

Tow. Naukow. Plockiego

F930

Bibliot. im. Zielińskich

20

MATERYAŁY

DO

ODCZYTÓW LUDOWYCH

**W naturze nic nie ginie.**

PRZEZ S. K.

WARSZAWA

Druk K. Kowalewskiego, Mazowiecka 8.

1900.

## W S T Ę P.

Zdarzało się w różnych czasach, że ktoś w składnych słowach wypowiedział jaką naukę mądrą, jaką myśl głęboką, jaką przestrożę zbawienną; ci, co zdanie to ulyszeli, powtarzali je innym, nauka rozbiegała się coraz dalej, przechodziła z ojca na syna, z pokolenia na pokolenie, aż stała się własnością narodu całego. W ten sposób wytworzyły się przysłowia, przypowieści, które dziś wszyscy znamy i przy każdej sposobności chętnie powtarzamy. Gdy kto nadto broi, powiemy mu krótko: „Póty dzban wodę nosi, aż się ucho urwie“; gdy syn postępuje tak samo jak ojciec, rozumiemy, że „jabłko pada niedaleko od jabłoni“, a gdy kto na starość trwa w błędach swej młodości, toć przecie „czem za młodu skorupka nasiąknie, tem na starość trąci.“ Przysłów takich spisano całe setki i tysiące, ale kto chce przysłowie jakie przytoczyć, winien je dobrze rozumieć, by zawsze je przy należytej okoliczności wypowiedział, bo kto rusza konceptem nie w porę, narazi się na śmieszność, że „ni przypiął, ni przylatał“. Niejedno zaś przysłowie, by je dobrze pojmwano, wymaga dokładnego wytłómaczenia.

Do takich właśnie zdań, które potrzebują wyjaśnienia, należy też wyrażenie: „W naturze nic nie gi-



nie". Tak często je słyszymy i tak często powtarzamy, że możemy je uważać za przysłówie, ale nie każdy rozumie dobrze, co słowa te znaczą. Dlatego pragnę się tu o tem rozpisać, bo zdanie to, że w naturze nie ginie, nieści w sobie ważną prawdę i naukę donosząc o tem, co się dzieje w otaczającym nas świecie, a znajomość tego każdemu przydać się może.

Natura, albo, jak inaczej mówimy, przyroda jest to wszystko, co wypełnia wszechświat. Słońce i gwiazdy, góry i doliny, lasy i pola, drzewa i ziola, zwierzęta wszelkich rodzajów, kamienie rozliczne, woda, którą pijemy, i powietrze, którem oddychamy, wszystko to razem stanowi naturę. Natura jest to więc zbiór wszystkich tworów świata, jest to świat cały, a gdy mówimy, że w naturze nie ginie, jest to toż samo, jak gdybyśmy powiedzieli, że nie ginie w świecie, że nie da się zgubić, zatracić, zniszczyć doszczętnie.

Nie wszystkim to zapewne trafi odrazu do przekonania, boć przecie dosyć rzecz jaką rozbić, potłuc, rozetrwać, aby ją zniszczyć, aby jej już nie było. O to też nikt spierać się nie będzie. Przedmiot rozbity, poszarpany, uległ zniszczeniu; ale gdy żadnej jego cząstki nie uroinimy, z odłamków, z okruchów, całość znowu złożyć można. Biednemu człowiekowi, co odust sobie odrywając, zdołał papierek dziesięciornoblowy ucinąć, podał go dzieciak na drobne kawałki, tak, że ich było z pięćdziesiąt, a może i więcej. Lamentował biedak, bo tej garści zwitków w żadnej kasie przysięg nie chciało. Ale znalazł się majster zręczny, co wszystkie te drobne zwitki rozprostował, wygładził, zobwał, podłopił cieniły błonki i złożył cały papierek dziesięciornoblowy; nie brakuło tam ani

numeru, ani podpisu, a w kasie bez trudności zamieniono ten zlepek na papierek nowy.

Co tu zresztą długo o tem prawić. Choćbyś jaknajdłużej rąbał i siekał, toć żadnej cząstki, by najmniejszej, nie zniweczysz, nie zdołasz jej unicestwić. Kup funt soli w jednej bryle, w jednym kawale, a gdy go utłuczysz na miał drobny i znowu zważyz, zawsze funt soli posiadać będziesz. W gniewie zapalczywy człowiek łamie, co mu pod rękę podpada, i sam sobie szkodę zrzęda, ale choćby się najbardziej zawziął, nie zgładzi okruchów, które o zapalczywości jego świadczyć potem będą.

Są wszakże niszczytele gorsi, jest woda i ogień, co nieraz dobytek człowieka niweczą; przyrzycimy się dokładniej, jakie to zniszczenie przez wodę i ogień powstaje.

### 1. Zniszczenie przez wodę.

Woda jest nieraz groźnym nieprzyjacielem człowieka; rozżukane fale wezbranej Wisły unoszą stogi siana, porywają stopy drzewa, zmywają brzegi. Ale, co jednemu rzeka zabierze, to innemu przyniesie, co w jednym miejscu porwie, to gdzieindziej złoży. Rumowiska na jednym brzegu rzeki wymyte odkładają się na brzegu przeciwnym, albo przy jej ujściu, uchodzą do morza, lub samo dno rzeki zamulają. Niez to szczątków pozostaje na dnie rzeki, które po wielu latach dopiero ludzie znajdują i wydobywają.

Są wszakże rzeczy, są materiały, które w wodzie ulegają zniszczeniu takiemu, że na pozór przestają zupełnie istnieć. Bryłka soli w wodzie rozplywa się



zupelnie, tak, że śladu z niej nie pozostaje zgoła. Nikt jednak nie powie, by sól w wodzie rozpuszczona znikła; istnieje ona w niej niewątpliwie, boć przecie nadaje jej swój smak słony, a zresztą sól rozpuszczoną z wody odzyskać możemy.

Nie należy sądzić, że w kwarcie wody rozpuścić możemy tyle soli, ile tylko zechcemy. Gdy do wody wrzucimy pewną ilość utlonej soli, woda najpierw zmętnieje od zawieszzonego w niej pyłu; jeżeli jednak pozostawimy ją przez czas pewien w spokoju, i woda rozjaśni się, a jeżeli sól użyta była zupełnie czysta, woda będzie znów klarowna, jak przedtem; kto językiem jej nie dotknie, nie domyśli się nawet, że w wodzie tej jest sól roztworzona, czyli rozpuszczona. Gdy do roztworu tego dosypiemy znów podobną ilość soli, powtórzy się toż samo, — woda najpierw zmętnieje, a następnie znów się rozjaśni, co nam świadczy, że wszystka ta sól w wodzie jeszcze się rozpuściła. Możemy to powtarzać kilkakrotnie, a wciąż otrzymywał będziemy roztwór klarowny zupełnie, ale nie będzie to się ciągnąć bez końca, bo wreszcie dojdziemy do kresu, poza którym sól dalej już się rozpuszczać nie będzie. Za dosypaniem soli roztwór zmętnieje, a potem wyklaruje się wprawdzie, ale na dnie naczynia pozostanie osad soli nierozpuszczonej. Widocznie, woda jest już solą nasyciona, już jej więcej przybierać nie może, mamy już „roztwór nasycony“ soli. W kwarcie czystszej wody rozpuścić możemy najwyższej 27 łutów zwykłej soli kuchennej. Saletra rozpuszcza się w wodzie silniej, zwłaszcza w wodzie wrzącej. Sól w wodzie rozpuszczona nie uległa wszakże zagełdziej, rozdzielą się w niej jedynie na drobne, niedojrzałe cząstki, i możemy ją znów z wody odzyskać w pierwotnym

stanie stałym, w postaci miazgi. Należy bowiem tylko pozostać roztwór soli w otwartem naczyniu, najlepiej na płaskim talerzu. Woda ulatnia się na swoje powierzchni, paruje, czyli zamienia się w parę i uchoćdzi. W naczyniu wciąż jej ubywa, a mniejsza jej ilość nie może już w rozpuszczeniu wszystkiej soli utrzymać; sól więc wydziela się, opada i na dnie naczynia zbiera się w drobnych ziarnkach. Jeżeli cierpliwie czekać będziemy, woda do cna wyparuje, a my odzyskamy sól, którą rozpuściliśmy. Nie nie przybędzie i nic nie ubędzie. Woda nie niszczy soli, którą rozpuszcza; pokonywa tylko spójność, która cząstki soli w łączności utrzymywała. Jeżeli drobną bryłkę farby czerwonej rozpuścimy w ogromnej nawet kadzi wody, wszystka ta woda zabarwi się na czerwono; wnosimy stąd łatwo, jak drobne być muszą te cząstki, skoro rozbiegły się wszędzie, po tak wielkiej przestrzeni.

## 2. Zniszczenie przez ogień.

Z ogniem trudniej przyjdzie nam poradzić sobie, aniżeli z wodą. Codziennie przecież widzimy, że przez spalenie drzewo poprostu niknie, ginie, przepada, przestaje istnieć, a pozostaje zaledwie drobna szczypta popiołu, nieznaczna cząstka spalonego drzewa. Przez długie tedy wieki spalenie uważano za zupełne zniszczenie, za unicestwienie doszczętne, zanim poznano, że nie każdy przedmiot, czyli nie każde ciało po spalaniu staje się lżejszem, aniżeli przed splanieniem. Żelazo rozżarza się w ogniu i pali się, podobnie jak i drzewo, ale po takim wypaleniu, po wyżarzeniu,



strawiona przez ogień bryła żelaza waży więcej, aniżeli poprzednio, gdy była metalem połyksującym.

Takie powiększanie się ciężaru żelaza wypalonego dziwiło niegdyś bardzo ludzi, ale gdy zaczęto uważniej patrzeć, przekonano się, że i drzewo, gdy spaleniu ulega, pozornie tylko młknie i przepada. Pozostają bowiem po niem nietylko okruchy węgla i garstka popiołu, ale należy pamiętać, że uchodzi przytem i dym, który się po powietrzu rozbiega. Można tak urządzić, by schwytał ten dym uchodzący, my to wszystko co przy spalaniu powstaje, zarówno popiół, jak i materiał lotny, który się z dymem rozbiega, i wszystko to na dobrej wadze zważymy, to poznamy, że z drzewa spalonego nic zgoła nie zginęło, ale odnalazło się wszystko, a nawet więcej jeszcze, wszystkie bowiem materiały ze spalenia powstałe ważą, więcej, aniżeli ważyło drzewo spalone, masa jego wzrosła. Pomiędzy wypaleniem drzewa a metalu niema więc różnicy istotnej, i w jednym i w drugim razie ciężar wzrasta, masa przybiera; ale gdy palimy drzewo, owe utwozy ze spłonicia powstające są w większej części lotne, uchodzą w powietrze, a pozornie dostreżamy stratę, ubytek materiału; przeciwnie zaś, gdy żelazo się pali, wynika z tego przeobrażenia materiał twardy, albo raczej stały, który w powietrzu bynajmniej nie uchodzi; stąd też niema tej pozorniej straty, jaka przy plonięciu drzewa zachodzi, a przez proste zważenie każdy przekonac się może, że po wypaleniu bryła żelazna waży więcej aniżeli przedtem.

