

## **Оссолінські колекції.**

**CD – диск виконано в рамках угоди укладеної з квітня 2004 р. між Львівською науковою бібліотекою НАН України у Львові і Національним Закладом ім. Оссолінських у Вроцлаві.**

Lwowska Naukowa Biblioteka im. W. Stefanyka NAN Ukrainy. Oddział Rękopisów.  
Zespół (fond) 73.  
Archiwum Ostapa Ortwina

115. Archiwum Ostapa Ortwina. Materiały redakcyjne „Kuriera lwowskiego”. M. Faradej:  
„Historia świeczki”. Artykuł (85).

*STRONY NIEZAPISANE NIE ZOSTAŁY ZDIGITALIZOWANE*

Державна бібліотека АН УРСР  
ВІДБІТІ РУКОПИСІВ  
№ Опт. 115/п 9.

Фарадей м.  
(Фарадей м.)

2010

"Територія евірки" - текст лекції

Тр. у.

Тр. м.

83 ар. (81<sup>а</sup>, 81<sup>б</sup>)

м. пол.

Пер. з нім. мови  
Власнотпис.

POGADANKA PIERWSZA.

Świeca i Promień, <sup>świecy i topliwości jej materiału</sup> ~~Wosk i Kłosa. Kłosa~~  
~~jego przyczyna, kształt, ruch, blask~~  
~~zjawiska w płomieniu. Kształt wosku i uwarstwienie płomienia. Prąd~~  
~~powietrza. Kształt i ruch płomienia.~~

W niniejszych pogadankach, młodzi słuchacze, zamierzam mówić o świecy i jej składzie chemicznym. Poprzednio już nawet o tym przedmiocie wspominałem; jest on jednakże tak ważnym i nastrocza tyle sposobności do poznania różnorodnych zjawisk natury ze wszystkich prawie gałęzi wiedzy przyrodniczej, że gdyby to tylko odemnie zależało, wybierałbym sobie bardzo często temat ten za punkt wyjścia do swych wykładów.

Skromna świeca - rzecz to zwykła i niepojętna, a przecież, mówiąc o niej, poznamy kolejno procesy, w których się przejawiają, lub co najmniej w grę wchodzi, wszystkie prawa, rządzące naszym światem i nie znaleźlibyśmy może <sup>świecy</sup> drogi, któraby nas równie dobrze <sup>wiodła</sup> poprowadziła do wrót badań przyrodniczych.

Słódko, nim zacznę. Pomimo obszerności zadania i szczerego zamiaru rozwinięcia jego w sposób naukowy i poważny, celem zbadania przedmiotu, o ile się da, najgłębiej, pamiętać jednakże będę, <sup>starszych</sup> pamiętać o tem proszę, że mówię przedewszystkiem do młodego pokolenia moich słuchaczy, pragnąłbym przeto mówić z nimi tak, jak gdybym był tylko ~~ich~~ <sup>od nich</sup> nie o wiele <sup>starszym</sup> towarzyszem. Próbowałem już nieraz stać się przedewszystkiem dla nich przystępnym, a za waszą zgodą ponowię dziś tę próbę i jakkolwiek wiem, że słowa moje, na lekcyach tych wygłoszone i napisane, dostają się potem przed szersze koła, jednakże wyrażać się pragnę i tym razem jak najprościej, aby dzisiejsi moi głównie towarzysze jasno mnie pojąć byli w możności.

Nasap<sup>(m)</sup>przód dzieci moje, objaśnię wam, z czego się wyrabiają świece; jest to bowiem rzecz nadzwyczaj ciekawa. Oto macie przed sobą parę kawałków drzewa, są to gałęzie pewnych krzewów, nadzwyczaj lekko się zapalających; a tu oto coś jeszcze wam mniej znanego; szczególny materiał, znajdujemy <sup>owary</sup> w bagnach i trzęsawiskach torfowych w Irlandyi. Jest to bardzo piękne, trwałe drzewo, odznaczające się twardością, a przytem giętkie i do takiego stopnia palne, że wszędzie, gdziekolwiek wzrasta, używanem bywa do wyrabiania pochodni, gdyż pali się zupełnie jak świeca i daje doskonałe światło, tak że uchodzić może niejako za naturalną świecę.

My tu atoli pragniemy poznać świece, jakich dostarczają nam w handlu,

czyli tak zwane ś w i e c e c i ą g n i o n e. Sporządzają je, maczając w roztopionym łożu skręty bawełnianych nici, zawieszane za pomocą pętelki z nitek we dwoje złożonych, na drążku; /fig.1 /gdy bawełna dostatecznie łożem nasiąknie, wtedy drążek z wyrabianymi świecami z roztopionej masy wyjmują i pozostawiają do zupełnego ostygnięcia łożu; następnie znowu pogrążają w roztopioną masę i to pogrążanie i wyjmowanie trwa dopóty, dopóki w okół bawełny nie utworzy się dość gruba warstwa łożowa. Kilka próbek, które wam pokażę, <sup>1/</sup> da wam wyobrażenie, jak rozliczne są produkty tym sposobem otrzymane. Widzicie jak małe i cienkie świece mam tu w ręku. Dawniej używano podobnych w kopalniach węgla kamiennego. Górnicy zmuszeni byli wówczas jeszcze sami sobie świece sporządzać, a sądzili, że im mniejszą jest świeczka, tym łatwiej unika się straszego wybuchu, jaki powstaje przy zetknięciu się płomienia z gazem palnym, wydzielającym się z węgla w kopalniach. Dlatego też z ostrożności i oszczędności używali możliwie najmniejszych świec, których 20, 30, 40 i 50 szło na funt. Świece te obecnie zostały zastąpione przez lampę bezpieczeństwa, wynalezioną przez Sir Humphry Davy'ego <sup>2/</sup> dibinne tym podobne przyrządy.

Oto próbka niemniej ciekawa świeca z zatopionego okrętu Royal-George <sup>3/</sup> wydobyta z dna morskiego, jak mi mówiono, przez pułkownika Pasley. Kilkadziesiąt lat przebyła na dnie morza, ulegając działaniu wody słonej. To dowodzi, jak długo świeca może się bez zepsucia przechowywać, bo jakkolwiek ta jest w kilku miejscach przedziurawiona i poprzekamywana, jednakże pali się wybornie, a kój topiąc się okazuje wszystkie swe zwyczajne własności.

1/ Profesor przy lekcji zawsze pokazywał przedmioty, o których mówił. Rodzice i nauczyciele zrobią piękny podarek naszym czytelnikom, jeśli ich zapatrzą w te przedmioty.

2/Sir Humhrey Davy / wym. Ser Hemfry Davi / zbudował w mowie będącą lampę w r. 1815 /przyp. tł./,

3/ Royal George, wojenny okręt angielski, zatonął w porcie Spithead 29 sierpnia 1782 r. Pułkownik Pasley rozpoczął przygotowania dla wydobycia go za pomocą baterii podwodnej, w 1839 r. z czego wynika, że świece, które profesor Faraday swoim słuchaczom pokazywał, pozostawały 57 lat pod wpływem wody słonej / przyp. fr. tłum. St. O. Deville'a /.

Jakie P. Field, przemysłowiec z Lambeth, dał mi piękne próbki świec i materiałów w jego fabryce używanych, które przejrzymy i zbadamy. Oto macie naprzód tłuszcz wołowy, jak sądzę, ruskie sadło, z którego wyrabiają wspomniane powyżej świece ciągnięne. Gay-Lussac, czy też inny chemik, z którym się on swą wiedzą podzielił <sup>1/</sup> nauczył nas z tego tłuszczu wyrabiać piękny materiał - nazwany stearyną. Jak wam wiadomo świeca stearynowa nie wydziela już tak brązującego przy dotknięciu tłuszczu jak Łojówka; krople roztopionej stearyny, które padną na odzież lub inną materię, <sup>dają się</sup> łatwo zeskrobać, <sup>rozciekając</sup> je ~~w wodzie~~ na proszek, można bez trudu oczyścić poplamione miejsce, tak że ślad po nich zniknie. Zapewnie jesteście ciekawi, <sup>w jaki sposób wyrabia się</sup> jak sobie pomału ów uczonec, aby otrzymać stearynę? Kilkoma słowy zaspokoję waszą ciekawość. Oto naprzód roztopiamy <sup>się</sup> tłuszcz wołowy z wapnem ~~w~~ gaszonym, <sup>przez co</sup> w tym celu aby stworzyć <sup>się</sup> pewnego rodzaju mydło; ~~następnie to mydło~~ <sup>to</sup> rozpuszcza się w kwasie siarczanym, który <sup>zabiera</sup> się łączy <sup>wapno</sup> z wapnem, <sup>zabiera</sup> pozostawia tłuszcz twardy, przez chemików nazywany kwasem stearynowym. Wydziela się przy <sup>tem</sup> pewna ilość gliceryny, materii podobnej do płynnego syropu cukrowego. Stearynę, kładą następnie <sup>pod</sup> prasę dla <sup>usunęcia</sup> wytłoczenia z niej wszystkich części płynnych. Na tych oto kilku kawałkach, możecie widzieć, <sup>jak</sup> stopniowo) oddzielanie się <sup>aby się</sup> nieczystości, (w miarę zwiększania ciśnienia); na koniec otrzymuje się jednolitą <sup>czystą</sup> masę, z której po stopieniu <sup>wyłącza się</sup> wyrabiają świece, podobne do tych, a ~~dobrym paliwem~~ <sup>jak</sup> łatwo topi w świecy, jest nieprzydatny do oświetlenia. Wy-

- 1/ Zasługa odkrycia stearyny należy się Chevreulowi.
- 22/ Tłuszcz czyli sadło przedstawia mieszaninę materii / kwasów / tłuszczowych i gliceryny. Wapno łączy się z kwasem stearynowym, margarynowym i oleinowym. Po odcedzeniu nie dającego się rozpuścić mydła potasowego, jakie przy tem powstaje, nalewa się je rozcieńczonym i ogrzanym kwasem siarczanym. Kwasy tłuszczowe oswobadzając się, wypływają na powierzchnię jak oliwa, zbierają je natenczas i powtórnie przemywają. następnie układają cienkimi warstwami, które po ochłodzeniu przekładają matami flanelowymi i poddają silnemu ciśnieniu w prasie hydraulicznej. Tym sposobem wytłaczają znajdującą się płynną oleinę, a stearyna pozostaje jako osad stały, który w celu oczyszczenia, poddaje się powtórnemu prasowaniu przy wyższej temperaturze i nowemu przemywaniu w kwasie

jakie tu widzicie, Świeca, którą mamy przed sobą, jest właśnie sporządzo-  
ną w opisany sposób świecę stearynową.

