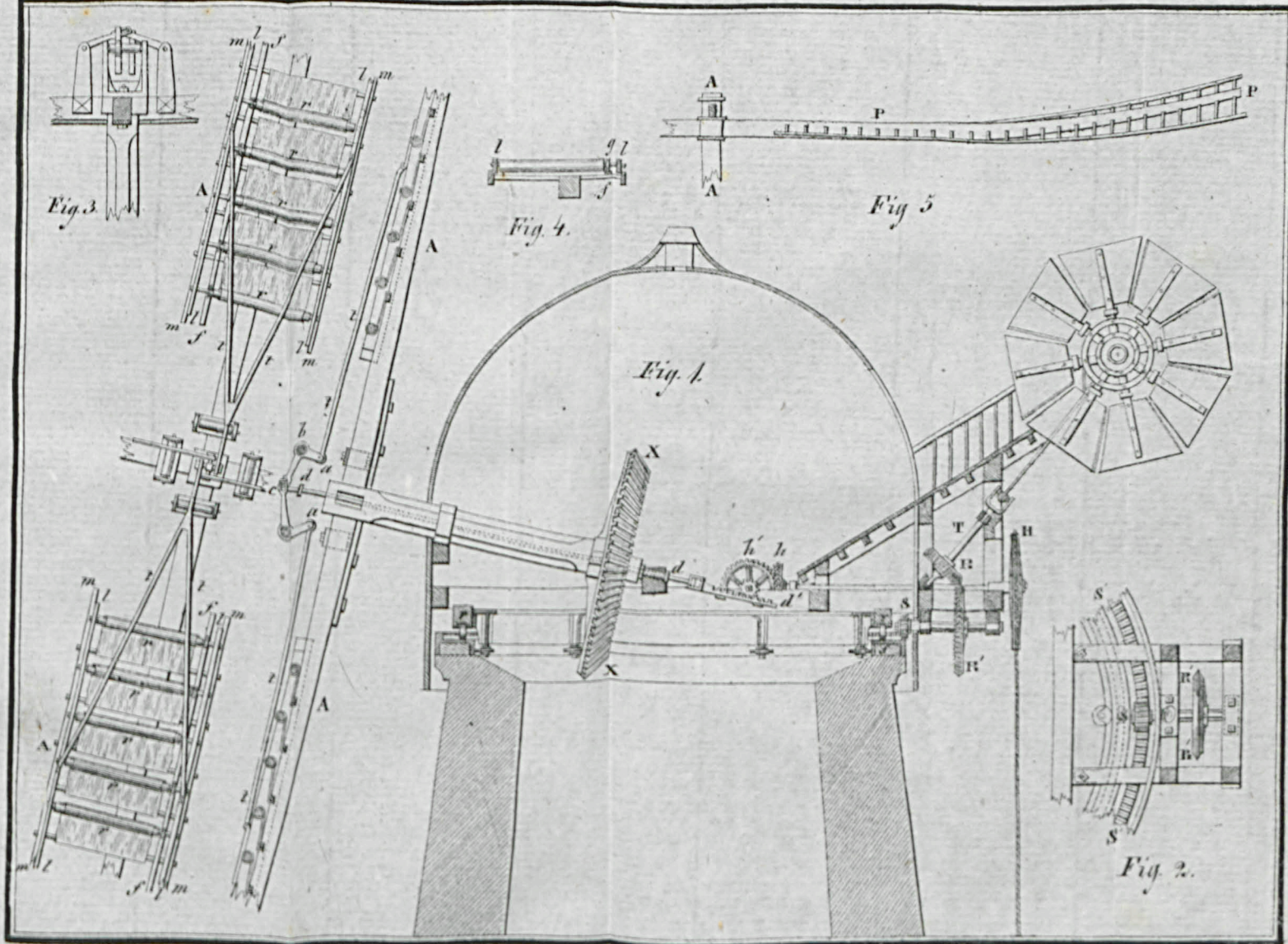


Fig. 13.