### 3. Co to jest palenie.

Należy nam teraz wyjaśnić dokładniej, skąd się bierze ten osobliwy przyrost ciężaru, ale najpierw porozumieć się musimy co do kilku wyrazów, których w dalszym ciągu używać będziemy.

Pospolicie, gdy mówimy o cieple, mamy na myśli tylko ciało ludzkie, albo, co najwyżej, ciało zwierząt; w nauce wszakże każda w ogólności rzecz, wszystko, co możemy ująć, co widzimy, co pod zmysły nasze podpada, nazywa się ciałem. I drzewa zatem i kamienie, woda, powietrze, wszystko to są ciała. Ciała są w naturze nader rozmaite, różnią się między sobą postacią, wielkością, ciężarem, barwą i innymi własnościami, ale przedewszystkiem uderza nas niejednakością ich zbitości, czyli skupienie. Jedne bowiem ciała są *stale*, jak kamienie lub drzewo, inne *ciekłe*, jak woda lub ocet, a inne wreszcie *lotne*, jak powietrze. Ciała lotne inaczej nazywają się *gazami*, a oprócz powietrza są i inne jeszcze gazy. W miastach ulice i mieszkania oświetlają się *gazem oświetlającym*, który z fabryk rurami dochodzi do latarni. Z napojów musujących, z wody sodowej lub z piwa szumiącego, wyrzyna się znów z burzeniem inny gaz, zwany *kwasem węglanym*; jest on każdemu znany, a dłażczego nazywa się węglanym, zaraz się dowiemy.

Różne ciała mają dążność do wiązania się, do łączenia między sobą, tak, że z połączeń takich powstają ciała zupełnie odrybne, do poprzednich najczęściej zgoła niepodobne. Każdy widział, co się dzieje, gdy wapno palone polewamy wodą. Nazywa się ono palonem, bo otrzymuje się przez wypalenie kamieni wa-



piennych, czyli wapieni, wykopywanych z ziemi; nazywa się też grzyżącym, bo nagryza płótno, papier, nawet skórę naszą, tak, że niepodobna go w rękę ująć, sprawa bowiem dotkliwie rany. Gdy zaś bryłkę takiego wapna palonego zlejemy wodą, woda zaczyna się burzyć, widocznie rozgrzewa się, gotuje, a gdy to całe działanie się skończy i woda zastygnie, wapno już nie jest tem samym, co poprzednio, ciałem, możemy je bowiem bez niebezpieczeństwa ujmować, — straciło swe własności grzyżące. Nazywa się wtedy wapnem gaszonym, dzieje się bowiem tak, jakby rzeczyswiście ugasiła je woda, która się z wapnem grzyżącym połączyła i utworzyła z niem jedno ciało, które też stałoby żywa się wodanem wapna.

I palenie się węgla, drzewa, albo też innych ciał, jest też pewnem ich łączeniem się, a mianowicie łączą się wtedy one z powietrzem. Wiemy już, że gdy się wapno grzyżące z wodą łączy, woda rozgrzewa się i gotuje; znaczy to, że przy tem łączeniu powstaje ciepło. Podobnie rozwija się ciepło, gdy się ciała łączą z powietrzem, a nawet wywiązuje się ono wtedy daleko silniej jeszcze, stąd ciała te rozpalają się, rozżarzają, palą się płomieniem.

Mówiliśmy zresztą niezupełnie wierznie, że ciała płonące łączą się z powietrzem, łączą się bowiem tylko z pewną jego częścią. Powietrze nie jest to gaz jednolity, ale mieszanina kilku, a głównie dwu gazów, z których jeden nazywa się *tlenem*, a drugi *azotem*, — otóż łączenie ma miejsce tylko z pierwszym z tych gazów, to jest z tlenem. Gdy pali się węgiel, łączą się on z tlenem, a z połączenia tego wytwarza się nowe ciało, które się nazywa kwasem węglanym. Jest to właśnie, gaz, o którym mówiliśmy już wyżej, a te-

raz rozniemmy dla czego nazywa się węglanym, bo jest on związkem węgla z tlenem.

Gdy płonie drzewo, gdy pali się świeca lub olej w lampie, powstaje tenże sam kwas węglany, i drzewo bowiem i olej i olej są to związki, które zawierają w sobie węgiel. Jeżeli tuż nad płomieniem świecy, czy to olejowej, stearynowej, czy też woskowej, trzymamy zimny jakiś przedmiot, jak na przykład białą skorupkę, skorupka ta natychmiast czernieje od osiadającej na niej sadzy, a sadza przecież jest to tylko rozdrobiony węgiel; daje to właśnie dowód, że różne to ciała, jak drzewo, olej, stearyna, wosk, choć tak do węgla niepodobne, zawierają go w swym składzie. Wszystkie te ciała w ogólności składają się mianowicie z węgla i gazu, zwanego *wodorem*, a co się dzieje przy paleniu, poznać to możemy dobrze, przyjrawszy się płomieniowi świecy. Skoro knot, zapalony, stearyna (albo olej) topi się i podnosi w górę, gdzie następuje spalanie. Ale płomień nie jest jednostajny; możemy w nim łatwo wyróżnić trzy części, wewnątrzną, środkową i zewnętrzną, jak to wskazuje, wewnątrzną, środkową i zewnętrzną, jak to wskazuje rysunek (figura 1). Część wewnątrzna *d* jest ciemna; znajdują się tu wprawdzie węgiel i wodór, które powstają z rozkładu stearyny, ale powietrze niema dostępu i dla tego nie następuje tu jeszcze pale-

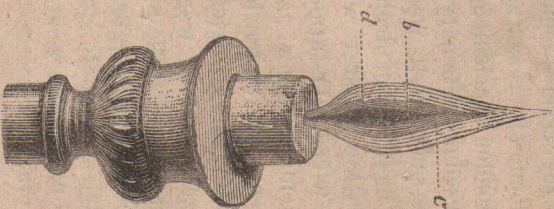


Fig. 1.



nie. Część więc ta płomienia jest ciemna i zimna, tak, że jeżeli nacisniemy go siatką drucianą, to na niej wyżarzy się kółko, a przestrzeń wewnętrzną pozostanie ciemną. Część środkowa płomienia *b* jest najjaśniejsza. Tu powietrze ma już dostęp swobodniejszy, ale jeszcze niezupełny. Wódor jest łatwiej palny niż węgiel, tu przeto ma miejsce tylko spalenie wodoru, t. j. łączy się on z tlenem, a z połączenia tego powstaje woda, albo raczej para wodna. Węgiel w tej części płomienia jeszcze się nie spala, ale już mocno się rozżarza i on to właśnie świeci. Jeżeli płomień nacisniemy kawałkiem szkła lub metalu, przedmioty te natychmiast się okopcą, to jest pokryją się sadzą czyli węglem. Ale węgiel ten jest w postaci nadzwyczaj drobego proszku; takie właśnie drobniki cząstki węgla rozżarzają się w płomieniu i świecą. Ostatnia nakłonic, zewnętrzna część płomienia *c* stanowi jakby bladą powłoczkę, słabo świecąca. Tu już powietrze ma dostęp zupełny; nietylko wódor, ale i węgiel łączy się tu z tlenem, niema już przeto cząstek węgla, któreby się rozżarzać mogły. Ostatnia ta część płomienia świeci więc słabo, ale natomiast jest najgorętsza, bo tu palenie jest najdokładniejsze, najpełniejsze, łączenie z tlenem odbywa się tu najżywiej, a ztąd też wytwarza się najwięcej ciepła.

Kwas węglany powstaje nawet we własnym naszym ciele i wydobywa się z płuc naszym, gdy wdychamy. Sprawdzić to można łatwym sposobem. W każdej aptece można za kilka groszy kupić wody wapiennej, to jest wody, w której jest wapno rozpuszczone; jest ona zupełnie przejrzysta i na oko niczem się od zwykłej, czystej wody nie różni. Pewną ilość

(a) wody przelejmy do szklanki albo do kieliszka, a wzięwszy w usta rurkę szklaną, albo choćby słomkę, zanurzymy drugi jej koniec we wspomnianą wodę wapienną, tak, by powietrze przez nas wydychane do niej się dostawało. Dostrzeżemy wtedy rychło, że woda zwolna mętnieć będzie, a po pewnym czasie zioleje zupełnie, wypełni się białym pyłem, jakby drobno zmieszoną kredą. Kreda zaś jest to związek kwasu węglanego z wapnem; widocznie więc z płuc naszych wydobył się kwas węglany i z rozpuszczeniem w wodzie wapnem połączył.

Widzieliśmy wyżej, że kwas węglany powstaje przez spalenie węgla, a teraz dowiadujemy się, że tworzy się i w ciele naszym. Czyżby własne nasze ciało miało być jakimś piecem, w którym węgiel płonie? Niech się nikt z pytania tego nie śmieje, bo tak jest rzeczwiście, a jak się to dzieje, poznamy lepiej w dalszym ciągu.

#### 4. *Materia nie ginie.*

Wiemy już teraz, że gdy węgiel płonie, powstaje z niego kwas węglany, który jest gazem, i uchodzi w powietrze, skąd wydaje się nam, jakby to węgiel ginął. Jeżeli jednak zbierzemy starannie wszystkie ten gaz, który się wytworzył przy spalaniu zważonego kawałka węgla, i zebrany ten gaz zważymy, okaże się, że posiada on ciężar większy aniżeli węgiel, bo odnajdziemy w nim i ciężar węgla i ciężar związanego, związanego z nim powietrza, a raczej tlenu.

Węgiel przeto nie zginął. Poznano to przed stu przeszło laty, gdy zaczęto używać bardzo dokładnej, bardzo czulej wagi. W czasach dawniejszych nie po-



siadano wagi tak dobrej, nie umiano tak dobrze ważyć, a uczeni nawet ludzie niemiali, że przy paleniu zachodzi strata i ubytek, gdy tymczasem nie tylko nie ma zgoła straty, ale jest przybytek nawet, bo z ciałem spalonem połączyło się inne jeszcze ciało.

Nie więc nie ginie w naturze. Choćby się wszyscy mocarze świata zawzięli, nie zdołaliby zniszczyć najmniejszej cząstki żadnego ciała, ani małeńkiej opłiki żelaza, ani najcięższego włókna, ani skrówka papieru, tak, by z nich nie pozostało; nie mogłoby najdrobniejszej cząstki unicestwić, tak samo, jakby jej z niczego wytworzyć nie zdołali. Człowiek nie nie tworzy, ani też nie nie niszczy; może on tylko ciała zmieniać, przetwarzać, przeobrażać, z jednych ciał wyrabia inne, łączy je ze sobą, otrzymuje z nich różne związki, a z różnych związków wydobywa najrozmaitsze materiały. Z rudy kamienistej otrzymuje metal polyskujący, z włókien roślinnych i z siersci zwierząt wyrabia tkaniny na odzież, z buraków wyciąga cukier, a czarną smołę nawet przerabia na barwniki ezerwone, zielone, niebieskie. W warsztatach, w fabrykach w ręce pracy ludzka, huczą maszyny, a kominym dymem zięją, ale wszystkie te niezliczone fabryki na ziemi nigdy jeszcze żadnego ziarnka nie stworzyły, nigdy też żadnego nie zniszczyły. Przerabiamy tylko materiały, któremi ich natura obdarza, co imają tylko rolnika w gruncie wyhoduje, co im górnik z łona ziemi wykopie.