Oto dalej świeca obrotowa, wyrobiona z oczyszczonego tłuszczu, któ-  
rego nam dostarcza potfisz 1/, Pośród podarków, przysyłanych mi przez mo-  
ich przyjaciół, znajdujemy oto żółty i oczyszczony wosk, jakiego używają  
do wyrobu świec woskowych. A tu widzimy jeszcze nader szczególną materię-  
parafinę<sup>2)</sup>, wyrobioną z torfów wydobywanych z bagien Irlandyi i kilka spo-  
rzządzonych z niej świec. Mamy tu wreszcie jeszcze jeden materiał, przy-  
wożony z Japonii, od czasu jak ten kraj daleki stał się dla nas przystęp-  
nym, Jest to rodzaj wosku, który fabrykantom dostarcza nowego materiału  
do wyrobu świec.

Jakże się więc te świece wyrabia? Jużem wam mówił o tak zwanych  
świecach ciągnionych. Opowiem teraz, jak się sporządza świeca lane. Wyo-  
obraźcie sobie świecę z materiału, dającego się odlewać w formach." Odle-  
wać?" spytacie. " Tak, jeżeli świeca z taką łatwością się topi, to prze-  
cież zdawałoby się, że nie trudno byłoby ją odlewać?" Otóż niepom<sup>nie</sup> bę-  
dziemy zdziwieni, dowiedziawszy się, ile nieprzewidzianych zgoła przeszkód  
przychodzi w praktyce przezwyciężyć i jak trudno, mimo wynalazków  
osiągnąć dobre rezultaty. Nie każdą świecę można odlewać - woskowych na-  
przykład tym sposobem ~~jest~~ <sup>na</sup> niepodobni~~enstwem~~ wyrabiać. Woskowe świece wy-  
rabiają, sposobem, który objaśnię wam nieco później. Wosk, który się tak  
dobrze pali i tak łatwo topi w świecy, jest nieprzydatny do odlewania. Wy-  
bierzemy tedy dogodniejszy do tej czynności materiał.

Wyobraźmy sobie ramę z otworami / fig. 2/, w których pomieszczono  
rurki metalowe czyli formy. Przedewszystkiem należy przewlec knoty. Weź-  
my w tym celu knot pleciony, którego, jak wiecie, nie potrzeba w czasie  
palenia się świecy obcinać. Zapomocą cienkiego drucika przeciągaj<sup>go</sup> aż  
do dna formy, gdzie się go przytwierdza i dolny otwór zatyka, aby się  
płyn nie wylewał. W górnej części formy / fig.3 / znajduje się mały pre-

siarczany. Wynikiem tych wszystkich działań jest otrzymany materiał  
nierównie czystszy, twardszy i bardziej palny, niż pierwotny tłuszcz,  
z którego powstał.

1/ Olbrot, inaczej sperma ceti lub spermacetina, jest to gęsty białego

2) Parafinę do wyrobu świec wydobywa się obecnie z pewnego gatunku  
węgla brunatnego, z tak zwanych bitu micrnych t.j. organicznych sub-  
stancjami nauczonych krepków i innych podobnych burawców zapomocą silnego  
rozgrzewania ich w ramkistych naczynek. Otrzymuje się przez to gaz jakoby  
smole, Ross i inne produkty. Parafinę wydrzeła się następnie ze smole, zapomocą  
dalej przerobki, jako produkt obrotowy otrzymuje się także parafinę, małej wielkości.

5

cik przytwierdzony skośnie, służący do naprężenia sznurka, t.j. knota i utrzymujący go tym sposobem w pionowym kierunku w formie, którą następnie napełniają roztopionym łożem. Po upływie pewnego czasu, gdy formy ostygną nadmiar łożu u góry usuwają i obcinają koniec knota. Nakoniec formy przewracają, a świece wypadają same, a to dla tego, że mają kształt stożkowy t.j. są w niższej części węższymi, niż w wierzchniej; wychodzą zaś z ławością z formy, gdyż się ich objętość po ostygnięciu jeszcze zmniejszyła.

Tym samym zupełnie sposobem otrzymuje się świece stearynowe i parafinowe. Je pokazać, abyscie poznali, co się i w tym kierunku wyrabia.

Ala Nie mało was zapewne zadziwi, wyrób świec woskowych. Na drewnianem wieszadle /fig. 4/, zawieszają poziomo na sznurkach drewnianą obręcz, do której przytwierdzają kilka knotów bawełnianych opatrzonych na każdym końcu żelaznemi skówkami, aby wosk nie mógł pokryć końca knotów. Tak ponawieszaną wokoło obręcz, umieszczają w pobliżu pieca, w którym się wosk topi. Widzicie, że przyrząd urządzony w tym celu, obraca się z taką ławością, jak koło wozu na swej osi. W miarę obracania się obręczy, robotnik uzbrojony wielką łyżką napełnioną woskiem, oblewa nim każdy knot po kolei. Gdy za pierwszym obrotem obręczy wosk dostatecznie ostygł, powleka on go następną warstwą i powtarza to tak długo, póki nie otrzyma świec żądanej objętości, Gdy knoty pokryte zostaną dostateczną warstwą wosku, t.j. gdy świece otrzymują należytą objętość, wtedy je zdejmują i wałkują na wypolerowanym kamieniu; wierzchni koniec obrabiają w kształcie stożka, niższy obcinają. Wszystko to zaś wykonywa się z taką zręcznością, że wprawny robotnik wyrabia świece, których na funt idzie jak najdokładniej cztery, pięć, sześć, słowem wedle każdego zapotrzebowania.

Jeżeli jednak rzeczywiście chcemy zgłębić przedmiot, niepodobniestwem jest dłużej zatrzymywać się nad sposobem wyrobu świec. Wspomnę wam tylko jeszcze mimochodem o kosztowniejszych świecach, które w tym rodzaju oświetlenia służą za przedmiot zbytku. Patrzcie, jakimi olśniewającymi barwami upiększają świece; spójrzcie na te żółte, błękitne, różowe, albo na te świece koloru ceglanego; dla upiększenia ich używają wszystkich

ty da nam możność otrzymać płomień spokojny i prawdziwy, nie należy koloru tłuszcz, kruchy i miękki. Otrzymują go z komórki znajdującej się pomiędzy błonkami mózgowymi niektórych gatunków zwierząt morskich rodzaju potfiszów.

*wartoci przy ekspor rafinowania ropy.*

barwników chemicznych dawniej znanych, jak i nowo wynalezionych. Widzicie również, jakie rozliczne kształty im nadają. Oto na przykład piękna złocista kolumna, albo też świece malowane w barwne kwiaty jak porcelana a gdy się je zapali, to zdaje się, że macie przed sobą promieniste słońce świecące nad bukietem kwiatów. Lecz nie wszystko, co piękne - jest zarazem pożyteczne: te żłobkowane świece, tak piękne, oświetlają gorzej niż zwyczajne, i to właśnie wskutek swego pięknego kształtu. Żałować należy, że szczególna ich strojność powstała jak zwykle kosztem pożytku. Chciałem wam je pokazać, abyście poznali, co się i w tym kierunku wyrabia. Ale jak powiedziałem, dążąc do tego rodzaju upiększających ozdób, trzeba na rzecz ich zazwyczaj coś z użyteczności poświęcić.

Przystępujemy teraz do właściwego naszego tematu, do kwestyi płomienia i światła świec. Zapalmy jedną lub dwie świece, aby tym sposobem spełniały właściwą sobie czynność. Wiecie dobrze, że świeca i lampa to dwa zupełnie różne przyrządy. Aby zapalić lampę, wzięlibyście trochę oleju, nalali go do zbiornika, pomieścili w nim knot, przyrządzony w tym celu z bawełnianej tkaniny i zapalili go. Płomień ogarniający knot, zbiega po nim ku dołowi i gaśnie w miejscu, w którym napotka olej, ale na końcu knota wciąż się utrzymuje. Bez wątpienia spytacie się, jak się to dzieje, że olej, który sam nie jest w stanie się palić, wznosi się jednakże aż na wierzch knota i tam się pali? Za chwilę i to zbadamy, lecz wprzód powiedzcie mi, czy się wam daleko dziwniejszem nie wydaje palenie świecy? Macie przed sobą przedmiot z gęstej, twardej masy, nie wymagającej do swego pomieszczenia naczynia, jakim się więc sposobem ta masa może dostać do tego miejsca, gdzie widzimy płomień? Jakim sposobem ciało to, nie będąc płynnem, przenika tam, gdzie płonie, albo jeśli się tam już staje płynem, dlaczego może się przy tem utrzymać przecież w swym stanie stałym. Czyż ta własność świecy nie wprawia nas w podziw?

W sali tej mamy silny prąd powietrza, który przy pewnych doświadczeniach naszych będzie nam pomocny, podczas innych zaś może nam być przeszkodą. Aby uniknąć tej niedogodności, użyję pewnego przyrządu, który da nam możność otrzymać płomień spokojny i prawidłowy, nie należy bowiem nigdy badać przedmiotu, gdy zachodzą jakiegokolwiek zewnętrzne przeszkody. Pewien kupiec, dla którego jak się zdaje, było dogodnem, aby

Jego sklep w każdej porze roku był otwartym, wziął się na sposób i pier-  
 wszy właśnie wymyślił ten przyrząd, z którego teraz korzystają na na-  
 szych rynkach przekupki, podczas sobotnich targów, aby osłonić świece,  
 oświetlające ryby, jarzyny i owoce <sup>1/</sup>. Często podziwiałem ten prosty  
 wynalazek, polegający na tem, że świecę wstawia się w szklany cylinder,  
 oparty na podstawie w rodzaju galeryjki, która ją ściśle obejmuje i ~~mo-  
 że być~~ <sup>może być</sup> dowolnie ~~nie~~ <sup>nie</sup> podnoszona, lub opuszczana. Możemy użyć tego samego śro-  
 dka, aby otrzymać płomień nieruchomy i abyśmy go mogli tym sposobem dok-  
 ładnie oglądać i wygodnie zbadać.