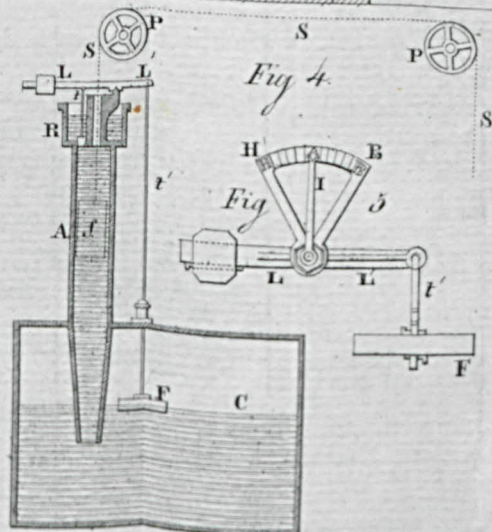
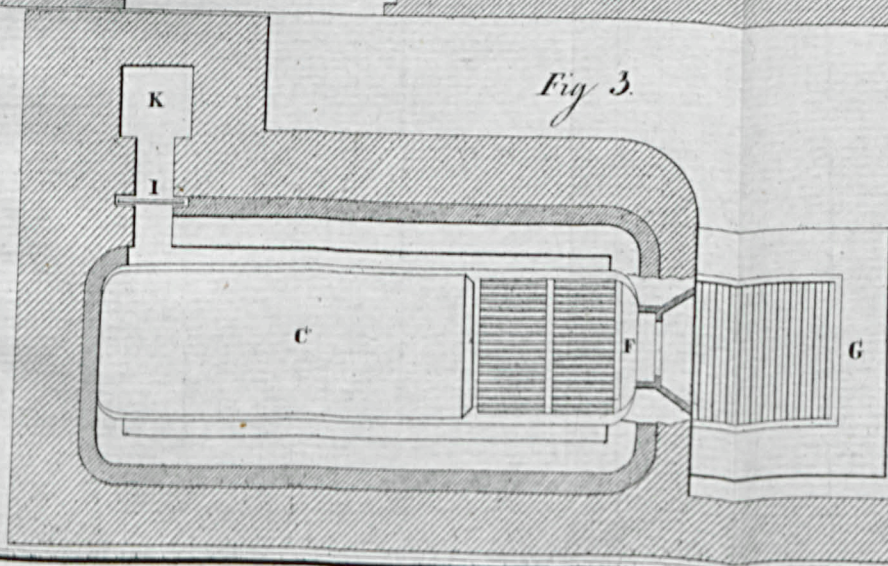
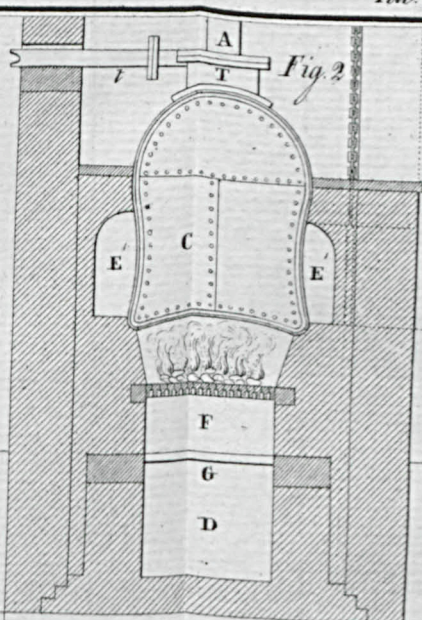
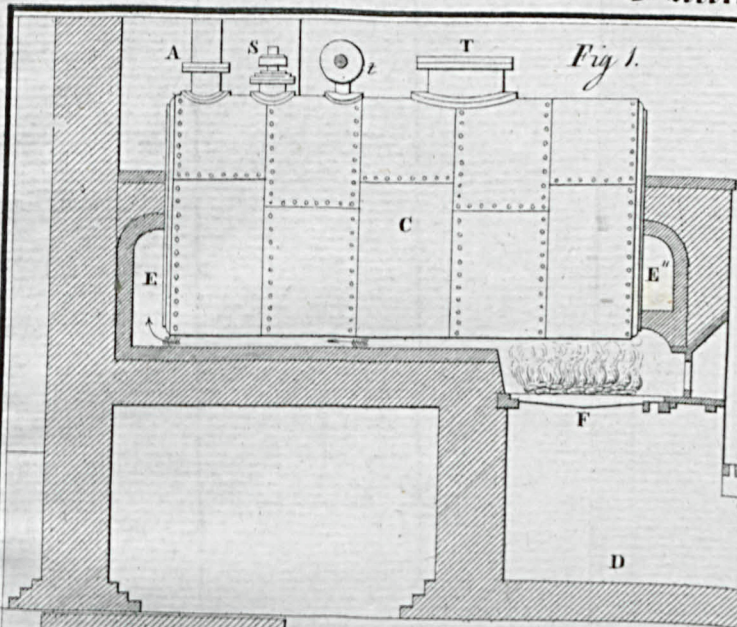


Fig. 1.