Azeby teraz krótko zebrać i treściwie wypowiedzieć to, czegośmy się tu nauczyli, objaśnić tu muszę znaczenie jednego jeszcze wyrażenia. W życiu zwyczajnym gdy mówimy o materji, mamy na myśli chyba jakąś drogocenną tkaninę jedwabną, atlasową, ale

w naturze ma wyraz ten znaczenie inne, daleko szersze i rozleglejsze, wszystko bowiem, co wypełnia świat cały, wszystkie przedmioty, wszystkie ciała, — wszystkie, to razem jest *materjya*. Według tego więc, co teraz wiemy, powiemy krótko, — że materja nie ginie. Skoro zaś na ziemi materji ani przybywa, ani ubywa, to zaś na ziemi powstaje, ani ginie, przeto ilość materji na ziemi jest niezmienną. Uczeni mają sposoby ważenia ziemi i doszli rzeczywiście, ile ona funtów wazy. Skoro zaś wiemy, ile ziemia wazy obecnie, jaką teraz posiada masę, to wiemy też, ile wazyła niegdyś i ile wazyć będzie w przyszłości, bo do tego ciężaru pracy ludzka nie nie dodaje, ani mu też nie nie odejmuje.

Zap yta się ktoś jednak może, czy też bez przyczyniania się człowieka nie zachodzi zmiana jaka na ziemi. Zapewne, mogą być takie zmiany, chociaż nie alychanie drobne. Zdarza się niekiedy, że na ziemi spadają kamienie, jak to miało miejsce w naszym kraju przed trzydziestu laty. Było to w zimie, wieczorem, gdy już dobrze ściemniało, po niebie z szumem przebiegła bryła ognista, ciągnąca za sobą jasny ogon, którą widziano na znacznej przestrzeni kraju (fig. 2). Nagle usłyszano huk potężny, jakby strzał całej baterji armat. kula ognista znikła, a nazajutrz dowiedziano się, że rozsypała się nad Pułtuskim, na brzegach Narwi, i porzuciła istny deszcz kamienisty, mówno większych i mniejszych kamieni, które padły na okoliczne pola i na lód pokrywający rzekę.

Takie kamienie, na ziemię spadające, nazywają się *aerolitamiz*, ale w porównaniu z wielkością naszej ziemi, są to drobiazgi zgoła nieznaczne. Wszystkie kamienie, spadłe pod Pułtuskim, wazyły razem może



nie. Część więc ta płomienia jest ciemna i zimna, tak, że jeżeli nacisniemy go siatką drucianą, to na niej wyzarzy się kółko, a przesrzeni wewnętrzna pozostała ciemną. Część środkowa płomienia *b* jest najjaśniejsza. Tu powietrze ma już dostęp swobodniejszy, ale jeszcze niezupełny. Wodór jest łatwiej palny niż węgiel, tu przeto ma miejsce tylko spalenie wodoru, t. j. łączy się on z tlenem, a z połączenia tego powstaje woda, albo raczej para wodna. Węgiel w tej części płomienia jeszcze się nie spala, ale już mocno się rozżarza i on to właśnie świeci. Jeżeli płomień nacisniemy kawałkiem szkła lub metalu, przedmioty te natychmiast się okopcą, to jest pokryją się sadzą, czyli węglem. Ale węgiel ten jest w postaci nadzwyczaj drobego proszku; takie właśnie drobne cząstki węgla rozżarzają się w płomieniu i świecą. Ostatnia nakonieć, zewnętrzna część płomienia *c* stanowi jakby bladą powłoczkę, słabo świecąca. Tu już powietrze ma dostęp zupełny; nietylko wodór, ale i węgiel łączy się tu z tlenem, niema już przeto cząstek węgla, któreby się rozżarzać mogły. Ostatnia ta część płomienia świeci więc słabo, ale natomiast jest najgorętsza, bo tu palenie jest najdokładniejsze, najpełniejsze, łączenie z tlenem odbywa się tu najżywiej, a ztąd też wytwarza się najwięcej ciepła.

Kwas węglany powstaje nawet we własnym naszym ciele i wydobywa się z płuc naszymi, gdy wdychamy. Sprawdzić to można łatwym sposobem. W każdej aptece można za kilka groszy kupić wody wapiennej, to jest wody, w której jest wapno rozpuszczone; jest ona zupełnie przejrzysta i na oko niczem się od zwykłej, czystej wody nie różni. Pewną ilość

tej wody przelejmy do szklanki albo do kieliszka, a wzięwszy w usta rurkę szklaną, albo choćby słomkę, zanurzymy drugi jej koniec we wspomnianą wodę wapienną, tak, by powietrze przez nas wydychane do niej się dostawało. Dostrzeżemy wtedy rychło, że woda zwolna mętnieć będzie, a po pewnym czasie zbiegnie zupełnie, wypełni się białym pyłem, jakby drobno zmieloną kredą. Kreda zaś jest to związek kwasu węglanego z wapnem; widocznie więc z płuc naszych wydobył się kwas węglany i z rozpuszczeniem w wodzie wapnem połączył.

Widzieliśmy wyżej, że kwas węglany powstaje przez spalenie węgla, a teraz dowiadujemy się, że tworzy się i w ciele naszym. Czyżby własne nasze ciało miało być jakimś piecem, w którym węgiel płonie? Niech się nikt z pytania tego nie śmieje, bo tak jest rzeczwiście, a jak się to dzieje, poznamy lepiej w dalszym ciągu.

#### 4. *Materia nie ginie.*

Wiemy już teraz, że gdy węgiel płonie, powstaje z niego kwas węglany, który jest gazem, i uchodzi w powietrze, skąd wydaje się nam, jakby to węgiel ginął. Jeżeli jednak zbierzemy starannie wszystkie ten gaz, który się wytworzył przy spalaniu zważonego kawałka węgla, i zebrany ten gaz wazymy, okaże się, że posiada on ciężar większy aniżeli węgiel, bo odnajdziemy w nim i ciężar węgla i ciężar związanego, związonego z nim powietrza, a raczej tlenu.

Węgiel przeto nie ginął. Poznano to przed stu przeszło laty, gdy zaczęto używać bardzo dokładnej, bardzo czułej wagi. W czasach dawniejszych nie po-



siadano wagi tak dobrej, nie umiano tak dobrze wazyć, a uczeni nawet ludzie niemali, że przy paleniu zachodzi strata i ubytek, gdy tymczasem nie tylko nie ma zgoła straty, ale jest przybytek nawet, bo z ciałem spalonem połączyło się inne jeszcze ciało.

Nie więc nie ginie w naturze. Choćby się wszyscy moczarze świata zawzięli, nie zdołaliby zniszczyć najdrobniejszej cząstki żadnego ciała, ani maleńkiej opłuki żelaza, ani najcięższego włókna, ani skrawka papieru, tak, by z nich nie nie pozostało; nie mogliby najdrobniejszej cząstki unicestwić, tak samo, jakby jej z niczego wytworzyć nie zdołali. Człowiek nie nie tworzy, ani też nie nie niszczy; może on tylko ciała zmieniać, przetwarzać, przeobrażać, z jednych ciał wyrabia inne, łączy je ze sobą, otrzymuje z nich różne związki, a z różnych związków wydobywa najrozmaitsze materiały. Z rudy kamienistej otrzymuje metal polyskujący, z włókien roślinnych i z sierści zwierząt wyrabia tkaniny na odzież, z buraków wyciąga cukier, a czarną smołę nawet przerabia na barwniki czerwone, zielone, niebieskie. W warsztatach, w fabrykach wrę praca ludzka, huczą maszyny, a kominny dymem zieją, ale wszystkie te niezliczone fabryki na ziemi nigdy jeszcze żadnego ziarnka nie stworzyły, nigdy też żadnego nie zniszczyły. Przerabiają tylko materiały, któremi ich natura obdarza, co im znów rolnika w gruncie wyhoduje, co im górnik z łona ziemi wykopie.

A żeby teraz krótko zebrać i treściwie wypowiedzieć to, czegośmy się tu nauczyli, objaśnić tu naszą znaczenie jednego jeszcze wyrażu. W życiu zwyczajnym gdy mówimy o materji, mamy na myśli chyba jakąś drogocenną tkaninę jedwabną, atlasową, ale

w nauce ma wyraz ten znaczenie inne, daleko szersze i rozleglejsze, wszystko bowiem, co wypelnia świat cały, wszystkie przedmioty, wszystkie ciała, — wszystko to razem jest *materją*. Według tego więc, co teraz wiemy, powiemy krótko, — że materja nie ginie. Skoro zaś na ziemi materji ani przybywa, ani ubywa, skoro ona ani powstaje, ani ginie, przeto ilość materji na ziemi jest niezmienną. Użeni mają sposoby ważenia ziemi i doszli rzeczywiście, ile ona funtów wazy. Skoro zaś wiemy, ile ziemia wazy obecnie, jakgdyż teraz posiada masę, to wiemy też, ile wazyła niegdyś i ile wazyć będzie w przyszłości, bo do tego ciężaru praca ludzka nie nie dodaje, ani mu też nie nie ujmuje.

Zap yta się ktoś jednak może, czy też bez przyczyniania się człowieka nie zachodzi zmiana jaka na ziemi. Zapewne, mogą być takie zmiany, chociaż nie słychanie drobne. Zdarza się niekiedy, że na ziemię spadają kamienie, jak to miało miejsce w naszym kraju przed trzydziestu laty. Było to w zimie, wieczorem, gdy już dobrze ściemniało, po niebie z szumem przebiegła bryła ognista, cignąca za sobą jasny ogon, którą widziano na znacznej przestrzeni kraju (fig. 2). Nagle usłyszano huk potężny, jakby strzał całej baterji armat: kula ognista znikła, a nazajutrz dowiedziano się, że rozsypała się nad Pułtuskim, na brzegach Narwi, i rozrzucała istny deszcz kamienisty, mnóstwo większych i mniejszych kamieni, które padły na okoliczne pola i na lód pokrywający rzekę.

Takie kamienie, na ziemię spadające, nazywają się *meteoritami*, ale w porównaniu z wielkością naszej ziemi, są to drobiazgi zgoła nieznaczne. Wszystkie kamienie, spadłe pod Pułtuskim, wazyły razem może



jakie kilkaset funtów, ale co to znaczy wobec ciężaru ziemi, wynoszącego miliony milionów funtów.

W każdym razie, chociaż przybytki te do ogólnego ciężaru ziemi są tak małe, dookładnie mówiąc, nie możemy już twierdzić i utrzymywać, by ilość materji na ziemi była zupełnie niezmienna. Ale

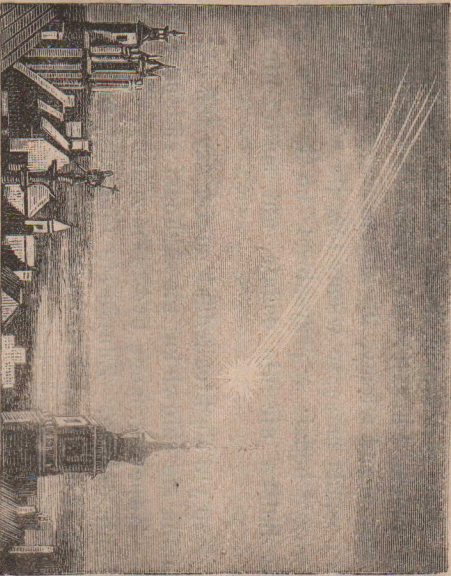


Fig. 2.

kamienie, które na ziemi padają, przybywają do nas ze stron dalekich świata, z obszarów pozaziemskich, a co do nas przybywa, to gdzieindziej ubywa. Jeżeli więc na uwadze mamy nietylko wyjątknie ziemię naszą, ale świat cały, słońce, gwiazdy i wszystkie bryły niebieskie, które w przestrzeni krążą, to dopiero możemy dookładnie wypowiedzieć, że w przyrodzie nie ginie, czyli że ilość materji w świecie całym, we wszechświecie, jest stałaczna, niezmienna, zawsze jednaka.