Widzicie naprzód, że u stóp upalonego knota tworzy się w wierzchni-  
 chniej warstwie świcy foremne zagłębienie, w kształcie okrągłej mise-  
 czki /fig. 5/.

Powietrze, bezustannie przypływające ku świecy, wznosi się, wsku-  
 tek siły ~~prądu~~ <sup>prądu</sup>, wywołanego ciepłem jej płomienia ku górze i uderza  
 o powierzchnię wosku czy łożu, przez co brzegi tej wklęsłości utworzo-  
 nej w świecy w kształcie miseczki, bardziej się ochładzają, niż jej śro-  
 dek. Środek najbardziej wystawiony na działanie płomienia, opuszczające-  
 go się coraz niżej po knocie do miejsca, gdzie się już palić nie może,  
 napełnia się powoli masą stopioną pod jego wpływem, gdy tymczasem zew-  
 nętrzna część miseczki wpływowi płomienia nie ulega. Dopóki powietrze  
 równomiernie ze wszystkich stron dopływa, miseczka zachowuje całkowicie  
 poziom<sup>e</sup> swe położenie tak, że i masa stopionego w niej łożu musi rów-  
 nież tam w położeniu poziomem pozostać. Gdybym atoli prąd powietrza  
 zwrócił w jedną tylko stronę świec, toby w mojej miseczce utworzył się  
 natychmiast wyłom i stopiony łoż spłynąłby bokiem świcy, pod wpływem  
 siły ciężenia, ponieważ płyn ten utrzymywał się i w położeniu poziomem  
 tylko na mocy prawa ciężenia, któremu wszystko na świecy podlega, któ-  
 re całe <sup>(a)</sup> świty porusza i utrzymuje w równowadze; skoro zaś brzegi " mi-  
 seczki " zostały z poziomego położenia wyprowadzone, to i zawarty w  
 niej płyn wylać się musiał. " Miseczka " więc czyli wklęsłość wierz-  
 chniej warstwy palącej się świcy, tworzy się wskutek ciągłego i równo-  
 miernego napływu powietrza, które wywierając działanie na wszystkie  
 zewnętrzne punkty jej powierzchni, chroni je, chłodząc ~~z~~ od wpływu  
 płomienia. Wszystkie ciała palne, pozbawione ~~w~~ wolności tworzenia takiej

1/ Ponieważ w Anglii sklepy w niedzielę są zamknięte, więc w sobotę

8

miseczki, są tem samem nieprzydatne do wyrobu świec, z wyjątkiem jednego tylko drzewa, znajdującego się w znanej nam już masie irlandzkiego torfu, które będąc zupełnie podobnem do gąbki, samo przez się podtrzymuje płomień. Teraz zrozumiecie, dlaczego to tak (się źle) palą te piękne żłobkowane świece, które wam pokazywałem. Ponieważ powierzchnia ich nie tworzy gładkiego walca, ale pokryta jest żłobkami, nie są one w stanie utworzyć u swych miseczek brzegów tak prawidłowo zaokrąglonych, jak się to dzieje w naszych zwyczajnych świecach. Te piękne z wyglądu świece muszą źle się palić, nierównomiernie się topić i kapać, gdyż z powodu żłobkowania na ich powierzchni powodują u nich nierówny napływ powietrza na brzegi miseczki, które tracą przez to swą jednostajnie zaokrągloną linię <sup>dotają</sup> kłuki i szczyrby. Zrozumiecie teraz, dlaczego przedtem tak ujemnie wyraziłem się o praktycznej użyteczności tych pięknych przedmiotów zbytku. Nie należy bowiem dawać pierwszeństwa temu przedmiotowi, który jest miłszym dla naszego oka, ale temu, który dokładniej służy swemu praktycznemu celowi.

Gdybyście byli ciekawi zbadać działanie wznoszącego się w górę prądu powietrza, to przypatrzcie się małemu strumykowi występującemu po za kraj miseczki i spływającemu po świecy, przez co ją z jednej strony grubszą niż z innych czyni. Świeca będzie się paliła dalej / fig. 6/, podczas gdy prąd powietrza wciąż będzie trwał i swem działaniem utworzy słupek stearyny równoległy do knota. Ponieważ zaś słupek wystaje ponad inne części świecy, i bardziej jest od środka świecy oddalony, to powietrze łatwiej go okrąża, przez co lepiej ochładza, a wskutek tego, mniej on ulega wpływowi ciepła płomienia. Tak <sup>to błądy</sup> ~~u~~ nawet i usterki popełnione przy wyrobie świec, jak i w tylu innych gałęziach działalności ludzkiej, przyczyniają się bardzo często do wyjaśnienia zjawisk, którychbyśmy na innej drodze, tak dokładnie poznać może nie mieli sposobności. W ten sposób mimowolnie wciąż się uczymy, badając nowe dla nas zjawiska przyrody, <sup>a</sup> mam nadzieję, że i wy, ilekroć tylko zwróci waszą uwagę jakieś nieznanie wam zjawisko, nie zaniebdacie <sup>nigdy</sup> zadać sobie pytania: Jaka jest jego przyczyna? Jak on się odbywa? A odpowiedź zawsze się znajdzie, jeśli jej tylko dobrze szukać zechcecie.

---

wieczorem wre wielki ruch na wszystkich rynkach i targach /p. t./.

19

Co się tyczy świec, należy nam rozwiązać jeszcze jedną zagadkę. Jakim sposobem płyn z " miseczki " wstępuje po knocie i wznosi się do miejsca, w którym napotyka płomień? Wiecie, że płomień wieńczący knot świecy woskowej, stearynowej, olbrotowej lub łojowej, nie ma styczności z ciałem, które go z dołu żywi i podsyca, pozostaje on wciąż u góry na jednym miejscu i nie topi odrazu całej świecy. Oddzielonym jest od płynu i nie dotyka brzegów miseczki. Trudno sobie przedstawić piękniejszy przykład wzajemnego przystosowania i <sup>współdziałania</sup> ~~następowania~~ faktów, niż to ma miejsce przy paleniu się świecy, w której rozliczne części wzajemnie sobie pomagają, aby <sup>nie</sup> osiągnąć rezultat. Wszak świeca jest jednym z najbardziej palnych ciał, które jednakże tutaj podlega paleniu powolnemu i stopniowemu - i nigdy jej płomień odrazu nie ogarnia. Zjawisko to musi się wam wydawać przedziwnem, zwłaszcza gdy weźmiemy jeszcze pod uwagę siłę płomienia i szybkość, z jakąby, on w innych okolicznościach zniszczył wosk, który podtrzymuje palenie świecy. Wiemy bowiem, z jaką łatwością ogień zmienia kształt każdego palnego ciała, jakie nazbyt się do niego zbliży.

Lecz jakimże sposobem ogarnia tu płomień swe ciało palne? To pytanie doprowadza nas do jednego z najciekawszych zjawisk fizycznych, do tak zwanej włoskowatości l/. Wyraz ten zapewne was zdziwi; ale tu nazwa nic nie stanowi, - pominiemy ją; wymyślono ją bowiem już bardzo dawno, kiedy jeszcze z siły tej niezbyt jasno zdawano sobie sprawę. Wskutek włoskowatości, materia podsycająca płomień, przyciągana jest do miejsca, w którym się z płomieniem styka; w tem miejscu jednak nie

---

1/ Włoskowatość albo kapilarność / kapilarne przyciąganie albo odpychanie / jest to siła, wskutek której płyn wznosi się lub opada w rurce włoskowatej. Jeżeli pogrążymy w wodę rurkę termometryczną, otwartą z obu końców, to woda wzniesie się w niej natychmiast i powierzchnia jej stanie nieco wyżej od powierzchni wody w naczyniu, w którym ją pomieściliśmy. Gdy zaś tę samą rurkę pogrążymy w rtęć, otrzymamy rezultat przeciwny; powierzchnia rtęci w rurce będzie stała niżej od powierzchni jej w naczyniu /p. t./.

10

rozmieszcza się ona bez planu, ale przeciwnie zawsze w samym środku płomienia.

Aby wam ten proces wyjaśnić, pokażę wam kilka przykładów włoskowatości, t.j. tego działania czyli przyciągania, wskutek którego dwa ciała, niezdolne wzajemnie się w sobie rozpuszczać, przyciągają się jednakże i pozostają zczepione ze sobą w połączeniu. Gdy myjecie n.p. ręce i zmoczycie je, to wiecie, że skóra potem pozostaje wilgotną. Przyczyną tego jest właśnie, ten rodzaj przyciągania, który nazwalismy włoskowatością. Co więcej; gdy ręce są czyste - co się rzadko zdarza, ponieważ zwyczajnie bardzo łatwo się brudzą - to pogrążywszy palec w ciepłą wodę, zobaczymy, uważnie się przypatrując, że wznosi się ona przy palcu wyżej, niż w reszcie naczynia. Mamy tu na tej miseczce ciało bardzo porowate - słupek soli; wlejmy do miseczki u podstawy słupka, nie wodę, jak <sup>by</sup>ście się bez wątpienia spodziewali, ale płyn tak już solą przesycony, że więcej jej roztwarzać nie jest zdolny, /fig. 7/; a to w tym celu, aby zjawisko, które się wam za chwilę przedstawi, nie mogło być przypisane dalszemu rozpuszczaniu się cząsteczek soli. Jeżeli chcecie, możemy sobie wyobrazić, że miseczka ta jest świecą, słupek soli - knotem, a płyn - roztopionym łojem. Aby łatwiej wam było dostrzedz działanie płynu, zafarbowałem go barwnikiem na niebiesko. Leję go teraz na miseczkę i widzicie, jak on się w słupku soli stopniowo wznosi do góry, jak się wspina coraz wyżej i dostanie się z pewnością do wierzchołka, jeżeli słupek przemokły tymczasem się nie wywróci.

Gdyby ten płyn niebieski należał do ciał palnych i gdybyśmy na wierzchołku słupka umieścili knot, płyn wnikając weń, dałby się zapalić. Zjawisko to i wszystkie fakta mu towarzyszące są niewątpliwie bardzo ciekawe. Tak, jak po umyciu się, ocieracie sobie ręce ręcznikiem który wsiąka w siebie wodę zupełnie tak samo i knot świecy wsiąka w siebie łój, stearynę, i t.p. i wciąga je aż do płomienia.