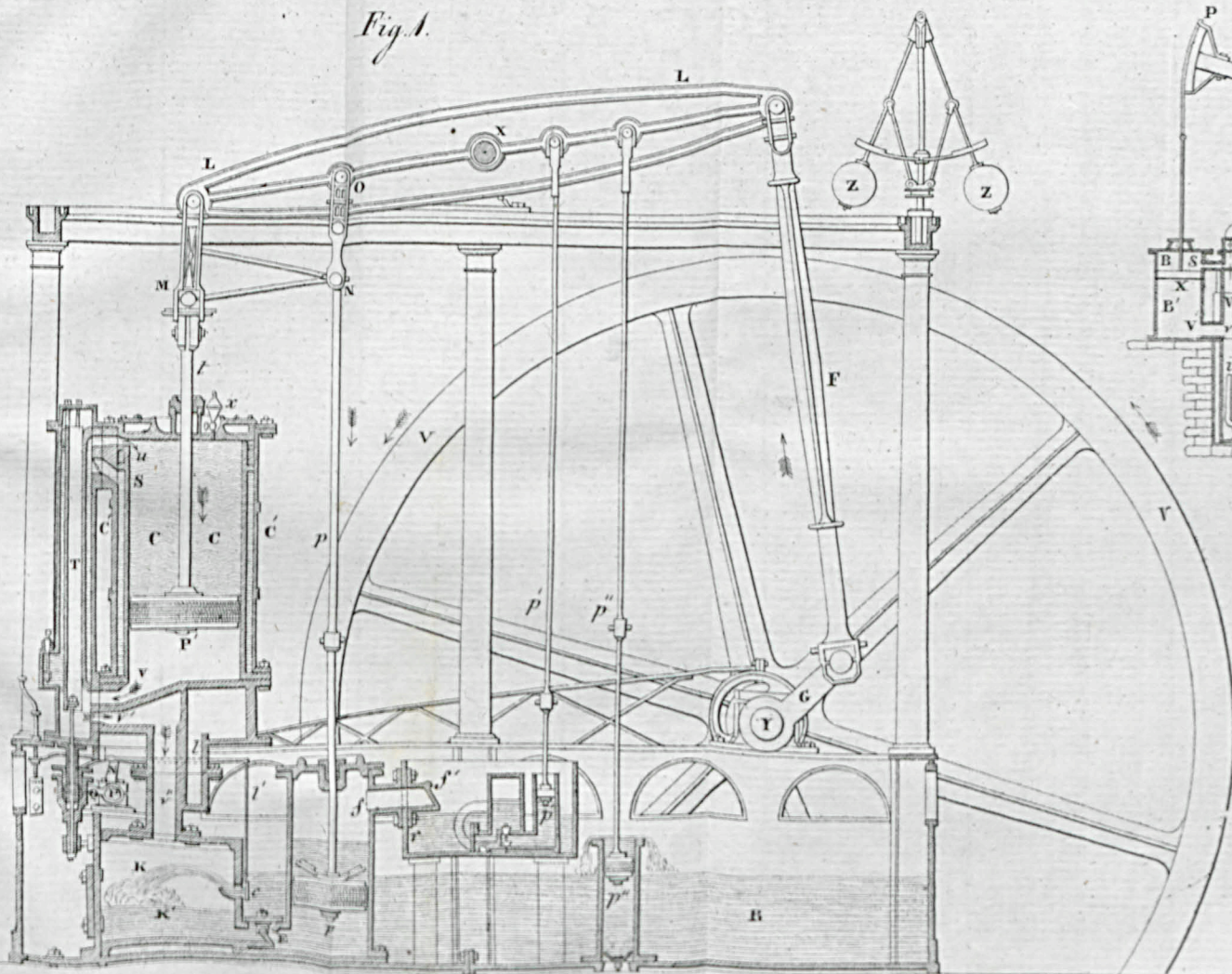


Fig. 2.