### 5. I siła nie ginie.

Rozumiemy tedy, co to znaczy, że nie w naturze nie ginie; ale to jeszcze nie wszystko, co się w tem zdaniu zawiera. Ciała nlegają przecież wciąż różnym zmianom, w świecie zachodzą nieustannie rozliczne objawy, zjawiska. Mówimy pospolicie, że zmiany te, że wszystkie te objawy świata spowodowane są przez siły. Gdy widzimy pociąg po szynach żelaznych biegnący, mówimy, że to pędzi go siła pary; wiatraki nasze porusza siła wiatru, młynny wodne wprawia w ruch siła pędu wody; gdy konie ciągną nasze wozy, koryzstamy z siły zwierząt, a gdy sami pracujemy, działa tu siła własnych naszych mięśni, muskułów. Gdy mówimy o okaczającym nas świecie, mamy na uwadze nietylko ciała, które w nim są rozłożone, nietylko materję, która go wypełnia, ale nasuwają nam się na myśl i zjawiska, czyli zmiany, które w nim zachodzą, oraz siły, które zmiany te powodują.

Oto widzimy garstkę prochu. W prochu tym kryje się potężna siła wybuchowa, która rozsądza skały, a z armat ogromne pociski wyrzuca z niesłychaną szybkością. Ale nagle przyłożył ktoś do tej niezwykłej czarnej prochu drewnienko zatkone,— nastąpi wybuch, proch spłonął odrazu, a groźna moc jego zagładę siły rozumieć mamy, skoro mówimy, że natorzo nie ginie. Bo też naprawdę nie ginie i siła, ale by rzecz tę zrozumieć, trzeba nam ją szeroko rozważyć.

Nie w naturze nie ginie.



## 6. Co to jest praca.

Dziwne pytanie, — może ktoś powie, toć każdy co pracuje, co się przy robotcie namęczy, wie przecież dobrze, co to znaczy praca. Poznamy jednak, że za-stanowienie się nad tem pytaniem nie zawadzi bynaj-mniej.

Dajmy, że wykonąć chcemy pracę jak najprost-szą; idzie o to, by kamień dźwignąć na wysoką wieżę. Kamień jest ciężki; gdy go złożymy na ręce, czujemy ucisk, kamień tłoczy rękę; jakby go ku dołowi pocię-gała ziemia. Mówimy też, że ziemia przyciąga ka-mień, że ulega on sile przyciągania ziemi, albo sile ciężkości. Jeżeli więc kamień w górę dźwigamy, po-konać musimy jego ciężar, jego ciężenie ku ziemi. Ale różne kamienie posiadają ciężar niejednaki; może być kamień cięższy i lżejszy, a jeżeli kamień jest dwa, trzy, cztery razy cięższy, stawia nam też opór dwa, trzy, cztery razy większy; aby go pokonać, trzeba dwa, trzy, cztery razy bardziej się wysilić, czyli użyć siły dwa, trzy, cztery razy większej, a tem samem wy-konamy pracę dwa, trzy, cztery razy większą. Praca zatem wykonana jest tem większa, im większy mamy dźwignąć ciężar, czyli praca zależy od pokonywanego ciężaru.

Ale jeden i tenże sam kamień można wznieść do różnej wysokości, na pierwsze, drugie lub trzecie pię-tro. W każdym razie praca, na dźwignięcie kamienia wyłożona, będzie różna, tem większa, im znacniejsza jest wysokość, na jaką ją dźwigamy. Praca więc za-leży od dwu okoliczności, i od ciężaru, jaki w górę wznosimy, i od drogi, przez jaką go przesuwamy. Kto

dźwignął 100 funtów na 10 stóp w górę, wykonał pra-cę taką samą, jak ten, co podniósł 50 funtów na 20 stóp w górę.

W ogólności praca jest to pokonywanie danego oporu przez pewną drogę. Opór ten niekoniecznie ma być ciężarem w górę dźwiganym. Kto drzewo pi-luje, wykonywa również pracę, a oporem jest tu samo drzewo, albo raczej jego spójność, twardość, którą przezwyciężyć należy. Drzewa topolowe, sosnowe, dębowe, przedstawiają różny opór, a zarzem kłose miał mogły rozmaitej grubości. W tym razie więc pra-cę drwała zależy i od twardości drzewa i od jego gru-bości.

Jeżeli znamy oporność, jaką przedstawia dany gatunek drzewa, można pracę drwała porównać z pra-cą robotnika, dźwigającego ciężary. Gdy mówimy, że maszyna parowa pracuje z taką a taką siłą, znaczy to, że wskazujemy, jaką pracę w ciągu sekundy wyko-nać jest w stanie.

## 7. Kamień na wieży.

Wróćmy wszakże do kamienia podniesionego w górę i złożonego na wieży. Aby go tam wznieść, trzeba było namozolić się, wyłożyć pewną pracę. A teraz praca ta znikła, zmarzła, zginęła bezuży-townie, kamień bowiem spoczywa bezwładnie.

Praca ta wszakże zginęła pozornie tylko. Zo-stała ona jakby nagromadzona w kamieniu i nie zmar-nieła, choćby ten głaz przez całe setki lat bezwładnie spoczywał. Zepchnijmy go tylko z wieży, albo tylko namylny podporę, która go podtrzymuje, a kamień, spa-



dając, natychmiast odzyska swą możność działania, która się ujawnia, skoro kamień o zawadę jaką uderzy. O potęgę tego działania przekona się sam na sobie nieszczęsny przechodzień, na którego głowę kamień ten spadnie.

Człowieka dzielnego, do pracy chętnego, nazwywamy energicznym, mówimy, że posiada *energję*. Ale i kamień na wysokości złożony również ma możność wykonywania przy spadku pracy, dlatego też mówimy, że posiada on energję. Dopóki kamień na wieży spoczywa, jest ta energja jakby uspiona jeszcze, przygotowana; kto kamień w górę dźwignął, pracy swej nie zmarnował, ale jakby złożył ją w kamieniu, nadał mu energję, która się w nim nagromadziła i zaoszczędziła. Skoro zaś kamień odzyskuje możność działania, złożona w nim energja staje się gotowa do działania, staje się energją czynną, która znów pracę wykonać może. Im wyżej kamień wzniesiono, tem większą trzeba było na to wykonać pracę; ale też im z większej wysokości spada, on potem, tem większej w spadku swoim nabiera szybkości i tem większą wykonać jest w stanie pracę.

Jeżeli kto uderzeniem młota wbija pal w ziemię, widzi użyteczny skutek swej pracy, praca jego nie poszła w tym razie na marne. Gdy zaś z takimże samem wysileniem rzuci tylko kamień w górę, nie dostrzeże użytku swej pracy i powie, że praca jego zginęła, znikła bez skutku. Ale niech kamień podziurczy tak, by ten, spadając, uderzył o pal osadzony w ziemi, a wtedy pod naciskiem spadającego kamienia pal zagłębi się bardziej, tak samo, jak zagłębił się pod bezpośredniem uderzeniem młota. Gdy więc rzucamy kamień w górę, praca mięśni naszych nie ginie, ale

nadaje kamieniowi energję, a energja ta znów przechodzi w pracę.

### 8. Strzał z broni palnej.

Nietylko wszakże kamień na wysokości złożony posiada energję do działania przygotowaną. Garstka prochu po zapaleniu wywiera działanie potężne i groźne, i w niej przeto też przygotowana, złożona jest pewna energja. Proch jest mieszaniną salety, węgla i siarki; po zapaleniu, z materiałów tych wywiązują się gazy, które usiłują rozejść się na wszystkie strony i zajmą objętość jak największą. Z garstki tedy prochu tworzy się znaczna ilość gazów, rozszerzająca się tysiące razy bardziej, aniżeli pierwotna odrobina czarnego pyłu. Pojmujemy więc, jak wielki nacisk w strzelbie wywierają gazy te na kulę, dopóki się ona w lufie przesuwana. Wykonują one pracę, która przechodzi na kulę i nadaje jej energję, a jakby ozywiona ną kulą wznosi się w górę. Wzbijając się wszakże w górę, kula ulega wciąż przyciąganiu ziemi, a w walce z tem przyciąganiem energja jej wyczerpuje się z wolna, kula wznosi się coraz wolniej, szybkość jej wlotu maleje, aż nakoniec kula traci zupełnie szybkość, unosząc ją w górę i odtąd wyżej się już nie wzbija. W tej chwili energja prochu udzielona kuli wyczerpała się już zupełnie, zużyła się na podniesienie kuli do oznaczonej wysokości. Tam, w górze, kula się wszakże nie zatrzyma, ulega bowiem wciąż przyciąganiu ziemi, a nie posiada już energii, by z niem dalej walczyć mogła; opada więc na dół, a pod olbrzym wplywem ziemi biegnie coraz prędzej, ruchem przyspieszonym, w chwili zaś, gdy na ziemię pada, posiada zupełnie też samą szybkość, z jaką z lufy



strzelby wybiegła. W czasie spadku odzyskuje więc kula też samą energję, jaką w czasie wzbijania się straciła. Pierwotna energia prochu, praca, jaką wybuch jego wykonał, odnajduje się w zupełności, — nie się z niej nie utoniło.

Może jednak kula nie była napróżno rzucona. Wystrelili ją myśliwy, mierząc w sępa, który z góry zdobył swą wietrzył. Kula ta dosięgła go rzeczywiście, ale w tej chwili dopiero, gdy doszła już kresu swej drogi. Wtedy ptak drapieżny zgola zabójczego jej działania nie dozna, kula, choć go dotknie, żadnej mu szkody nie zrządzi, bo wszystkiej jej energii jest już wyczerpana, a tem samem niedostaje jej możności wykonania jakiegokolwiek pracy.

O innego wszakże, gdy groźna kula napotka ptaka niżej, zanim jeszcze kresu swej drogi dosięgnie, wtedy bowiem uderza go całym zasobem energii, jaka jej jeszcze na tej wysokości pozostała, rozbija go, energia jej przeobraża się w pracę, zużywającą się na rozdarcie mięśni ptaka, na zgruchotanie jego kości. Kula wraca znów na dół, ale spada teraz z wysokości mniejszej niż poprzednio, dochodzi tedy do ziemi z szybkością mniejszą, nie odzyskuje już wszystkiej tej energii, jaką posiadała w chwili, gdy ze strzelby wybiegła. Nie powiemy wszakże, że teraz nastąpiła strata tej siły, energii, bo jeżeli dodamy pracę, na strzaskanie ptaka wyłożoną, to poznamy, że z pierwotnej energii nic nie zginęło, nic nie przepało.