Niedbałe dzieci ~~xxxxxx~~ / a zdarzało mi się nawet widzieć że i dorośli, zwykle w postępowaniu swem rozważni, popełniają niekiedy toż samo /, często po umyciu się, zawieszają ręcznik

11

w ten sposób, że koniec jego wpada w wodę znajdującą się w umywalni i wkrótce całą z miednicy wysysa, rozlewając ją następnie po podłodze; - pochodzi to z tej przyczyny, że ręcznik w tym wypadku, wskutek swego położenia, grał rolę lewaru dwuramiennego.

Aby wam jaśniej pokazać, w jaki sposób odbywa się tego rodzaju działanie wzajemne ciał na siebie, napełnię tu szczelnie wodą naczynie z drutu metalicznego, gęsto splecione. Działanie tego naczynia można porównać z działaniem kawałka bawełnianej tkaniny, albo muślinu grubego. Niekiedy przecież wyrabiają nawet knoty z tego rodzaju plecionki drutu metalicznego. Widzicie, że to naczynie jest dziurkowane i gdy naleję wąż z wierzchu wodę, przeciekła natychmiast przez dno. Ale bylibyście w niemałym kłopotcie, gdybym się was zapytał: czem wytłómaczyście to zjawisko, że woda mieszcząca się w tem naczyniu nie przecieka i że jakkolwiek ono jest pełne, widzicie, lejąc wodę, że wchodzi i wychodzi ona z niego, równocześnie jak gdyby było puste.

Objaśnię wam tę zagadkę: zmoczona raz tkanina metaliczna pozostaje mokrą; oczka jej są zaś do tego stopnia gęste, że przyciągają wodę z jednej strony do drugiej z taką siłą, iż przytrzymaną nie wycieka pomimo dziurkowatości naczynia. Tym samym sposobem i cząsteczki roztopionego łożu wznoszą się w bawełnianej tkaninie aż na wierzch knotu; za nimi postępują inne cząsteczki, pociągane siłą wzajemnego przyciągania i zbliżając się powoli do płomienia, jedna po drugiej kolejno ulegają spalaniu.

Zobaczymy inne zastosowanie tej zasady. Weźmy kawałek trzciny. Na ulicy spotyka się często żaków, którzy chcąc ujść za dorosłych, palą zamiast cygara kawałki takiej trzciny, co jest właśnie możliwe z powodu włoskowatości tej rośliny. Postawmy ten kawałek trzciny na miseczkę napełnioną kamfina / materyą z właściwościami swych podobną do parafiny /, obaczmy, że płyn wznosić się będzie w trzcinie, zupełnie tak samo, jak błękitny roztwór w słupku soli, aż na sam wierzch. Po wierzchnia natomiast trzciny pokryta jest cienką, ale niedziurkowaną korą; dlatego płyn nie mogąc się przez nią przedostać, wznosi się tylko wewnątrz trzciny i w górę. Otóż wystąpił właśnie aż na jej wierzchu; teraz ją zapalę i zamienię tym sposobem trzcinową laseczkę w świecę. Płyn wznosił się wskutek włoskowatości trzciny, zupełnie tak samo jak się wznosi w bawełnianym knocie świecy.

Dlaczego jednak płomień nie obejmuje całego knota świecy? Dlatego, że gdy dojdzie do pewnego miejsca, roztopiony łój gasi go; jest to jedyna przyczyna tego zjawiska. Wiadomo wam, że świecę można zgasić, przewracając ją tak, aby łój spłynął po knocie na płomień. Pochodzi to stąd, że płomień nie zdoła w tem położeniu ogrzać łaju należycie do tego stopnia, aby się mógł palić, jak to się dzieje wtedy, gdy łój doń podchodzi w małych dawkach i podlega <sup>peł</sup> ~~peł~~nemu wpływowi gorąca z góry.

Musimy zwrócić teraz uwagę na inną ważną okoliczność, w paleniu się świecy, bez której wyjaśnienia nie zdołalibyście całkowicie zrozumieć tego zjawiska, na lotność <sup>materyału</sup> ~~lotność~~ palnego. Aby wam to objaśnić, powtórzę piękne, jakkolwiek powszechnie już znane i proste doświadczenie. Zgasivszy zręcznie świecę, zobaczymy, że się od niej wznosi mały obłoczek gazu. Nieraz czuliście już bez wątpienia zapach przygaszonej świecy i wiecie, że jest bardzo nieprzyjemny; ale jeśli ją, jakim powiedział, zręcznie zgasimy, to łatwo spostrzeżemy ten gaz, w który stała masy świecy się przekształca. Zagaszę świecę tak, aby nie zmaćić spokoju, w otaczającym ją powietrzu ~~Fig. 81~~. W tym celu należy tylko ostrożnie i powoli dmuchać. Oto macie! Teraz zbliżę do knota w odległości dwóch lub trzech cali płonąca <sup>Fig. 81</sup> zapałkę; ~~Fig. 81~~ widzicie jak od niej przebiega płomień przerzynający powietrze, który dosięga knota i zapala go. Ale muszę się przy tem spieszyć, gdybym bowiem dozwolił, aby się gaz oziębił, przemieniłby się on w płyn, lub w ciało stałe, albo rozprószyłyby się zupełnie w powietrzu.

Przypatrzmy się teraz zarysom i kształtowi płomienia. Nader ważną jest rzeczą, abyśmy powzięli dokładne wyobrażenie o przemianach, jakie ciało stanowiące świecę, ulega na wierzchu knota, gdzie świeci dziwnie pięknym blaskiem, właściwym tylko płomieniowi. Wprawdzie złoto i srebro także lśnią się i błyszczą, iskrzą się również rubiny i dyamenty, - nie atoli nie jest w stanie dorównać pięknnością blaskowi płomienia. Jakiż brylant może iść w porównanie z płomieniem? Przecież w nocy blask swój zawdzięcza tylko płomieniowi, który go oświeca. Płomień, rozprasza światłem ciemności, lecz blask dyamentu gaśnie, nie wspierany obcem światłem. Świeca tylko daje światło sama przez się, dla siebie samej i dla tych, którzy ją stworzyli.

Przypatrzmy się teraz nieco dokładniej kształtowi płomienia w takiej formie, w jakiej się on sam przedstawia w cylindrze szklanym /

kiej formie, w jakiej się on sam przedstawia w cylindrze szklanym /fig. 9/. Tu bowiem płomień się nie porusza, daje światło jednostajne i posiada kształt prawidłowy; forma ta jego zmienia się jednak wskutek działania prądów powietrznych i stosownie do rozmaitej grubości świecy. Tutaj przedstawia nam się on w kształcie świecącego podłużnego, zaokrąglonego u dołu <sup>ostrodłupa</sup> knotu, który jaśniej błyszczy w górnej niż w dolnej swej części; pośrodku mieści się knot, u jego podstawy zaś odróżniamy wyraźnie pewne ciemniejsze niż u wierzchołka punkty płomienia, w których spalanie się nie jest jeszcze tak zupełne, jak w wyższych jego częściach. Posiadam tu rysunek, zrobiony przed wielu laty przez uczonego Hookera, kiedy przeprowadzał swe badania. Przedstawia on wprawdzie płomień lampy, ale może również się stosować do płomienia świecy. "Miseczka" świecy zastępuje rezerwoar lampy, olej zastępuje roztopiony żół, knot zaś znajdujemy zarówno w świecy jak w lampie. Nad knotem unosi się na rysunku mały płomień, otoczony pewną warstwą, w rzeczywistości dla nas niewidzialnego zresztą ciała, o którym nie wiedzielibyście, gdybym wam już przedtem o niem nie wspomniał. Mamy tu bowiem jak najdokładniej przedstawione części otaczającego płomień powietrza, które są niezbędne do jego utworzenia i zawsze mu towarzyszą /fig. 10/. Rzeczywiście tworzy się dokoła płomienia tok powietrza, który ciągnie go w górę; widzicie z powodu tego prądu wznosi się płomień bardzo wysoko, zupełnie jak przedstawiono na rysunku. Możecie się o tem najlepiej przekonać, stawiając zapaloną świecę w płomieniach słońca przed arkuszem papieru, na który padać będzie dokładny cień płomienia. Czy to się wam nie wydaje dziwnem, że ciało do tego stopnia jasne, iż samo jest w stanie dawać cień każdego innego ciała, może rzucać własny swój cień na arkusz papieru lub tektury. W tym to cieniu możecie dokoła niego dostrzedz wyraźnie coś, co nie wchodzi w skład płomienia, ale wspólnie z nim wznosi się i ciągnie go z sobą w górę. Połączywszy stos Wolty z lampą elektryczną, otrzymam światło podobne do słonecznego. Oto jest stworzone przez nas <sup>światło słoneczne</sup> w pełnym blasku. Stawiając c świecę pomiędzy niem i ekranem, otrzymamy cień płomienia świecy. Odróżniacie wyraźnie cień świecy i knota, następuje dalej część ciemniejsza, którą

14

zauważyliście na rysunku, potem część jaśniejsza, Rzecz zaś ciekawa, że właśnie ta część, cienia<sup>a</sup> wydaje nam się najciemniejszą, która w rzeczywistości jest najjaśniejszą. Nakoniec widzicie strumień powietrza, który podnosi płomień, dostarcza mu środków utrzymania się i ochładza zarazem brzegi " miseczki."