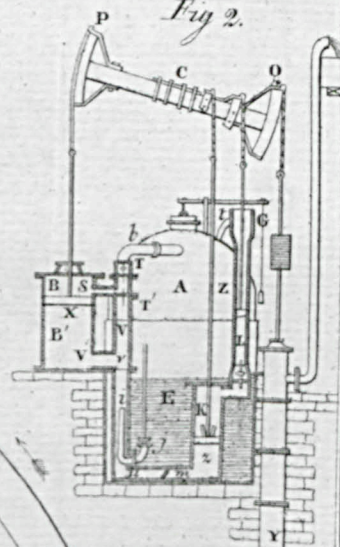


Fig. (a)

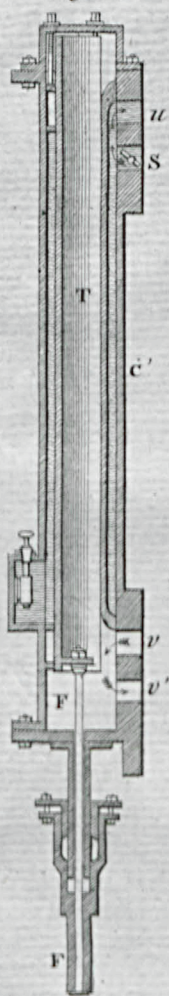


Fig. (b)

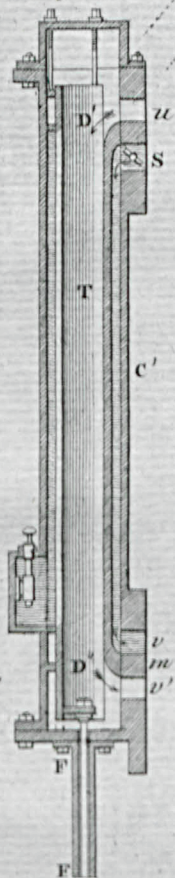


Fig. 1.

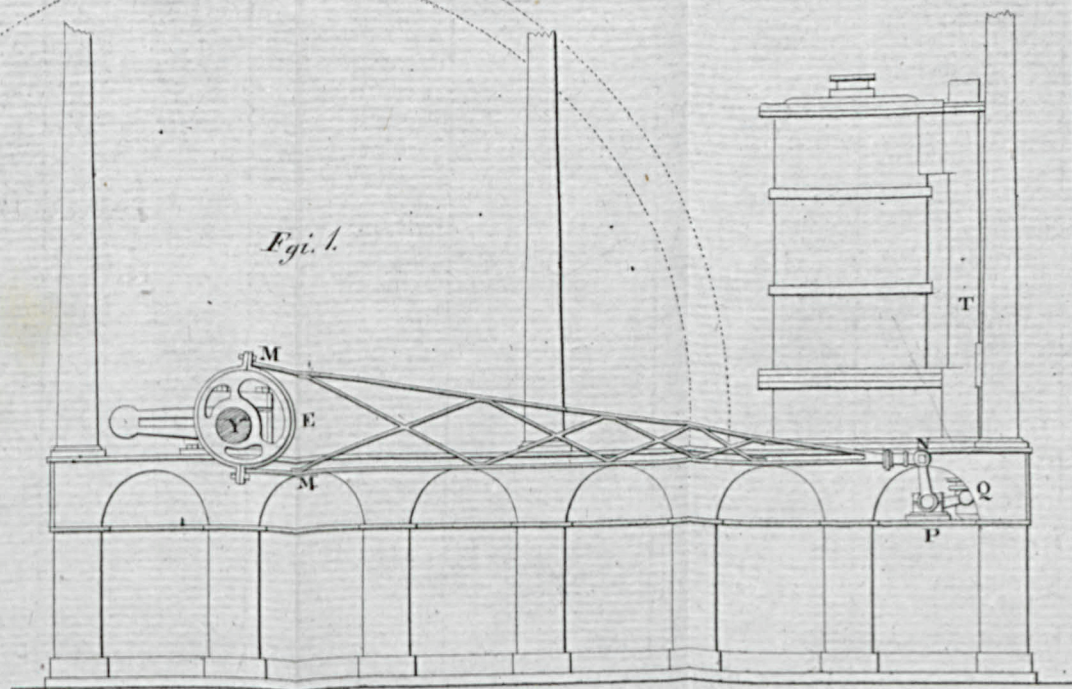


Fig. 2.