## 9. Łuk i wiatrówka.

Mówiliśmy już, że nie każda nasza praca ma na celu jedynie dzwiganie ciężarów, czyli pokonywanie

siły ciężkości. Gdy wbijaliśmy pal w ziemię, trzeba nam było przewyciężyć opór gruntu; gdy zabijaliśmy sępa, szło o rozerwanie jego mięśni, tkanek. W obu rzeczach trzeba było zniszczyć ich spójność. Toż samo mają na celu różne nasze roboty ręczne i fabryczne, jak: rąbanie, krajanie, płowanie, skrzecanie, kucie, nadawanie różnej postaci żelazu lub innym metalom.

Kiedyndziej, gdy ściskamy sprężynę, gdy naciskamy łuk, lub zagęszczamy powietrze, musimy przewyciężyć sprężystość ciała. Tak działa wiatrówka, czyli owa strzelba podstępna, co bez łuku cios morderczy zadaje. Nie ładujemy jej prochem, ale za pomocą pompki ściskamy powietrze, aby się jak największa jego ilość w jak najmniejszej skupiła przestrzeni; przewyciężamy tu sprężystość czyli prężność gazu, który po otworzeniu klapki odzyskuje swobodę i natychmiast się rozszerza, a powstałym stąd ciśnieniem kulę gwałtownie wyrzuca. Mamy tu znów toż samo co przy działaniu prochu, z tą tylko różnicą, że z prochu gazy powstają dopiero przy zapalaniu, tu zaś stłoczone są ręcznym naszym naciskiem. Gdyśmy naciśnuli powietrze, musieliśmy przewyciężyć jego rozprężliwość na przestrzeni pewnej drogi, wykonaliśmy przeto pewną pracę, która jakby przechowaną została w tem powietrzu zagęszczonem i do działania każdej chwili jest gotową.

Gdy nie posiadano jeszcze strzelb, główną bronią człowieka był łuk. Gdy siłą ramię naszych naszych przęamy ciężką łuku, zużywamy na to część naszej energii muskularnej, siły naszych mięśni; ta strata nasza przechodzi na korzyść sprężystości łuku, przez naciśnięcie bowiem ciężwa staje się sprężystsza. Przy



wyrzuceniu strzały sprężystość ta wykonywa pracę, która znów nadaje strzale energję.

Rozumiemy więc teraz, co to znaczy, gdy mówimy, że kamień na pewnej wysokości złożony, kula, gdy dobiega kresu swej drogi, albo też proch, posiadają energję przygotowaną; kamień zaś spadający, kula biegnąca, proch wybuchający, posiadają energję czynną, energję ruchu. Przykłady, które tu przytoczyliśmy, wykazały, jak energia ruchu zamieniać się może w energję przygotowaną i nawzajem, jak energia przygotowana przeobrażać się może w energję ruchu i wykonywać pracę. Niekiedy zresztą energia ruchu wprost w energję ruchu przechodzi, jak to widzicie mógł każdy, kto się grze bilardowej przysłądał. Gdy bila, czyli kula sprężysta z kosi słoniowej, uderza bilę równej wielkości, a zostającą w spoczynku, wtedy kula biegnąca zatrzymuje się, a kula uderzona przechodzi w ruch. Kula jedna energję swą przy uderzeniu drugiej oddaje.

Toż samo łatwo wykonać można, jeżeli na stole ułożymy szereg kilku, sześciu lub dziesięciu jednakich monet, a pierwszą z brzegu usuniemy i ku całemu szeregowi pchniemy; wtedy moneta poruszona zatrzyma się, a wszystkie inne pozostaną w spoczynku, krom ostatniej, która się od nich usunie i odbiegnie. Dzieje się to widocznie tak, że każda z tych monet przyjmuje energję ruchu od poprzedzającej, ale oddaje ją natychmiast następującej swej sąsiadce, a ostatnia dopiero może się swobodnie dalej posunąć. Im stół dokładniej jest wygładzony, tem dalej będzie mogła odbieść.

## 10. Dźwizek czyli dźwignia.

Osłmy tu mówili o przenoszeniu pracy, energii, łatwiej jeszcze poznać możemy, przysglądając się uważnie działaniu maszyn. Nie pójdziemy jednak do fabryki, bo tam od mnóstwa kręcących się kół i hukających młotów może i nam samym zakręcić się w głowie, nie będziemy też mówili o młockarniach, sieczkarniach i innych narzędziach rolniczych, bo i w nich jest zawłtość zbyt wielką, ale zastanowimy się nad maszyną ze wszystkich najprostszą, a gdy ją pozna-

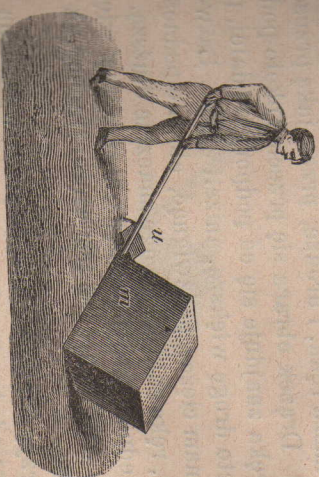


Fig. 3.

my, rozumiemy też, jak działają wszystkie inne maszyny, choćby najbardziej złożone i zawile.

Najprostszą tę maszyną jest zwykły *dwg*, *dwg* albo *dźwignia*, służąca do podważania ciężarów. Jest to poprostu pręt dosyć silny, czyli wytrzymały, aby niełatwo dał się przelamać, który w jednym miejscu oparty jest na podstawie, czyli podporze *u*, jak to wskazuje rysunek 3. Jeżeli za pomocą drugą tego podwazyć chcemy jakikolwiek ciężar *m*, podsuwa-



my pod ten ciężar jeden koniec drąga, drugi zaś ujmujemy w rękę i pochylamy ku dołowi. W tym razie, jeżeli podpora jest umieszczona blisko ciężaru, my zaś stojmy znacznie dalej, czyli, innymi słowy, gdy punkt podpory drążka jest bliżej oporu aniżeli siły, to opór ten pokonamy łatwo i bez wysilenia podważymy ciężar, którego byśmy bez pomocy drąga przy największem nawet wysileniu poruszyć nie zdołali.

Drug więc ten słusznie sprawia nam zadolewanie, bo ułatwia nam pracę; zapomocą niewielkiej siły dźwignę możemy znaczny ciężar, na siłę więc zyskujemy. Ale przyjrzyjmy się teraz drodze, jaką przebiegła nasza ręka, i drodze, przez jaką przesunął się ciężar. Drążek obraca się przecież około podpory *w*, nasza ręka znajduje się od podpory tej dalej, przebiega przeto drogę większą, aniżeli ciężar. Łatwo wychodzi nam ciężar podźwignąć, ale nie podnosimy go wysoko, ręka zakreśliła drogę znacznie dłuższą. Im dalej od podpory przypada ręka nasza, tem więcej zyskujemy na siłę, ale też tem więcej tracimy na czasie, na drodze.

Przydopominajmy sobie, że praca wykonana zależy i od siły i od drogi. Używając dźwigni, zyskujemy na siłę, ale też tylokrotnie tracimy na drodze. Na pracy zatem nic nie zyskujemy, ale też i nic nie tracimy. Jednakową pracę wykonywa ręka nasza na jednym, i ciężar podnoszony na drugim końcu drążka.

Można też dźwigni użyć i w celu przeciwnym, to jest zyskać za pomocą niej na czasie. Jeżeli chcemy ciężar szybko podnieść do znacznej wysokości, należy podpórkę *w* przesunąć bliżej naszej ręki. Wtedy za drobnem już poruszeniem ręki ciężar podskoczy wysoko, ale użyć do tego musimy znacznego wy-

śilenia; przy pomocy drążka trudniej daleko dźwignąć wtedy ciężar, aniżeli podnieść go bezpośrednio rękoma. W tym razie więc zyskujemy na czasie, czyli na drodze, ale tracimy na siłę, praca zaś na obu końcach drążka wykonana, przez rękę naszą i przez ciężar, jest znowu jednaka.

Można jednym funtem podnieść sto funtów, ale ten funt przejść musi drogę sto razy większą. Można też podnieść ciężar na wysokość stu łokci w tym czasie, kiedy siła przebiegnie tylko łokieć, ale wtedy do tego musi być sto razy większa. Można też drogę dźwignania ciężarów urządzić jak na rys. 4. Punkt pod-

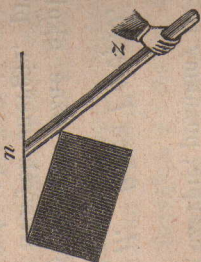


Fig. 4.

porę przypada teraz na końcu drąga w miejscu, gdzie on opiera się o ziemię; na drugi jego koniec działa siła ręki, a ciężar, czyli opór, przypada wprostodku. Aby ciężar na pewną wysokość unieść, musi ręka wiadomo przebiec drogę znacznie dłuższą, ale też ciężar łatwo dźwigniemy. Tracimy tu na drodze, ale na siłę zyskujemy.

Wiatr lub pęd rzeki obraca nasze młyny, para prowadzi nasze wozy, podnosi olbrzymie młoty w fabrykach. Maszyny nadają człowiekowi możność pokonywania największych oporów; przy ich pomocy



z gładów i metali wyrobiamy najużyteczniejsze przedmioty. Wielkie maszyny są to przyrządy bardzo złożone i zawile, ale podstawą ich jest prosta dźwignia. Nie powiększają ani zmniejszają one energii, pracy, jaką i bez ich pomocy wykonąć jesteśmy w stanie; dozwalają nam tylko, stosownie do potrzeby, zyskiwać albo na sile, albo na czasie; ale gdy na jednym zyskujemy, na drugim tracić musimy.

Maszyny te ułatwiają nam pracę. Maszyna parowa jest to maszyna innego zupełnie rodzaju. Nie służy ona do ułatwiania pracy, ale sama ją wykonuje, posiada energję. Zastępuje ona działanie naszych mięśni, pracę zwierząt, wiatru lub pędu wody. Skąd ona energję swą czerpie, poznamy to zaraz.

## II. Praca i ciepło.

Poznaliśmy dotąd różne okoliczności, różne przykłady, przy których energja, praca, doznawała zmian, przeobrażeń, ale pomimo tych wszystkich przeinaczeń nie uległa zniweczeniu, pozostawała bez straty. Jednakże nie dokończyliśmy naszej rzeczy, bo czytelnik uważny może nam jeszcze zarzut stawiać.

Gdy kamień rzucaliśmy w górę, nadawaliśmy mu energję, którą on odzyskiwał przy spadku, i mógł wykonać pewną pracę. Gdy uderzał o pal osadzony w ziemi, wbijał go głębiej. Tymczasem opadł on na jakiś głaz, leżący na ziemi, i nie poruszył go bynajmniej, nie pozostawił żadnego zgoła śladu swojej działalności. Spoczywa on teraz bezwładnie, tak, jakby się w górze nigdy nie znajdował; w czasie spadku wzrastała wprawdzie jego energia ruchu, ale ona zagasła, przepadła, skoro tylko kamień na ziemię się do-

szedł. Praca, którą wyłożyliśmy na rzucenie kamienia, zmarniała bezowocnie, siła, energja, znikła i zginęła.