Inne doświadczenie pokaże nam, jak płomień stosownie do prądu powietrza wznosi i opada. W tym celu zmienię kierunek przypływu powietrza, tak aby ono zamiast wznosić, zniżało płomień. Łatwo to wykonać za pomocą przyrządu, który tu widzicie /fig. 11/. Mamy tu płomień jak widzicie, nie świecy, ale wysoku, który mało kopci, powinniście jednak już umieć porównywać z sobą fakta i dostrzedz wspólne cechy tego zjawiska z płomieniem świecy. Przez dodanie barwnika, nadaję kolor temu płomieniowi,<sup>1/</sup> aby go łatwiej było śledzić; inaczej bowiem ledwiebyśmy go mogli spostrzedz, gdyż słabo świeci. Zapalam więc spirytus i otrzymujemy płomień. Widzicie, jak się on sam przez się wznosi w górę wskutek prądu powietrza, powstającego przy paleniu, jak to przy zwykłych warunkach zawsze musi mieć miejsce. Dmąc teraz na płomień, zniewalam go do skierowania się w tę małą rurkę, skutkiem tego, że przez to zmieniam kierunek prądu powietrza. W dalszym ciągu naszej pogadanki, pokażę wam lampę, w której płomień się będzie wznosił, a dym opadał i na odwrót, płomień będzie opadał, a dym wznosił się w górę. Widzicie więc, że w ten sposób dowolnie zmieniając kierunek przy płycie powietrza, możemy i płomieniu dowolny nadać kierunek. Muszę <sup>nie cap</sup> uwagę waszą na kilka jeszcze zwrócić punktów. Widzimy tu kilka rodzajów płomieni, które zmieniają swój kształt, stosownie do różnych prądów powietrza, wiejących ku nich z różnych stron. Gdybyśmy atoli zechcieli je lepiej zbadać, to możemy je uczynić do pewnego stopnia nie nieruchomymi. Moglibyśmy nawet zdjąć z nich kopie za pomocą fotografii

---

1/ Można otrzymać płomień pięknego zielonego koloru, rozpuszczając w wysoku chlornik miedzi /p. t./.

i tym sposobem uchwycić stałą ich formę. Lecz na tem jeszcze nie koniec. Biorąc płomień dostatecznie duży i rozgałęziony, nie znajdujemy w nim tej jednorodności postaci, tych jednostajnych kształtów, jakimi się odznacza płomień lampy lub świecy; rozszerza się on bowiem swobodnie i z zadziwiającą przytem siłą i żywością. Do doświadczenia użyję zamiast świecy innego ciała palnego. Ten kłębek bawełny zastąpi nam knot; jeżeli go umoczymy w spirytusie i zapalimy, to płomień jego zupełnie różnić się będzie od płomienia świecy. Różnica jest rzeczywiście bardzo znaczna; płomień jest tu daleko silniejszy, żywszy, piękniejszy i jaśniejszy, niż płomień świecy. Spójrzycie na te płomieniste języki, bezustannie wydobywające się z niego. Ogólny kierunek płomienia jest tu również zwrócony od dołu do góry, ale tu buchają jeszcze te ostre zęby i języki płomieniste, których niema w płomieniu świecy. Skąd to pochodzi? Muszę wam to koniecznie wyjaśnić, gdyż zrozumiawszy to, łatwiej pojmiecie wszystko, co wam dalej mówić będę. Niejeden z was robił już niewątpliwie to doświadczenie, które za chwilę wykonamy. Przynajmniej nie zdaje mi się, żeby między wami nie znalazł się ktoś, co zna pewną grę angielską, w której parzą sobie palce dla wydobycia kilku rodzynek, z płonącej po ciemku wódki. Zabawka ta bardzo pięknie wyjaśnia nam teorię płomienia. Oto miska, którą trzeba dobrze do tej zabawy ogrzać, jeżeli ma dać piękny rezultat, zarówno jak ogrzać należy przedtem i wódkę. Nie zastosowałem tego środka, ale niech to nie stanowi dla nas żadnej różnicy, nie będziemy i tak bowiem przedłużali tej zabawy. Nalawszy do tego naczynia spirytusu, otrzymamy " miseczkę " i ciało palne, a rodzynki będą grały rolę knotów. Rzucam je w miskę, zapalam płyn i widzicie jak się zaczynają wydobywać języki o których wam mówiłem. Powstają one wskutek powietrza napływającego do miski ponad jej brzegami /fig. 12/. A jakim sposobem? Siła napływu powietrza i niejednostajne jego działanie przeszkadzają płomieniom skupić się i utworzyć nieprzerwany strumień. Powietrze wznosi się tak nierównomiernie, że powstają liczne języki, które przy innych warunkach łączyłyby się i tworzyłyby skupiony i jednolity płomień.

Tutaj miska przedstawia nam, jakoby mnóstwo oddzielnych świec. Nie sądzicie jednak, aby podobny kształt właściwym był płomieniowi, jakby to się wam mogło zdawać, po tych płomienistych językach dlatego, że je wszystkie naraz widzicie. Płomień wychodzący z kłębka bawełny, nie ma

nigdy w rzeczywistości takiego kształtu, jak on się nam tu pozornie przedstawia, Składa się on i tu mianowicie z mnóstwa pojedynczych płemieni, następujących jednak po sobie z taką szybkością, że oko dostrzega tylko ogólną wszystkich (razem ich) formę. Zbadałem tego rodzaju płomień i przedstawiłem na rysunku rozliczne jego części. Powstają one, jakiem już wspomniał, niejednocześnie, lubo się to wydaje inaczej, z powodu nadzwyczajnej szybkości, z jaką one po sobie następują.

Żałować należy, żeśmy dzisiaj zdążyli dojść nie dalej, jak tylko do tej angielskiej zabawy, zmuszeni jesteśmy się już rozstać, nie speżywszy nawet naszych spalonych rodzynek, ale nie mogę przedłużyć wyznaczonej nam godziny. Skorzystam jednakże z tej nauki i będę w przyszłości skąpszym w doświadczenia, nie łączące się ściśle z tematem - za to tem gruntowniej postaramy się zbadać nasz przedmiot.

---

POGADANKA DRUGA.

*Badanie palących ciał lotnych w płomieniu świecy. Rozmieszczenie w nim żaru. ~~Świeca~~ ~~Blask płomienia.~~ Powietrze niezbędne przy paleniu. - ~~Znaczenie i nierówności powietrza przy paleniu.~~ ~~Nierównomierne spalanie.~~ ~~Para i dym w paleniu.~~ ~~Spala~~ ~~Wytwarzanie wody.~~ ~~nie bez płomienia (zielarstwo).~~ ~~Blask płomienia.~~ ~~Węgiel w płomieniu świecy.~~ ~~Produkty palenia.~~*

W ciągu pierwszej naszej lekcji, zajmowaliśmy się ogólnymi własnościami płynnych części świecy, przy <sup>czym</sup> mówiliśmy o tem, jakim to sposobem owe części dostają się aż do płomienia. Widzieliście, że równomiernie paląca się świeca, osłonięta przed jednostronnym powiewem powietrza, posiada symetrycznej formy płomień, którego ciekawe własności szczególne budzą zajęcie. - Zbadanie własności tego płomienia będzie przedmiotem dzisiejszej pogadanki. Postaramy się poznać różne sposoby, zapomocą których możemy dowiedzieć się, co się dzieje w każdej części płomienia, jaki tam proces zachodzi i jakie przy tem powstają przemiany. Zbadamy nakoniec, także, co się dzieje ze świecą; zapewne wam bowiem wiadomo, że równomiernie paląca się świeca, nie pozostawiając po sobie w lichtarzu żadnych śladów, <sup>przynajmniej</sup> przyznacie, że zjawisko to nadzwyczaj ciekawe i zajmujące. -

Aby dokładnie zbadać płomień świecy, ustawiłem tu kilka przyrządów, które wkrótce poznamy.

Mamy tu świecę; pomieszczę koniec tej oto szklanej rurki w środku płomienia, w tej mianowicie jego części, która na rysunku Hookera przedstawioną została zupełnie ciemną, a którą łatwo dostrzedz, patrząc na świecę spokojnie gorejącą fig. 13/. Badania nasze tedy rozpoczniemy od tej ciemnej części,

Umieszczam w niej jeden koniec tej wygiętej rurki; widzicie, jak niezwłocznie coś z płomienia zaczyna się wydobywać i wychodzi z drugiego końca rurki. Postawmy u tego końca flaszkę, a zobaczymy, że to coś wychodzące z wewnętrznej części płomienia, przechodzi przez rurkę i dostaje się do flaszki, gdzie przybiera stan zgoła odmienny niż w powietrzu. Wychodząc z rurki pada na dno flaszki, jakby jakieś ciężkie ciało. I istotnie nie jest to nic innego, jak wosk świecy, przekształcony nie w gaz, ale ciecz przechodzącą w parę. (Starajcie się zapamiętać różnicę między gazem i parą; para może być łatwo zgęszczona znów

*Handwritten notes in the left margin, partially illegible.*

*Handwritten notes at the bottom of the page, partially illegible.*

w ciało stałe, podczas kiedy gaz tej przemianie się opiera i stan swój lotny zachowuje. Zgasiwszy świecę, czujecie nieprzyjemny zapach, pochodzący właśnie od zgęszczenia tej pary. Aby tego dowieść, postaram się otrzymać znaczną ilość tej pary, i zapalę ją. Jako przyrodnicy bowiem, musimy ~~umieć~~ <sup>umieć</sup> sporządzać w ~~wielkich~~ <sup>małych</sup> rozmiarach toż samo, co nam przedstawia świeca w małych, ~~ale~~ <sup>aby mieć</sup> toż samo toż możliwość lepszego zbadania składowych części. ~~Pomocnik mój,~~ <sup>Czajwis Ra</sup> P. Anderson <sup>2)</sup>, przygotował źródło ciepła, aby wam pokazać, co to jest ta para. Tu w butelce mamy wosk, który doprowadzam do temperatury ~~równającej się~~ <sup>tak wysokiej jak</sup> temperaturze ~~środkowej~~ <sup>a</sup> części płomienia świecy i materiału palnego otaczającego knot. Prelegent kładzie wosk do butelki i ogrzewa go nad lampą /. Sądzę, że jest dostatecznie ogrzany. Widzicie, że wosk stał się płynnym i wydziela dym. Wkrótce zobaczymy wydzielającą się parę. Ogrzeję go jeszcze bardziej, ponieważ zamierzam otrzymać znaczną ilość pary, aby ją wpuścić w to naczynie i zapalić. Para ta zupełnie jest podobna do tej, jaka wydobywa się ze środka płomienia świecy. Aby się przekonać o tem, zobaczymy, czy para, w tej butelce znajdująca się, otrzymana ze środka płomienia, nie jest czasem palną. (Prelegent bierze butelkę, w której umieszczonym był koniec rurki szklanej i pogrąża w nią palący się steczek woskowy). Patrzcie para się zapaliła, a przecież pochodzi ze środka płomienia świecy, gdzie powstała pod wpływem własnego jej gorąca. Zjawisko to jest pierwszym w rzędzie przemian, jakiemu wosk podlega podczas palenia się, - musimy je zbadać, jeżeli te przemiany poznać chcemy. Umieścimy teraz drugą rurkę w płomieniu, przy czem nie ~~ma~~ <sup>nie</sup> zdziwimy, jeśli, ~~wykonawszy to zwróćmy~~ <sup>nie zgodę przy odrobinie zwróćmy</sup>, zniewolimy parę do przejścia na drugi koniec rurki, gdzie ją niezwłocznie zapalimy; otrzymamy tym sposobem zupełnie taki sam płomień, jak świecący cokolwiek niżej płomień świecy. <sup>3)</sup> No, przypatrzcie się temu doświadczeniu! Przypatrzcie, że to ciekawe zjawisko. Mówicie nieraz o rurach gazowych, lecz gdzież je porównywać z naszą! Widzicie więc, że proces przy paleniu świecy zachodzący, składa się z dwóch odrębnych części, z których każda działa w innym jej miejscu; jedną z nich jest w y t w a r z a n i e

3) Experiment - ten wosk się lepiej pali  
 kładzie rurki w płomieniu świecy, wosk  
 trochę, prosto, nie kładzie i smażony 1/2 pod  
 kawał 450 w płomieniu. (Prz. H.)