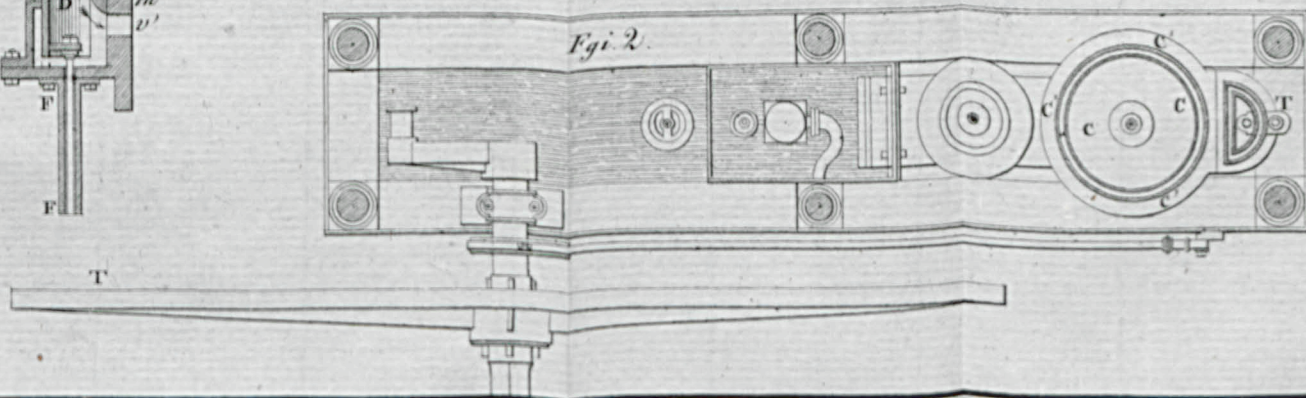


Fig. 1.

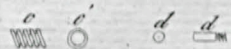
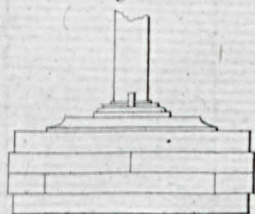


Fig. 2.



Fig. 3.

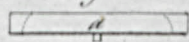


Fig. 4.

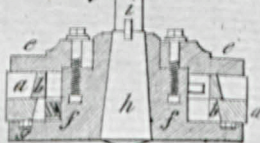


Fig. 5.

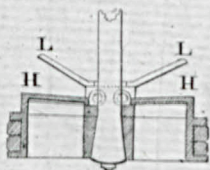


Fig. 6.

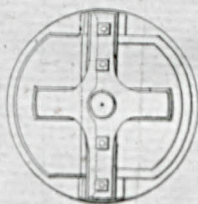


Fig. 7.

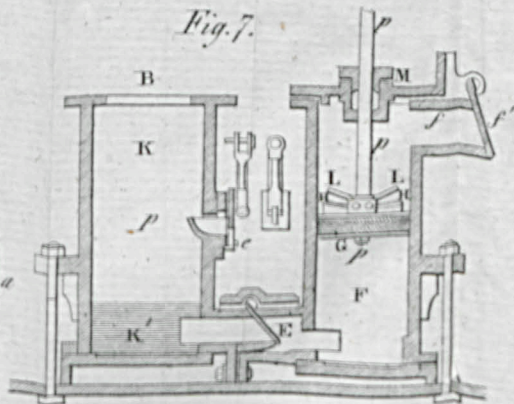


Fig. 9.

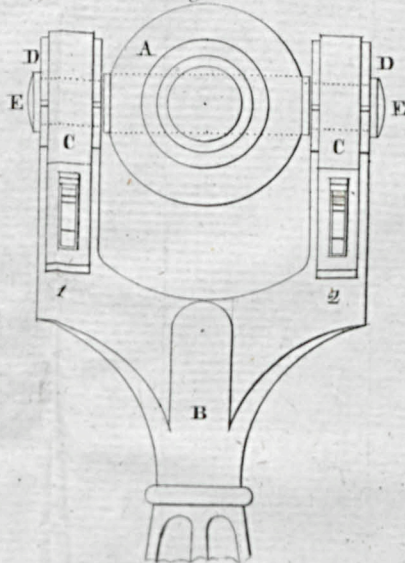


Fig. 10.