Zginęła wszakże pozornie tylko. Jak niegdyś błędnie sądzono, że ciała nikną i giną przy paleniu, bo nie umiano dokładnie i uważnie dostrzegać, tak też nie zwracano należytej uwagi, co się dzieje, gdy kamień spadający o głaz inny uderza. Jeżeli bowiem dotknieniem tych kamieni natychmiast po ich uderzeniu się wzajemnem, czucie przekona nas, że kamienie to rozgrzały się, że wzbudziło się w nich ciepło. Daje to dowód, że praca, która pozornie zmarniała, stała się źródłem ciepła, przeobraziła się, wytworzyła ciepło. Gdy kamień z większą wyrzucono energją, gdy zatem wzniosł się wyżej i z większej spada wysokością, uderza też o głaz z większą energją, a kamienie rozgrzewają się silniej. Gdy więc wykładamy znaczną pracę, wytwarza ona więcej ciepła, większą jego ilość. Jednakowa praca zawsze jednakową ilość, jednakowy zasób ciepła wydaje.

Nie tylko przy uderzaniu, ale zawsze, ilekroć praca ginie, ginie tylko pozornie i przeobraża się w ciepło. Dostrzegamy to na każdym kroku.

Uczniowie w szkole lubią płatać kolegom swoim figle w ten sposób, że trą przez pewien czas linję kantem o brzeg ławki, a następnie przykładają ją do twarzy lub ręki sąsiada, a dotknięciem tem mogą go nieraz dotkliwie nawet sparzyć. Ciepło powstało tu przez tarcie, ale na tarcie to trzeba było wyłożyć pewną pracę. I w tym razie przeto praca wzbudziła ciepło.

Jeżeli monetę jakąkolwiek położymy na podłożu i, nacisknąwszy ją palcami, szybko przesuwa-



w jedną i drugą stronę, to moneta tak się rozgrzeje, że będzie parzyć palce.

Korek przekłujmy szpilką i przez wążki ten otwór przeciwny drut, jak widzimy na rys. 5, następnie zaś przesuwajmy go szybko w górę i na dół, a drut ten również się rozgrzeje.

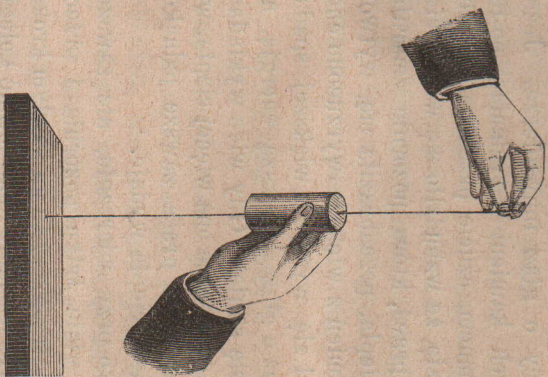


Fig. 5.

Gdy koń w nocy podkową żelazną o brnk kamienny uderza, dostrzegamy iskrę. Przy gwałtownem uderzeniu odrywają się bowiem drobne cząsteczki żelaza, które wskutek wywiązującego się stąd ciepła silnie się rozżarzą. W dzień zachodzi toż samo, ale przy blasku dziennym światło to trudniej widzimy. Gdy iskra taka pada na hubkę, hubka zatlić się może.

Wspomni tego używano niegdyś do krzesania ognia; służyły do tego umyslnie krzesiwka, złożone ze stali i krzemienia.

Każdy też słyszał zapewne, że Indianie w Ameryce otrzymują ogień przez tarcie dwu kawałków drzewa. Tak samo zresztą i my obecnie ogień przez tarcie wzbudzamy, ale zamiast drzewa używamy żaluzji. Działają one lepiej dla tego, że na końcu żaluzji znajduje się kawałek fosforu, który jest ciałem bardzo łatwo palnem, tak dalece, że w zetknięciu z powietrzem sam się zapala. W zapalkach wszakże jest on pomieszany z gumą arabską, która powietrza do niego nie dopuszcza; za najłagodszym potarciem gumą, a fosfor wskutek tego słabego potarcia już się zapala. Wzbudzamy więc ogień przez tarcie, podobnie jak i ludy dzikie, ale służą nam do tego materiały łatwiej palne.

Przy tarcin kół o osie wzbudza się ciepło tak znaczne, że wozy łatwo zapalać się mogą. Niebezpieczeństwo to usuwamy, powlekając osie kół smarami, tłuszczami bowiem wygładzają chropowatości i zmniejszają tarcie. Przy ostrzeniu noży polewamy oselkę wodą, która zabiera ciepło przy tarcin wzbudzane, nie dozwala więc stali zbyt się rozgrzewać i chroni ją od zapalenia.

Podobnie zaś jak praca w ciepło, tak też nawzajem i ciepło się w pracę przeobraża. Świadczą o tem wyraźnie nasze maszyny parowe. Mówimy, że to para prowadzi wozy po szynach, a stątki po wodzie. Jest to błąd wznaczkę, para jest pośrednikiem tylko; motory jej usunąć i zastąpić czem innym, choćby powietrzem. W samej rzeczy istnieją i maszyny powietrzne, w których działa powietrze ogrzane zamiast pary.



Aby otrzymać parę z wody, lub by ogrzać powietrze, trzeba spalić znaczną ilość węgla. Ciepło więc pracuje w fabrykach, ciepło ciągnie wozy i statki. Zmierzymy zasób ciepła, jaki posiada para w chwili, gdy z kotła do maszyny parowej wchodzi, i zmierzmy znowu ile go zostało, gdy ta sama para, po dokonaniu pracy w powietrze uchodzi, a dostrzeżemy ubytek. Im więcej zużyło się ciepła, tem znaczniejsza praca dokonana została. Kolej żelazna, albo właściciel fabryki, gdy posiadają zapas węgla, wiedząc, jak wielką pracę wykonają on zdoła, gdy spalonym zostanie.

Powiedzieliśmy, że energia jest to zdolność wykonywania pracy. Skoro ciepło pracować może, jest więc też energią, pewnym rodzajem energii. W węglu złożony jest pewien zasób energii przygotowanej, jak w kamieniu przeniesionym na wieżę, lub jak w kuli ze strzelby wyrzuconej.

## 12. Topienie i parowanie.

Inne przykłady pracy dokonywanej przez ciepło widzimy przy topieniu lodu i przy parowaniu wody.

Jeżeli przy ogniu ustawimy dwa naczynia, jedno z wodą a drugie z lodem, dostrzeżemy, że w pierwszym z nich woda się ogrzewa, gdy w drugim woda tworząca się z lodu wciąż pozostaje zimna, choćby ogień był najsilniejszy. Woda ogrzewa się oczywiście ciepłem ognia, zabiera ciepło, które on wydaje. Naczytnie zaś drugie znajduje się tuż obok i też niewątpliwie zabiera ciepło; dla czegoż więc nie ogrzewa się w niem woda, gdzież ukrywa się, utaja to ciepło?

Lód jest ciałem stałym, cząstki jego spójone są między sobą. Gdy tłuczemy sól, gdy mielimy zboże,

znaczy to, że rozdzielamy cząstki, rozrywamy ich związki, niszczymy spójność, a czynności te wymagają pracy. Gdy lód się topi, spójność cząstek też musi być pokonana, zniweczona, a na to również wyłożoną być musi praca. Pracy tej nie dokonujemy, ale wykonywa ją za nas kto inny, — ciepło mianowicie. Ciepło, jakie lód od ognia otrzymuje, zużywa się przeto na jego stopnienie, a dlatego to woda, stąd powstająca, ogrzać się nie może, jest zimną jak lód. Przy silniejszym ogniu, wydającym więcej ciepła, lód przędzej się topi, ale przez cały czas topienia, tworząca się woda ogrzewać się nie będzie.

Gdy lód znajduje się przy ogniu, tej straty ciepła, potrzebnego do jego stopienia, nie dostrzegamy. Ale lód topi się też, skoro go tylko wnieśliemy do izby. Ponieważ wszakże potrzebnego mu ciepła nie dostarczamy, zabiera je z całego otoczenia; powietrze i wszystkie wokół rzeczy oziębiają się, a pokój stygnie.

Ciepło to wszakże, potrzebne do utrzymywania wody w stanie ciekłym, nie ginie bynajmniej. Gdy woda marznie, cząstki skupiają się i wiążą silniej; nie trzeba już ciepła do pokonywania siły spójności, przy krzepnięciu zatem wody ciepło się oszczędza. Widzimy to przy zamarzaniu rzek i jezior z początkiem zimy. Choćby mróz nastąpił bardzo silny, woda nie marznie nagle, ale stopniowo. Skoro bowiem część wody marznie, oszczędza się tyle ciepła, że pozostaje woda ogrzewa się i znowu ostygnąć musi, by mogła dalej marznąć.

Jeżeli prawnice nie są głębokie, to dla ochrony kartofli od przemarznięcia ustawiają tam balie z wodą. Gdy bowiem następuje mróz, woda marznie,



a oswabdzające się ztąd ciepło ogrzewa powietrze w piwnicy.

To samo, co przy topieniu lodu, dzieje się i przy parowaniu wody, czyli przy zamianie jej w parę. Gdy wodę rozlejemy po podłodze, pokój ochładza się, powietrze w nim stygnie. Dzieje to się stąd, że dla zamiany wody w parę trzeba cząstki jej rozrzuć, trzeba przewyciężyć i tę resztę spójności, jaka jeszcze w cieczy pozostaje. Do tego znów potrzeba pracy, a pracę tę wykonywa ciepło. Gdy woda wrze na kominie, ciepła tego dostarcza ogień, ale gdy ulatnia się powoli woda rozlana po podłodze, zabiera ciepło ciąłom otaczającym, które też ztąd stygną.

Aby w butelce albo w karafce utrzymać wodę chłodną, otoczyć ją można płótnem zwilżonem; woda w płótnie tem zawarta zwolna się ulatnia i zabiera ciepło wodzie w butelce, która tedy pomimo skwaru letniego rozgrzać się nie może. W krajach, gdzie silne panują upały, nie przechowują wody w naczyniach szklanych, ale w dzbankach z gliny niepolewanej, zatem dziurkowatych. Przez dziurki woda przesiąka w postaci bardzo drobnych kropełek, które szybko ulatniają się, ztąd woda w naczyniu wciąż chłodną pozostaje.

W izbie, gdzie jest bardzo gorąco, wszystkie przedmioty silnie się rozgrzewają, a toż samo musiałoby dziać się i z ciąłem przebywającym tam człowiekiem, zbyteknie zaś rozgrzanie jest dla nas zabójcze. Jednakże człowiek bez niebezpieczeństwa wchodzi do łaźni, lub pracuje w kuzniach albo w innych fabrykach, gdzie żar jest nader dokuczliwy. Wtedy bowiem ciąłło nasze silniej się poci; gruczołki, wydzielające pot, ulęgają pod wpływem ciepła silniejszemu podrażnieniu,

wydzielając więcej wody, która wy dostaje się przez otworki skóry, a szybko ulatniają się, zabiera ciąłło naszemu nadmiar ciepła.

W Indiach Wschodnich rzeki nigdy się lodem nie pokrywają. Dla otrzymania więc lodu ustawiają tam płytkie naczynia z wodą w miejscach otwartych. W czasie nocy pogodnej woda ulatnia się szybko, zwnazcza podczas wiatru, przyczem tyle ciepła zabiora wodzie pozostającej, że ta krzepnie i zamienia się w lód.