2) P. Anderson - pomocnik w laboratorium Faradaya, dykt, jak o tem opowiada biograf i przyjaciel Faradaya, również sławny fizyk Tyndall, bardzo mało rzeczy ~~erwick~~, zararem jednak nieco oryginalny i śmiały. O wyświadczeniach Faradaya wygłaszał swą własną opinię, opowiadając: "ja robię eksperymenty, a Faraday słucha do nich to jest potrzebny." W swym mity i jonyjalny sposób ~~wantował~~ <sup>wantował</sup> Faraday starego porciara istniejącego ~~farley~~ <sup>farley</sup> ~~nieprawdy~~ <sup>nieprawdy</sup> ~~ta~~ <sup>ta</sup> ~~prze~~ <sup>prze</sup> ~~stanki~~ <sup>stanki</sup> ~~ich~~ <sup>ich</sup> ~~ab~~ <sup>ab</sup> ~~sk~~ <sup>sk</sup> ~~os~~ <sup>os</sup> ~~ro~~ <sup>ro</sup> ~~su~~ <sup>su</sup> ~~ne~~ <sup>ne</sup> ~~ok.~~ <sup>ok.</sup>





19

pary, drugą jej spalanie się.

Ta część płomienia, która już zgorzała, nie da mi pary. Jeżeli w fig. 13 podniosę rurkę i umieszczę ją w płomieniu nieco wyżej, niż to poprzednio miało miejsce, to po wyjściu pozostałej jeszcze pary, będzie się z niej wydobywało teraz ciało niezdolne się palić, ponieważ już się w świecy spaliło. Jakto? spytacie, Rzecz nader prosta. Para palna znajduje się w samym środku płomienia około knota, płomień otoczony jest powietrzem, bez którego, jak się to wkrótce o tem przekonamy, nie istniałoby zupełnie palenie; pomiędzy parą zaś a powietrzem zachodzi czynny proces chemiczny; powietrze i para tak silnie wzajem na siebie oddziałują, że para znika w tej samej chwili, w której pojawia się światło. Gdybyśmy poszukali, w jakim też miejscu płomienia świecy wywiązuje się najsilniej ciepło, bylibyśmy zdziwieni jego pod tym względem rozmieszczeniem w płomieniu. Jeżeli nad samym płomieniem potrzy mam ćwiartkę papieru, to jakże wam się zdaje, gdzie będzie miejsce najgorętsze? Widzicie, że nie znajduje się ono w środku; otacza ono płomień pierścieniem w tem samym miejscu, w którym jak wam mówiłem, wywiązuje się proces chemiczny i jakkolwiek nie zachowuję potrzebnej staranności w tem doświadczeniu, tworzy się na papierze zawsze pierścień taki, jeżeli tylko spokój powietrza nie będzie zakłócony. Zajmujące to doświadczenie możecie łatwo sami powtórzyć. Weźcie kawałek papieru, starajcie się nie wzbudzać żadnego ruchu w powietrzu, umieśćcie papier w poprzek środka płomienia / podczas doświadczenia należy się wstrzymać od mówienia /, a zobaczycie, że się przepali w dwóch miejscach, w środku zaś prawie się nie zatli. Gdy powtórzycie kilka razy to doświadczenie i nauczycie się wykonywać je zręcznie, będzie dla was nader zajmującą rzeczą to wynajdywanie w świecy miejsca <sup>silniej</sup> najwęższego ciepła; przekonacie się wtedy, że ono powstaje tam właśnie, gdzie się powietrze styka z ciałem palnem.

Nim dalej pójdziemy, należy lepiej ten dla nas ważny fakt zapamiętać. Powietrze jest niezbędne do palenia i musi się jeszcze prócz tego wciąż odnawiać. Mamy tu dzwon zawierający powietrze i nakrywamy nim świecę. Z początku pali się ona jak zwykle, lecz wkrótce następuje

zmiana. Patrzcie, płomień się wydłuża, słabnie, blednie i za chwilę zdaje się zgaśnie. Dlaczego gaśnie? Nie z braku powietrza, bo go z pod dzwonu nie ubyło; lecz dla tego - że się ono zepsuło. Dzwon zawiera w sobie wprawdzie jeszcze powietrze, gdyż część tylko jego uległa przemianie, ale już jest w nim zbyt mało świeżego, czystego powietrza, koniecznego dla podtrzymania palenia się świecy. Wszystko to, są to sprawy, na które my, młodzi chemicy, musimy baczną zwrócić uwagę. Badając bowiem bliżej to zjawisko, dojdziemy do nader zajmujących wyników, Tę lampę naprzykład, która będzie nadzwyczaj pożyteczną przy naszych doświadczeniach, zmienię w świecę, wstrzymując przypływ powietrza do wnętrza płomienia. Widzicie knot bawełniany, po nim wznosi się olej, a oto macie płomień stożkowy. Nie pali się on teraz, jak należy, gdyż go częściowo pozbawiłem powietrza, *porwałaję mu tylko dopływ z zewnątrz.*

(Widocznie potrzeba mu więc więcej powietrza. Ponieważ się jednakże knot znacznie powiększył, niepodobna mu z zewnątrz dostarczyć więcej powietrza. Jednakże dzięki dowcipnemu wynalazcy tej lampy, *A r g a n d o w i*, jestem w stanie otworzyć powietrzu dostęp do wnętrza płomienia; zobaczycie jak się on teraz będzie pięknie palił. Jeśli zaś na odwrót, przetnę drogę powietrzu, płomień poczyna dymić. Jakaż tego przyczyna? Mamy tu do zbadania kilka bardzo ciekawych faktów: widzieliśmy przedtem całkowite spalanie się świecy i jej gaśnienie wskutek braku powietrza, *a teraz* mamy tu przed sobą palenie się niezupełne. Szczególnie zajmującym jest dla nas ostatni fakt i pragnąłbym, abyście go równie dokładnie pojęli. Rozpalę teraz duży płomień, abyśmy doświadczenie wykonać mogli w odpowiednio wielkich rozmiarach, przez co ono zyska na jasności. Oto ogromny knot /prelegent zapala kłębek bawełny przesiąkły olejem terpentynowym;/; różnicy nie stanowi, czy użyjemy waty czy też świecy. W razie użycia większego knota, niezbędnym jest silniejszy przypływ powietrza, w razie przeciwnym - palenie odbywa się niezupełnie. Przypatrzcież się teraz tej czarnej substancji, która wznosi się w powietrze i tworzy przy wznoszeniu się całkiem prawidłowy strumień. Zastosowałem przytem sposób usunięcia, tych źle palących się cząstek, któreby nas brudziły. Przypatrzcie się tylko jak silnie płomień kop-

21

ci: przypatrzcie się jak niezupełne jest to palenie się wskutek braku dostatecznej ilości powietrza. Lecz cóż to właściwie przeszkadza naszemu knotowi się palić? Oto brak tu pewnych warunków, bez których świeca palić się należycie nie może i z tej to przyczyny pochodzi ~~ten~~ <sup>ujemy</sup> rezultat. Wiemy już, jak to się świeca pali przy sprzyjających warunkach, mając dostateczny dopływ powietrza. Pokazując wam ślad, jaki pierścień płomienia na jednej stronie papieru pozostawił, mógłbym wam dowieść, odwracając ćwiartkę, że paląca się świeca podobnież kopci, t.j. wydziela węgiel. ~~na jego rodzaju.~~

Jednakże nim wam to pokażę, koniecznym jest abyśmy się przekonali, że, jakkolwiek rezultatem gorzenia świecy jest płomień, - istnieją jednakże rozliczne inne rodzaje palenia, którym nie zawsze towarzyszy płomień tak, jak w świecy. Zobaczycie wkrótce jak ważnym jest dla nas to odkrycie! Ponieważ jesteśmy bardzo młodzi, sądzę, że najdzielniej nam posłuży do zrozumienia zjawisk przedstawione nam ich w krańcowych przeciwieństwach. Oto mamy nieco prochu, który jak wiecie pali się płomieniem. Zawiera on węgiel, inne jeszcze ciała, które łącząc się wybuchają płomieniem. Tu są zaś opiłki żelazne czyli proszek żelaza. Zamierzam je zmieszać z prochem i razem spalić i w tym celu rozetrę je w małym moździerzku. ~~nie, wdmuchując pyłek siłakowy z rurki szklanej~~

Nim jednakże do wykonania przystąpię, musicie mi przyrzec, że doświadczenia tego sami robić nie będziecie, ~~co~~ <sup>narazić się na</sup> co was bardzo proszę, moglibyście bowiem przez to ~~wywołać~~ <sup>niebezpieczeństwo</sup> nieszczęście, ~~gdyż~~ <sup>niebezpieczny wypadek</sup> gdyż ciała te są nader niebezpieczne, jeżeli się kto z nimi nie umie ostrożnie obchodzić. Sypię więc nieco prochu w to małe drewniane naczynie i dodaję opiłek żelaznych, ponieważ chcemy, aby proch zapalił opiłki, które się palić będą w powietrzu. To wam da poznać różnicę między paleniem objawiającem się przez płomień i paleniem bez płomienia. Mieszanka już gotowa. Gdy ją zapalę, starajcie się z uwagą śledzić proces palenia, a zobaczycie że objawia się on dwojakim sposobem: proch palić się będzie płomieniem, opiłki zaś wylecą w powietrze, paląc się bez płomienia, każde z tych ciał oddzielnie się będzie paliło. / Prelegent zapala mieszaninę /.