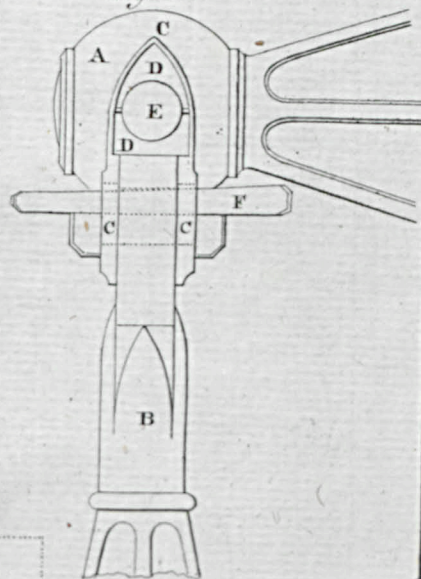
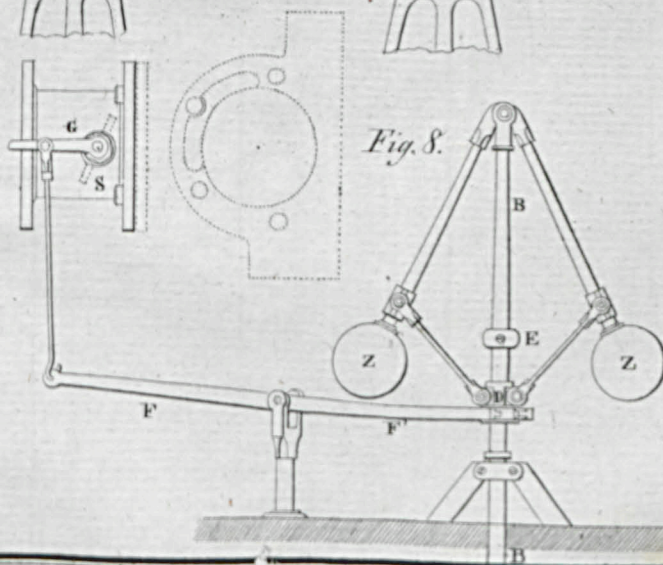


Fig. 8.



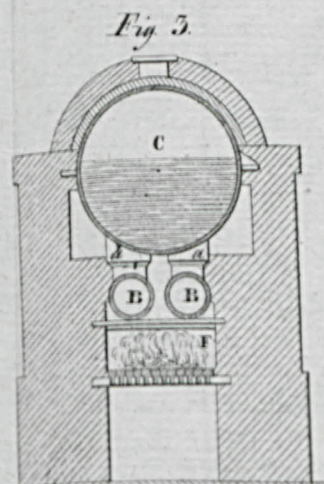
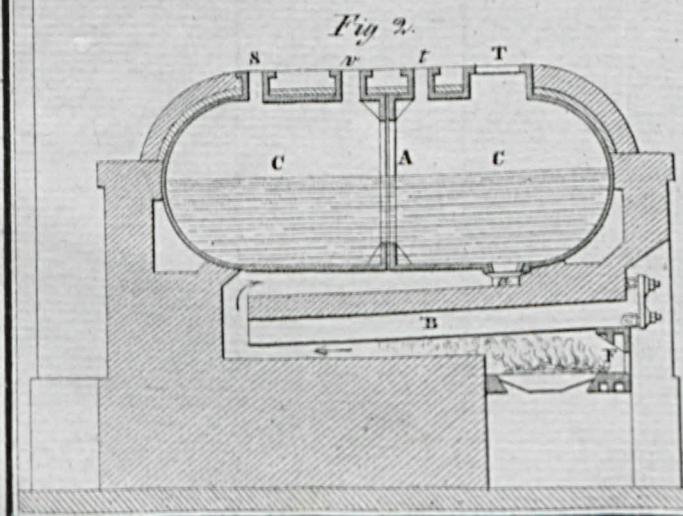
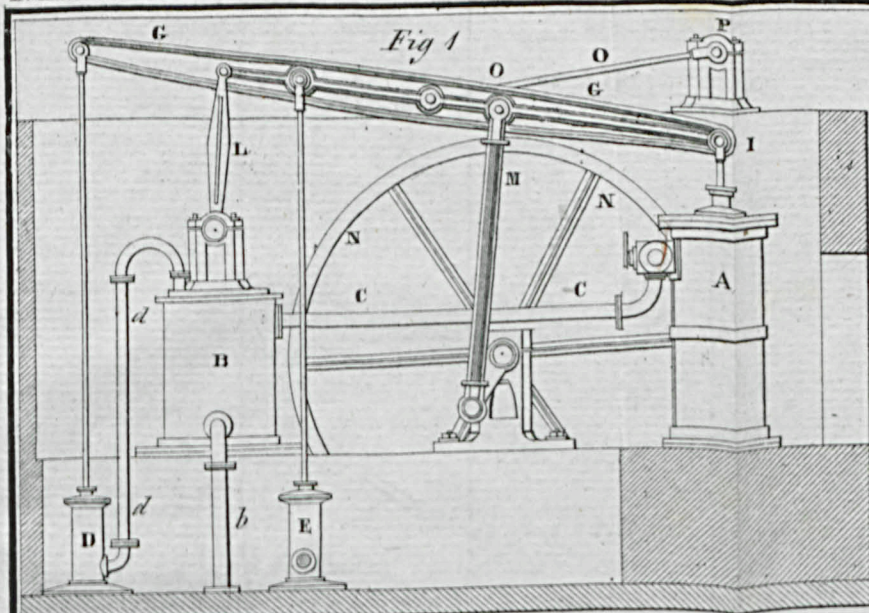