Są cieczy lotniejsze, aniżeli woda, co znaczy, że ulatniają się, czyli parują daleko prędzej. Cieczą taką jest eter, znany w aptekach. Jeżeli eterem zwilżymy rękę, doznajemy bardzo silnego uczucia chłodu, szybko bowiem parująca ciecz gwałtownie zabiera ciepło ciąłła naszemu. Gdy eter paruje w znacznej ilości, wprowadza oziębienie tak znaczne, że znajdujaca się obok woda w naczyniach rychło ścina się w bryły lodowe. W ten sposób pozaktądano fabryki sztucznego lodu, które go wyrabiają nawet w czasie najbardziej skwar nego lata.

Gdy para dlega oziębieniu, nie może się już utrzymać w stanie lotnym, ale skrapiła się i wraca do stanu ciekłego. Jeżeli ponad parą z kotła buchającą otrzymamy jakikolwiek zimny przedmiot, talerz, tyżkę, płytę szklaną, albo choćby pokrywkę ponad garnkiem wrzącej wody, dostrzegamy, że powierzchnia tych przedmiotów pokrywa się rychło kroplami. Podoba odpowiednych poranków szyby naszych okien pokrywały się wilgocią, wodą, która stąd się bierze, że powietrze w izbiej zawsze jest przejęte parą wodną, a w rozknięciu z zimną szybą para ta oziębiała się i skrapla. Tak samo pod otwartem niebem osiada ro-



sa na ziółach. W zimie, gdy szyby są zmrożone, woda, osiadająca na szkłe, marznie nawet, a szyby pokrywają się szronem.

Ale przy skraplaniu pary dzieje się toż samo, co przy marznięciu wody. Ciepło, które uległo pochłonięciu, utajeniu, gdy woda parowała, nie zginęło bynajmniej, ale odzyskuje się znów, oswabdzając się, gdy para się skrapla i na ciecz zamienia.

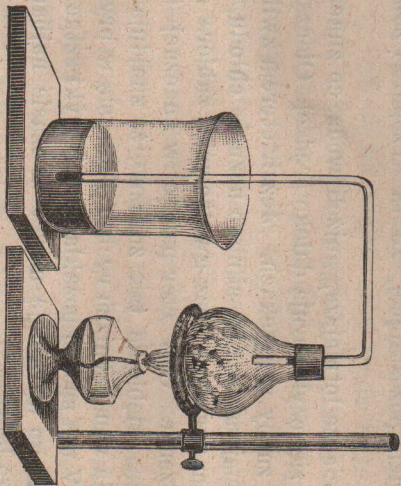


Fig. 6.

Aby się o tem przekonać, trzeba wodę zagotować w naczyniu urządzonym w taki sposób, jak widzimy na rysunku 6. Naczynie to jest zamknięte korkiem przewierconym, przez który przechodzi rura dwa razy zgięta, drugie zaś ramię tej rury schodzi do dna szklanki, zawierającej wodę. Gdy woda gotuje się w naczyniu, wydobywająca się para przechodzić musi przez rurę i dostaje się do chłodnej wody, gdzie się oziębia i skrapla. Ale wtedy dostrzegamy, że woda w szklance ogrzewa się, a po pewnym czasie zaczyna nawet wrzeć. Skądżeż się wzięło ciepło, które ją tak

ogrzało? Oswobodziło się ono, jak widzimy, przy skraplaniu pary; jest to właśnie ciepło, które uległo pochłonięciu przy parowaniu wody i utrzymywało ją w stanie lotnym, a teraz już nie jest potrzebne, skoro para znów do stanu ciekłego wraca,

### 13. Życie roślin.

Mówiliśmy o siłach, o pracy, o energii. Znamy energię naszych mięśni, energję zwierząt, energję wody spływającej, energję wiatru, energję złożoną w węglu, który przy paleniu się wytwarza ciepło. Widziliśmy, że podobnie jak ciała, jak materia, tak też i energia nie ginie, w nic rozwiąć się nie może; ale podobnie nie może się sama, przez się wytworzyć, nie może powstać z niczego. Skądżeż się więc biorą te różne siły, albo raczej te różne rodzaje energii, gdzie mamy źródła ich szukać?

Gdy drzewo plonie, wywiązuje się ciepło, które znów pracę wytworzyć może. Drzewo to wszakże żyło, rozwijało się, oddychało, wzrastało, tworzyło swe włókna, swe tkanki. Wiemy, że główną część składową tych tkanek drzewnych, roślinnych, stanowi węgiel, a drzewo czerpało go z powietrza. Wgiel ten bowiem unosił się w powietrzu w postaci lotnej, związany z tlenem w kwas węglany. Drzewo, każda roślinna, aby wgiel ten zdobyć, aby go sobie przyswoić, wlewa kwas węglany i rozrywa związek węglu z tlenem, niszczy ich łączność, zatrzymuje wgiel, gdy ten oswobodzony wraca do powietrza. To rozrywanie wszakże wymaga nakładu pracy i to pracy znacznej nawet. Zkądżeż ją czerpie drzewo, kto jej siły, energii do tego potrzebnej dostarcza?



W ciemności roślina żyć nie może; gdy ją umieścimy w piwnicy, traci rychło swą barwę zieloną, więdnie i obumiera. Węgiel przyswajając sobie ona może w jasności dziennej jedynie, pod wpływem promieni słonecznych. Kosztem tych promieni żyje roślina, a źródłem pracy, jaką wykonywał musi, jest ciepło słoneczne.

Przez długi ciąg lat żyje tak drzewo i gromadzi coraz obfitszy, coraz bogatszy zasób węgla, a gdy my je w piecu palimy, węgiel ten znów z tlenem się łączy i znów jako kwas węglany uchodzi. Ciepło słoneczne, które się zużyło na rozłożenie kwasu węglanego, na odierwanie węgla od tlenu, teraz odwarza się, gdy dwa te ciała znówu się ze sobą łączą. W zimie więc, paląc drzewo, odnajdujemy ciepło, które roślina w lecie nagromadziła i przechowała. Promienie, które ogień kominika naszego rozsyła, są to jakby odrodzone promienie słoneczne.

Ludzie wszakże wytrzebili lasy niełitościwie, a o drzewo na opał dziś trudniej, aniżeli było przed laty. Ratuje nas węgiel kamienny, ale gdy palimy te czarne bryły z głębi ziemi dobywane, to i tak jeszcze odzyskujemy ciepło słoneczne. Węgiel bowiem kamienny jest pozostałością drzew, które niegdys, niesłychanie już dawno, na ziemi rosły. Wtedy, gdy jeszcze nie istniał człowiek na ziemi, pokrywały ją lasy olbrzymie, a gdy drzewa te obumierały, butwiały, tworzył się z nich torf, jak to i teraz jeszcze się dzieje; ale przez długi ciąg wieków go woda, pokrywała dalszym przeobrażeniem, zalewała go woda, pokrywałały go nowe osady, nowe pokłady ziemi, zamieniał się w węgiel brunatny, aż wreszcie powstał twardy i zbity węgiel kamienny. Gdy więc dziś węgiel kamienny

palimy, wydaje on nam ciepło, które nadsyłało słońce niegdys, w owych czasach zamierzchłych, zanim jeszcze ukazał się człowiek, który teraz nauczył się kopać i wystać ze skarbów w łonie ziemi złożonych.

Gdy drzewo lub węgiel w mieszkaniach naszych palimy, idzie nam o to tylko, by nas te materiały opalowe ogrzały; gdy wszakże opał ten płonie w fabrykach, w lokomotywach kolei żelaznych, pod kołami maszyn parowych, ciepło ztąd powstałe wykonywa dalszą pracę. Skoro zaś w istocie rzeczy jest to przeobrażone ciepło słoneczne, więc też powiedzieliśmy, że słońce porusza warsztaty i ciągnie wozy nasze. Korzystamy z energii słońca, którą przed laty i przed wiekami promienie jego na ziemię zniósły.

#### 14. Praca wiatru i wody bieżącej.

Niemniej z łaski słońca korzystamy, gdy wichery wiatraki nasze obraca. Zrozumiemy to, gdy się zastanowimy w jaki sposób wiatr powstaje.

Uchylmy drzwi wiodące z ciepłego pokoju do chłodnej sieni i płonącą świecę umieścimy naprzód u dołu, następnie w pośrodku, a wreszcie u góry, jak wskazuje rys. 7. Dostrzegamy wtedy, że u dołu płomień zwraca się ku pokojowi, u góry ku sieni, w płomień zaś wysokośei zachowuje zwykły swój kierunek w górę. Zamiasł płomienia świecy użyć też można kawałka lekkiego papieru, który również u dołu pochylił się będzie w stronę pokoju, u góry zaś w stronę sieni. To nas uczy, że u dołu powietrze płynie z sieni do pokoju, u góry z pokoju do sieni, gdy w pośrodku przepłd taki powietrza nie istnieje.



Jak teraz te ruchy powietrza objaśnić można? Oto powietrze ogrzane w pokoju rozszerza się, zajmuje większą objętość, rozrzedza się, staje się lżejszem i wznosi nad powietrze zimniejsze, dąży zatem w górę. Natomiast powietrze zimniejsze objętość swą zmniejsza, staje się gęstszem, cięższem, opada tedy zawsze jak najniżej. Zład więc powietrze ciepłe uchodzi górą z izby cieplejszej, powietrze zaś zimne sunie dołem z miejsc zimniejszych do cieplejszych.

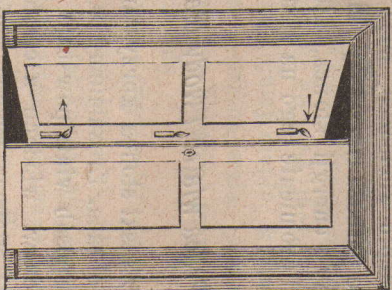


Fig. 7.

Chociaż zresztą drzwi są zamknięte, w izbie, gdzie w piecu napalono, istnieją zawsze podobne prądy powietrza. Powietrze przy piecu ogrzewa się, rozszerza się zatem i wznosi w górę. U pułapu tedy gromadzą się wciąż nowe ilości powietrza, które muszą się posuwać i zbliżać ku oknom. Okna są zimne, tam powietrze oziębia się, staje się gęstszem, cięższem i opada na dół. Nad podłogą więc gromadzi się po-

wietrze zimne, a naciskane wciąż przez warstwę powietrza napływające, usuwa się i ciągnie dołem ku piecowi. O ruchu tym powietrza zaświadczyć może również płomień świecy.

W izbie tedy istnieją dwa prądy powietrza,—jeden ciepły, płynie górą od pieca do okien, drugi zimny, płynie dołem od okien do pieca. Gdyby w izbie w każdym jej miejscu, przy piecu i przy oknach, jednakowo było ciepło, powietrze pozostawałoby w spoczynku, nie byłoby zgoła podobnych prądów; powstają więc z tego tylko powodu, że w różnych miejscach jest niejednakowy stan ciepła, czyli niejednaką temperaturę.

Co dzieje się w ogrzanej izbie, toż samo powtarza się na całej ziemi. W jednym i tym samym czasie w różnych jej miejscach różne panuje ciepło, od miejsca cieplejszego więc do zimniejszego płynie górą powietrze ciepłe, od miejsca zimniejszego do cieplejszego dołem powietrze zimne, a te prądy powietrza są to właśnie wiatry.