Patrzcie: proch wybuchnął płomieniem i wysadził w powietrze opiłki, któ-

prawy fajerwerkach /p. t. /

re dają nam przykład nowego rodzaju płomienia. Widzicie więc, jaka w paleniu się ciał zachodzi różnica; od niej zależy żywość i skuteczność płomienia służącego do oświetlania. Biorąc olej, gaz lub świecę, przekonamy się, że siła światła ich płomienia jest rozmaita i zależy ona jedynie od sposobu, jakim te ciała proces swego palenia uwiadcniają.

Płomień niektórych ciał posiada do tego stopnia dziwne własności, że niemałej wprawy i zmysłu spostrzegawczego trzeba, aby rozróżnić rozliczne jego rodzaje.

Tak np. mam tu proszek nadzwyczaj palny i składający się z masy jak najdrobniejszych ziarenek. Nazywa się on pyłkiem widłakowym -lycopodium<sup>1/</sup>, a każdy z osobna jego pyłek wydaje własny swój płomień i parę; ale przypatrując się jego płomieniowi, bylibyście przekonani, że macie przed sobą jednolity płomień. Gdy go zapalę, zobaczycie, płomienny obłok, na oko przedstawiający ścisłą spójność jednej masy, lecz szum, który podczas palenia jednocześnie słyszycie, jest dowodem, że płomień nie jest jednostajny ani jednolity. Proszek ten służy podczas przedstawień teatralnych do urządzania błyskawic na scenie, które następuje on, jak wiecie, w sposób nader udatny. / Prelegent powtarza dwukrotnie doświadczenie, wdmuchując pyłek widłakowy z rurki szklanej w płomień lampy spirytusowej /. To palenie nie jest wcale podobne do tego, jakie mieliśmy sposobność zauważyć przy doświadczeniu z opiłkami żelaznymi, do którego właśnie powrócić musimy.

Przypatrzmy się teraz tej części płomienia świecy, która się nam wydaje najjaśniej świecąca; widzicie, tu te czarne cząsteczki, które nieraz już w waszych oczach z płomienia się wydzielają i które teraz wydobędę innym sposobem. Biorę świecę i oczyszczam ją od nacieków skutkiem prądów powietrza poastających. Umieszczam następnie koniec szklanej rurki w tę najjaśniej właśnie świecąca część płomienia; - wstawiam

---

1/ Pyłek widłakowy jestto proszek żółtawy otrzymywany z zarodników *Lycopodium clavatum*, widłak czołga, babimór lub dzieraza. Używają go przy fajerwerkach /p.t. /

23

rukę w taki sposób, jak w pierwszym naszym doświadczeniu /str. 156 /, jednakże nieco wyżej; zobaczycie co z tego będzie. W miejsce białej pary, otrzymanej w poprzednim doświadczeniu, występuje teraz z rurki czarny dym, Patrzcie, czarny jest jak atrament; nic wspólnego nie ma z poprzednio otrzymaną parą, a jeśli przybliżymy doń świecę, nie tylko że się nie zapali, lecz przeciwnie płomień zgasi. Otóż czarne te cząstki, jakiem wam to już mówił, nie przedstawiają nam nic innego jak dym czyli kopeć świecy; przypomina mi to zabawkę, którą Swift polecał ironicznie swojej służbie dla rozrywki, a która polega na pisaniu po suficie płomieniem świecy. Cóż to więc jest to czarne ciało, które się już przedtem ze świecy wydobywało? Niczem się nie różni od węgla. Znajduje się ono widocznie w świecy, bo inaczej jakże bylibyśmy w stanie stamtąd go wydobyć i uwięzić w butelce? Uważajcie: zapewne nigdy wam jeszcze przez myśl nie przeszło, że żywość i piękność płomienia zależy właśnie od tych czarnych cząstek, od tego pyłku sadzy, który się unosi i krąży w kłębach dymu i że te cząstki palą się w płomieniu świecy tak, jak owe żelazne opiłki w płomieniu prochu? Oto kawałek siatki metalicznej /fig. 16/, nieprzepuszczającej płomienia; jeżeli nim przykryję tę najjaśniejszą świecą część płomienia, zobaczycie, że go natychmiast przygniecie i stłumi, przepuszczając tylko kłąb dymu.

To wszystko uwidocznici wam powinno ten fakt, że gdy ciało jakie pali się tak, jak paliły się opiłki w płomieniu prochu, nie przemieniając się w parę/bez względu na to czy przechodzi przytem w ciecz, czy też pozostaje ciałem stałym /, wydaje wtedy nadzwyczaj silne światło. Aby wam to objaśnić, użyję kilku przykładów, nie mających już związku z świecą, a to dla tego, że to, co właśnie powiedziałem, stosuje się do wszystkich bez różnicy ciał palnych i niepalnych. Wszystkie te ciała, które zachowują w procesie palenia stan swój stały i pod działaniem gorąca nie przekształcają się w parę, wydają bardzo żywe światło i właśnie blask płomienia świecy pochodzi również od znajdujących się w nim tego rodzaju stałych części.

Ażeby dowieść, że płomień jasny od ciał stałych w nim znajdujących się zależy, zrobmy doświadczenie. Weźmy drut platynowy; jestto

ciało nie zmieniający się pod wpływem ciepła. Ogrzewam drut w płomieniu, widzicie, jak jasno błyszczeć poczyną. Zmniejszę płomień do tego stopnia, aby mało tylko światła udzielał, a mimo to zauważyć możecie, że drut platynowy nierównie żywszy od niego blask wydaje, jakkolwiek bardzo mało otrzymuje ciepła. Użyłem płomienia zawierającego węgiel; weźmy teraz inny, w którym się węgiel nie znajduje. W naczyniu tem znajduje się ciało, rodzaj materji palnej, - gaz, parę, nazywajcie je sobie jak się wam podoba, - nie zawierające ani jednej cząstki w stanie stałym. Wybrałem to ciało, ponieważ nam ono da przykład płomienia palącego się bez pomocy cząstek stałych. Rzucam teraz weń to ciało stałe: patrzcie jak gorącym jest ten płomień i jak w nim zabłysło rzucone weń ciało. Oto rurka przeprowadzająca ten osobliwy gaz, zwany wodorem, o którym niezadługo będziemy szczegółowo mówili. A ot i drugie jeszcze ciało, znane pod nazwą tłenu; przy jego pomocy możemy ten wodór zapalić. Mieszanina tych dwóch ciał wytwarza daleko większe ciepło, niż płomień świecy <sup>1</sup>/<sub>2</sub>, ale jednocześnie daje nadzwyczaj słabe światło. Jednakże wrzucając do niej ciało twarde, otrzymujemy światło nader żywe. Zobaczycie, co się stanie, jeżeli pomieszczę w niej kawałek wapna, które nie jest zupełnie ciałem palnym i pod wpływem ciepła nie ulatnia się. Łączę wodór z tlenem i otrzymuję silne gorące, światło zaś jest jeszcze wciąż bardzo słabe, ale to bynajmniej nie dla tego - żeby gorąco miało być nieznaczne, lecz z tej przyczyny, że paląca się mieszanina nie zawiera cząstek, któreby w niej mogły pozostawać w stanie stałym. Chcecie się o tem przekonać? Wrzucmy więc kawałek wapna w płomień wodoru, palącego się w tlenie. Jakież światło! Może śmiało iść o lepsze z żywością elektrycznego i nie ustępuje prawie słonecznemu! Weźmy teraz kawałek węgla drzewnego, a będzie się on palił i świecił tak samo, jak gdyby się znajdował w ognisku płomienia świecy, jako jej część składowa. Ciepło, rozchodzące się od płomienia świecy, rozkłada parę wosku,

---

1/ Bunsen obliczył, że temperatura mieszaniny piorunującej dochodzi do 8,061 st. C. Wodór palący się w powietrzu posiada temperaturę 3,259 st. temperatura gazu z węgla kamiennego wynosi nie więcej jak 2,350 st./p.t./

25

i wydziela cząstki węgla; cząstki te wznoszą się ogrzane i rozżarzone w górę, paląc się tak żywo, jak i te, z których się ten kawałek węgla składa i spalone rozpraszają się w powietrzu nie pod postacią węgla, lecz znikają w atmosferze, przeszedłszy poprzednio w całkiem niewidzialne ciało, o którym mówić będziemy niżej.

Czy nie jest cudowną taka przemiana? Jakże zdumiewającym jest proces, w którym czarny kawałek węgla nagle jasnym się staje i błyszczeć zaczyna. Zjawisko <sup>to</sup> wyjaśnia się następującym sposobem: każdy płomień wydający blask, zawiera cząsteczki stałe: piękne takie światło właściwe jest wszystkim ciałom, które podczas palenia stałe cząstki wytwarzają i nie stanowi bynajmniej różnicy, czy się to odbywa podczas samego procesu palenia, jak to miało miejsce w świecy, czy też bezpośrednio po nim, jakieśmy to widzieli podczas doświadczenia z prochem i opiłkami żelaznymi.