Fig. 6.



Fig. 7.

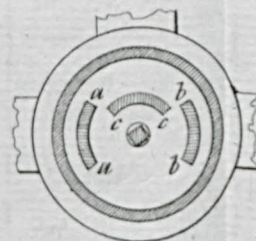


Fig. 4.

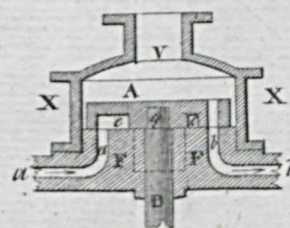


Fig. 5.

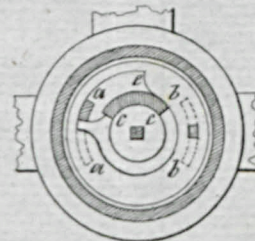


Fig. 8.

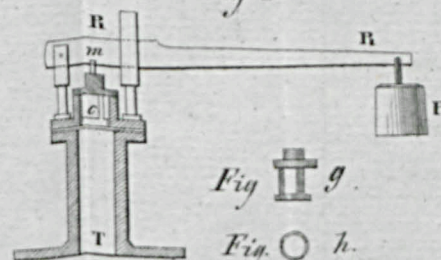


Fig. 9.

Fig. 10.

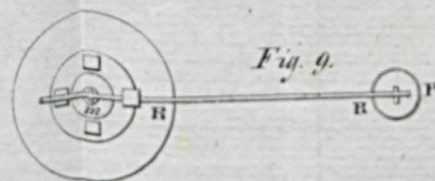


Fig. 9.

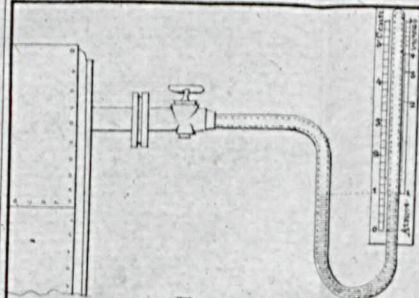


Fig. 1.

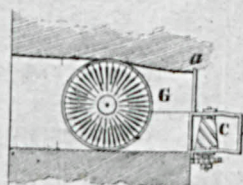


Fig. 2.

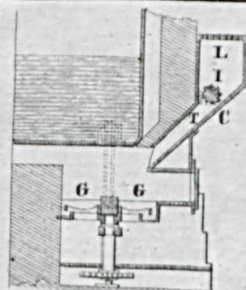


Fig. 3.