Ziemia wszakże ogrzewana jest przez słońce, źródłem zatem wiatrów na ziemi jest ciepło słoneczne. Słońce wytwarza wiatry, energia słońca obraca okrężydła wiatraków.

Ona to też wprawia w ruch i koła młynów wodnych, pod wpływem bowiem słońca jedynie rzeki zalegają się wciąż wodą, do mórz spływającą. Ogrzewana przez promienie słoneczne woda w oceanach unosi się, zamienia w parę, która się w powietrzu unosi; w dalszym ciągu para ta skrapiła się, tworzy chmury, opada w postaci deszczu, przenika w głąb ziemi i zainicjuje źródła, które bez tego zasłku wyczerpałyby się rychło i wyschły. Ze źródeł tworzą się strumienie,



potoki, rzeki, które wciąż wodę do morz i oceanów znoszą, a w ten sposób dokonują się nieustanny obieg wody na ziemi. Ruch ten wody, jak widzimy, utrzymuje się działalnością słońca, jego energją, a gdy człowiek na drodze przebiegu wody maszynuje swe ustawią, z drobnej części tej energii korzysta, pracę swoją do usług swych pociąga.

### 15. Praca zwierząt i ludzi.

Przyjrzyjmy się teraz pracy zwierząt. Gdy wół ciągnie pług nasz, gdy koń objuczony dźwiga ciężary, skądżeż zwierzęta te czerpią swą zdolność do pracy, gdzież znajdują źródło swej energii?

Aby na pytanie to odpowiedzieć, porównajmy istotę żyjącą z ciałem martwym. Gdy bryłę żelaza do czerwoności rozpaloną, złożymy w miejscu chłodnem, stygnie rychło, oddaje zasób ciepła, jaki dopiero co przyjął. Wypędzimy zaś psa na móż, a choćby najdłużej w zimnem powietrzu przebywał, dopóki tylko żyje, skoro go dotknijemy, poznamy, że ciało jego nie oziębło się bynajmniej, pozostaje ciepłem, jak w izbie ogrzanej.

Podobnie wszakże, jak żelazo rozpalone, tak też i zwierzę w otoczeniu chłodnem zwolna stygnie, traci swe ciepło. Ze zwierzęciem dzieje się więc jak z piecem, który przecież pozostaje wciąż gorącym, dopóki w nim ogień płonie, chociaż on bowiem również ciepło swe wciąż na wszystkie strony rozsypa, ale ciągły ten ubutek wynagradza ciepło, przez palenie węgla powstające. Skoro zaś i zwierzę ciepło swe nieustannie traci, a ubytku tego nie dostrzegamy, niewątpliwie zatem ciepło wytwarzające się musi w łonie własnego je-

go ciała; podobnie jak piec, postaćać musi źródło ciepła. Co zaś mówimy o zwierzętach, tyczy się i nas samych, toż i człowiek, dopóki żyje, we wszystkich okolicznościach ciepło swego ciała zachowuje.

Przypomnijmy sobie, co mówiliśmy wyżej (strona 10), że z płuc naszych wydobywa się przy wydychaniu kwas węglany, który, jak również wiemy, powstaje przez spalenie się węgla, czyli przez połączenie się węgla z tlenem. Oddychanie zatem jest to palenie, jest to łączenie się węgla z tlenem, a tem tylko różni się od zwykłego palenia w piecach, że dokonują się nie nagle, ale zwolna, bez wywiązywania ognia.

Do palenia potrzeba tlenu i opału; tlen dostaje się do płuc z powietrzem, które wdychamy, opał zaś stanowią pokarmy nasze. Na pozór czaruny węgiel to zupełnie co innego, anizeli chleb albo mięso, ale w istocie rzeczy zachodzi tu znaczne podobieństwo, pokarmy bowiem nasze, podobnie jak materiały na opał używane, węgiel kamienny i drzewo, składają się głównie z węgla i wodoru, a czy to palą się jedne, czy drugie, zawsze ze spalenia tworzą się jednaki związek — kwas węglany i para wodna.

Nie zdziwiłbym się, gdyby kto teraz zapytał: dlaczegoż więc nie karminy się poprostu węglami i drzewem? Mamy po temu powody uzasadnione, węgiel kamienny bowiem i inne podobne materiały, które dla przyniesia stanowią tak ważne źródło ciepła i pracy, są zgoła bezużyteczne dla naszego ciała, gdyż nie to bryły nierozpuszczalne. Materiały, które mają być użyte na pokarm, winny być koniecznie rozpuszczalne w wodzie, albo też w cieczach wydzielających się w organizmu i w całym w ogólności przewodzie pokarmowym, po rozpuszczeniu bowiem przechodzą w stan



ciękły i przenikak mogą do krwi, która roznosi je po całym ciele i doprowadza do płuc, gdzie ostatecznie łączą się z tlenem powietrza i ulegają spalaniu, które jest źródłem ciepła naszego ciała.

Skoro zaś w ten sposób wyjaśniła się nam zagadka, gdzie jest źródło ciepła zwierzęcego, mamy już tem samem i odpowiedź na pytanie, skąd zwierzęta i ludzie czerpią zasób siły, energii, dający im możliwość wykonywania pracy. Jak w maszynie parowej ciepło przeobraża się w pracę, tak też część przynajmniej ciepła, które się w ciele naszym wytwarza, przeobraża się na pracę.

Gdy więc postępujemy się pracą wołu lub konia, zawdzięczamy to działaniu słońca, widzieliśmy bowiem, że rośliny, które pokarm tych zwierząt stanowią, w blasku słońca jedynie rozwinąć się mogły. Zwierzęta mięsożerne karmią się mięsem innych zwierząt, roślinożernych, ostatecznie zatem życie swe też energiją słońca utrzymują,

I w pracy mięśni naszych również ujawnia się działalność słońca; jak wszystkie twory przyrody kożstem słońca żyjemy. Cesarz chiński mianuje się synem słońca, a tytuł ten nam się śmieszny wydaje; w istocie rzeczy jednak my wszyscy dziećmi słońca jesteśmy, a najbardziej nawet chłeczek może również słusznie, jak cesarz jego, tytułować się synem słońca.

## 16. *Energja słońca.*

Gdziekolwiek więc dokoła siebie spoglądamy, czy to rozpatrujemy ciepło powstające przez palenie drzewa i węgla kamiennego, czy też pracę dokonywaną

przez maszyny parowe, czy rozważamy ruchy powietrza i obieg wody, czy wreszcie zastanawiamy się nad życiem roślin i zwierząt, zawsze poznajemy, że słońce jest źródłem wszelkiej działalności i wszelkiego życia na ziemi. Ziemia byłaby brzydą ciemną i martwą, pro-mienie słoneczne blaskiem ją oblewają i ciepłem swem ożywiają.

Starano się dojść, ile ciepła otrzymuje ziemia od słońca, i oceniono, że choćby ziemia otoczona była warstwą lodu, grubości jakich pięćdziesięciu łokci, ciepło, jakie słońce corocznie ziemi nadsyła, wystarczyłoby do stopienia tej olbrzymiej ilości lodu; jest to wszakże drobna tyłko cząstka tego, co słońce na wszystkie strony rozsyła.

Słońce oddalone jest od nas o dwadzieście milionów mil; pociąg pociąg kolei żelaznej dobiegłby tam dopiero po upływie osminset lat. Jeżeli z tak niesłychanej odległości promienie jego nas jeszcze grzeją, to już ztąd wnosimy, jak niesłychany żar na samem słońcu panować musi. Wiemy dziś, że żelazo, które przecież na ziemi w najpotężniejszych piecach ledwie stopić możemy, unosi się na słońcu w lotnym stanie pary.

## *Zakończenie.*

Za dni naszych w miastach i drobnych nawet osadach sterczą ogromne kominy fabryk, ziejące wciąż potężnemi kłębamii dymu. Ogniska te zużywają niesłychaną moc opaku, a gdy lasy już są znacznie przyrabione i wyniszczone, wydobywamy z ziemi coraz znaczniejsze ilości węgla. Jednakże skarby te nie są niewyczerpane. Wiemy, że węgiel kamienny powstał



z dawnych drzew, z lasów przedpotopowych, a dziś już się nie tworzy. Nadejście zatem czasu, przemianie kilka pokoleń, a węgla zabraknie, tak, jak dziś już w wielu okolicach ziemi nie dostaje drzewa.

Jak sobie radzić będą w tych trudnościach potomkowie nasi, tego jeszcze nie wiemy. To tylko jest rzecz niewątpliwą, że nie zdołają nowego źródła siły, energii, ale zawsze odwoływać się będą musieli do słońca i korzystać z energii, jaką ono w przyszłości promieniami swemi nadsyłać będzie.

Chociaż zabraknie węgla, to jednak przebiegać będą wiatry i wody płynąć będą. Wielkie zaś wodospady, wartkie potoki, strumienie i rzeki przedstawiają potężną siłę, posiadają olbrzymi zasób energii i wykonywać mogą ogromną pracę. I teraz są już całę fabryki, utrzymywane w ruchu spadkiem wody; przy pomocy wielkich maszyn elektrycznych chłodne fale płynącej wody topią rudy, pędzą koleje, wytwarzają światło i wykonywają mnóstwo prac, o których niedawno jeszcze nikt nie sądził, że działaniem wód spełniane być mogą, w przyszłości zaś nauczy się człowiek niewątpliwie z energii wody bieżącej lepiej korzystać.

W naturze nic nie ginie: ani ciało, czyli materia, ani też siła, czyli raczej energia, zniknąć, unieść się nie mogą, ale też również nie możemy ich z niczego wytworzyć. Zasobu materji i energii, jaki w przyrodzie jest złożony, człowiek powiększyć nie może; wszystkie wynalazki polegają na tem tylko, że uczymy się coraz lepiej, coraz dokładniej zasoby te wykorzystywać i na zaspokojenie potrzeb naszych stosować.

Bezbronny i nagi stał człowiek pierwotny wobec przyrody, jakby skazany na zagładę przez potężne jej twory i groźne jej siły. Pracą wszakże, wytrwałością i nauką wrogów swych pokonał:

„Zjadł wołu, siadł na konia, lw a się skórą odział”,

a dziś przekopuje góry i usuwa między morza, znają ciepło do ciągnięcia swych wozów i poruszania swych maszyn, a promienie światła do zdejmowania swych obrazów; z cierpkich płodów roślin wytworzył owoce słodkie i soczyste; według swych potrzeb nowe rasy zwierząt wyhodował.

Środki do tych zdobyczy nastrojeza mu nauka i na tem też znaczenie powszechne nauki polega. Drobny nrywek nauki dzisiejszej zawiera ta książka; może więc znaleźć chętnego czytelnika i przyda się komu, a wtedy powiem, że nie pisalem jej napróżno, — bo w naturze nic nie ginie.

A może też powie czytelnik — pisał, bo pisał, ale ja wszystkiego nie zrozumiałem. Niechże się tak przedko do książki tej nie zniechęci i niech ją raz jeszcze odczytać zechce, a wtedy zapewne jasnym mu się stanie, czego przy pierwszym czytaniu nie pojmował, bo już stary Rzymianin mówił, że powtarzanie jest matką nauki.