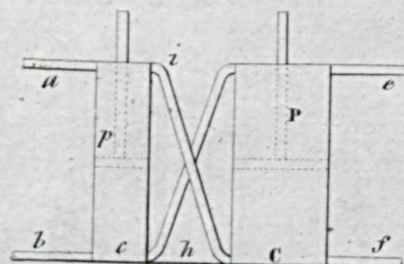


Fig. 4.

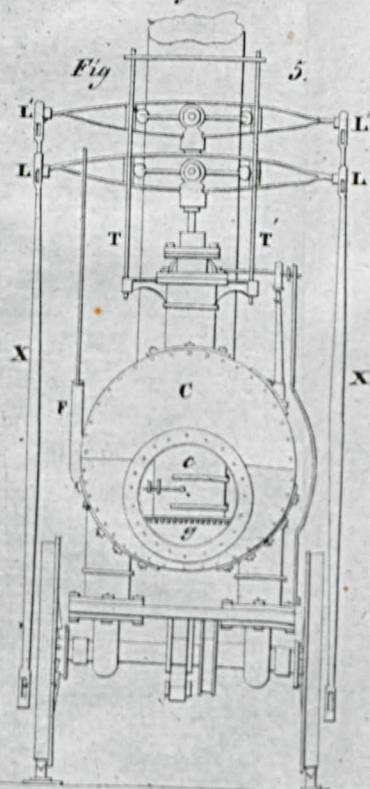


Fig. 5.

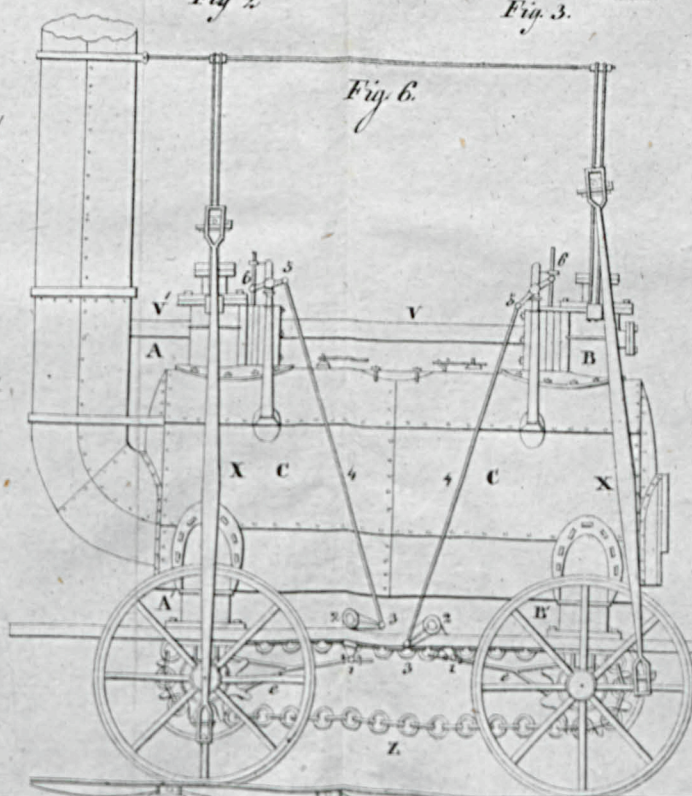


Fig. 6.

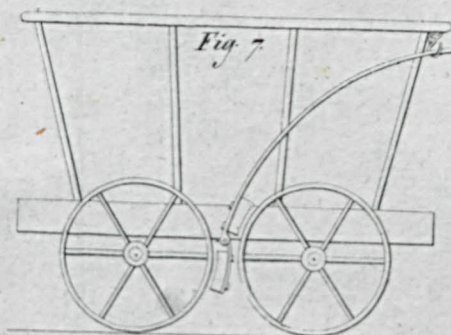
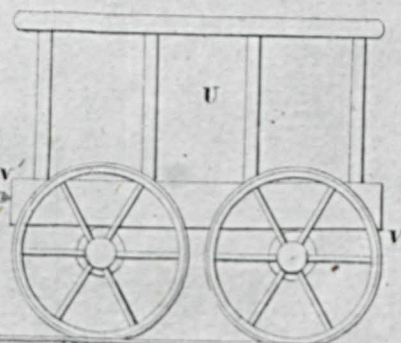


Fig. 7.



U