Pragnę wam uwidocznić ten fakt za pomocą kilku jeszcze przykładów. Oto kawałek fosforu, który przy paleniu wydaje żywy płomień, a więc z tego możemy wnosić, że fosfor powinien podczas palenia albo też nieco później, wydzielać cząsteczki stałe /fig. 16/. Zapalam go i przykrywam kloszem szklanym, aby się ani jedna cząstka nie ulotniła. Widzimy dym. Cóż to jest takiego? Otóż ten dym właśnie składa się z takich cząstek stałych, wytwarzających się przez palenie fosforu. Mamy tu inne dwa ciała: chlorek potasu i siarek antymonowy. Zmieszane ze sobą dają się one w rozliczny sposób zapalić. Aby wam dać przykład reakcji chemicznej, dodam do nich najpierw kroplę kwasu siarczanego, a natychmiast wybuchnie ogień. /Prelegent zapala tym sposobem mieszaninę/. A teraz przypatrzcie się i rozstrzygnijcie sami, czy te ciała, płoną, wytwarzają stałe cząstki czy nie. Opierając się na tem, co wam mówiłem i pokazywałem, łatwo możecie sami na to pytanie odpowiedzieć. Wiecie teraz, że żywy blask tego płomienia świadczy o obecności w nim stałych cząstek wznoszących się w powietrze. Pomocnik mój p. Anderson, ma w piecu rozpalony tygiel; wrzucę weń cynkowe opiłki, które palić się w nim będą jak proch. Pokażę wam to doświadczenie, ponieważ go możecie bez trudności sami powtórzyć. Uważajcie, co otrzymujemy przy spalaniu cynku. Otóż się pali i to nie gorzej od świecy. Ale co to za dym, co znaczy ten puch jakby z płatków wełnianych? Zbliży się do was,

26

jakby wiedział, że sami nie możecie doń podejść. Jest to tak zwana przez starożytnych (filozofów węzną). W tyglu pozostało jeszcze nie ma-  
ło tej puszystej substancji. Przy pomocy kawałka tegoż samego cynku, zrobię teraz daleko prostsze doświadczenie, a jak się przekonacie, re-  
zultat otrzymany takiż sam. Cynk, zapalimy tu w płomieniu wodoru, / pre-  
legent wskazuje na kurek gazowy, z którego wychodzi wodór / i postaraj-  
my się metal ten spalić. Patrzcie, zapala się, płonie, a oto macie i  
ciało białe, jako produkt jego palenia. Tym sposobem, jeżeli zastępu-  
ję płomień świecy, płomieniem wodoru i przedstawiam wam ciało w rodza-  
ju cynku, gorejące w płomieniu, z łatwością stwierdzicie, że ono pło-  
nie tylko podczas samego aktu palenia, dopóki się ogrzewa. Jeśli teraz  
wezmę płomień wodoru i wprowadzę wń znów ten biały produkt cynku,  
patrzcie jak on<sup>1</sup> błyszczący i to dlatego jedynie, że jest ciałem stałym.

Przejdźmy teraz znowu do płomienia, zawierającego cząstki węgla i  
starajmy się je z niego wyswobodzić. Biorę kamfinę, która paląc się,  
wydziela wiele dymu i przeprowadzam te cząstki z płomienia za pomocą  
rurki w płomień wodoru; zobaczycie, że się tu zapala i świecić będą,  
gdy się ogrzeją i zapala powtórnie. Oto się zapalają po raz wtóry. Czą-  
stki te lepiej spostrzedz będziecie mogli, jeśli poza płomieniem  
potrzymamy arkusz papieru. Unosząc się w płomieniu rozpalają się skut-  
kiem wysokiego stopnia jego ciepła, - a rozpalwszy się dają silne świa-  
tło. Światła takiego jednakże płomień nie da, jeżeli cząstki takie z  
ciała płonącego się nie odłączają. Płomień gazu świetlnego, zawdzię-  
cza swe jasne światło wydzieleniu podczas palenia cząstek węgla, które  
się w niem podobnie jak w płomieniu świecy zawierają. Ale nic łatwiej-  
szego, jak to zmienić. Oto np. silny płomień gazu <sup>świetlnego</sup> ~~oświetlającego~~. Jeżeli  
li wprowadzę w płomień jego tyle powietrza, że gaz prędzej się spali,  
niż te cząstki zdołają się jedne od drugich oddzielić, nie otrzymam  
takiego światła. W tym celu nakrywam tylko ten prąd gazu dzwonem z dru-  
tu metalicznego; następnie zapalam gaz nad dzwonem i widzimy, że jego  
płomień blasku zupełnie nie daje, a to dla tego, że przed zapaleniem  
zmieszał się z wielką ilością powietrza. Jeżeli podniosę dzwon, zoba-  
czycie, że się pod nim nic nie pali <sup>1/</sup>. Gaz zawiera w dużej ilości wę-

---

1/ Na tem się opiera działanie wielce korzystnego przyrządu pochłaniania.

Węgiel, jeśli jednakże przed paleniem powietrze zdoła się doń dostać i z nim się mieszać, płomień pozostaje, jak tu widzicie, niebieskawym i bladym. Jeżeli dmuchnę na jasno świecący się prąd gazu tak silnie, że wszystkie węgiel spali się wprzód, nim zdoła się rozpaść do ilości, wtedy płomień jego będzie również niebieskawym. / Profesor dopiero swa słowa doświadczeniem, dmuchnąwszy w płomień gazu <sup>świeckiego</sup> ~~świeckiego~~ / Jedyńa przyczyną tego, że nie otrzymuję żywego światła, dmuchając w płomień, stanowi jedynie to, że węgiel otrzymuje tyle powietrza, iż spala się, nie zdoławszy wydzielić się i dosięgnąć płomienia w stanie wolnym. Różnica powstaje jedynie przez to, że nie wydzielają się cząstki stałe, zanim gaz się spali. spirytusu. / Pęcherz trzymany nad

Widzieliście, że podczas palenia się świecy, wytwarzają się rozliczne produkta i że część ich stanowi węgiel czyli sadzę. Węgiel ze swej znów strony, gdy go spalimy, daje nowy produkt i jest dla nas teraz rzeczą ważną rozpoznać, jakiego rodzaju jest ~~nowy ten~~ produkt.

Już wam pokazałem, że podczas palenia coś się ulatnia, teraz zaś postaram się was przekonać, że się to coś ulatnia w dużej ilości. W tym celu urządzimy <sup>proces palenia</sup> na nieco większą skalę. Nad tą świecą wznosi się prąd ogrzanego powietrza, o czym się przekonacie z kilku doświadczeń. Lecz abyście powziąć mogli pojęcie o ilości ciała wznoszącego się tym sposobem, postaramy się zawiadnąć pewną częścią produktów tego palenia.

W tym celu zaopatrzyłem się w mały pęcherzyk, którym właśnie będę <sup>się</sup> posługiwał, aby zmierzyć produkty palenia, stanowiące przedmiot obecnego naszego badania. Urządzę płomień w sposób możliwie najprostszy a zarazem najlepiej odpowiadającym zamierzonemu ~~przez~~ <sup>nie</sup> celowi. Niech

nad świecą, uważając jednakże, aby nie została zakopcona; zobaczycie, że powierzoną jej do palenia świecy, również blask straci jącego dym z takim pożytkiem używanego w laboratoriach. Składa się on z metalicznego walcowatego palnika, którego koniuszczyk pokryty jest dość grubą metaliczną siatką; nad nią unosi się płomień, przyczem zastosowany jest system Arganda w taki sposób, aby się z gazem mogło w znacznej ilości mieszać powietrze, przez co węgiel i wodór mogą się palić jednocześnie, tym sposobem węgiel nie wydzielając płomienia, który z tej właśnie przyczyny nie kopci. Nie mogąc się przedostać przez metaliczną siatkę, pali się on na zewnątrz jej regularnie.

ten talerzyk wyobraża " miseczkę " świecy; spirytus posłuży nam za materiał palny; na talerzyku umieszczę rurkę, aby zatrzymać w skupieniu produkty wydzielające się podczas palenia. Pan Anderson zapali spirytus, a my u wierzchołka rurki będziemy łowić rezultaty palenia. To, co otrzymujemy na końcu rurki, w ogólności nie różni się od rezultatów otrzymanych przy paleniu świecy; tylko że płomień nie jest tutaj tak błyszczący, ponieważ ten materiał palny mało zawiera węgla. Teraz umieszczam pęcherz nad rurką, przytrzymując go tak, aby się w górę nie wyniósł, a tym sposobem będziecie w możności przypatrzeć się działaniu produktów świecy, są one bowiem zupełnie podobne do tych, które obecnie otrzymujemy z tej rurki w skutek palenia się spirytusu. / Pęcherz trzymany nad rurką poczyna się rozdymać /. / Fig. 17 /. Patrzcie jak się pęcherz sili ulecieć, ale należy go przytrzymywać, gdyż w przeciwnym razie mógłby się zetknąć z płomieniami gazowymi i narobiłby nam kłopotu. / Na prośbę profesora gaszą płomień i pozwalają pęcherzowi wznieść się /. To nam dowodzi, jak wielka ilość materii z płomienia się przedtem ulotniła.

Przypuścimy teraz tą rurką, / profesor umieszcza szklaną rurkę nad świecą / wszystkie produkty tej świecy, a zobaczycie, że rurka natychmiast zczernieje. A teraz biorę świecę i przykrywam ją dzwonem szklanym, następnie umieszczam z drugiej strony inną świecę, abyście lepiej mogli zauważyć wszystko, co tu będzie miało miejsce. Widzicie, jak się dzwon wewnątrz mgłą pokrywa, a płomień słabnie. Przyczyną tego są produkty palenia, które właśnie nie przepuszczają promieni światła płomienia i zmętniają ścianki dzwonu. Przyszedszy do domu, weźcie łyżkę, która przedtem leżała w miejscu dostępnym dla powietrza i potrzyjcie ją nad świecą, uważając jednakże, aby nie została zakopconą; zobaczycie, że powierzchnia jej do płomienia świecy zwrócona, również blask straci i zmętnieje jak dzwon ten. Doświadczenie lepiejby się jeszcze powiodło, gdybyście zamiast łyżki mogli użyć srebrnej miseczki

Aby już teraz skłonić was do zastanowienia się nad tym przedmiotem, który będzie treścią naszej następnej pogadanki, powiem wam, że przyczyną tego zmętnienia jest woda. Gdy się następnym razem zbierzemy, pokażę wam, że bez wszelkiej trudności możemy tę wodę przyprowadzić do stanu płynnego.

---

POGADANKA TRZECIA.

*Woda powstająca podczas palenia, jako produkt jego. Masności wody, stany jej*  
~~Produkty palenia; woda powstająca podczas palenia, - Własność wody. -~~  
*skupienia?*

*Woda nie jest pierwiastkiem. - Wodór jako składnik wody. Wy-*  
*tworzenie i właściwości wodoru. Woda jako produkt palenia wodoru.*  
*Stos galwaniczny Volta.*

Przypominacie sobie bez wątpienia, żeśmy byli zmuszeni rozstać się w chwili, gdyśmy właśnie tylko co zajęli się badaniem produktów płonącej świecy. Przekomaliśmy się, że za pomocą odpowiednich środków możemy z palącej się świecy otrzymać różne substancje. Jednego ciała nie byliśmy w stanie otrzymać, jeżeli świeca paliła się prawidłowo. Ciałem tem był - węgiel czyli kopeć. Dalej jeszcze przekonaliśmy się, że istnieje inne także ciało, które unosi się nad płomieniem i w innej nie tak wyraźnie już dostrzegalnej formie jak kopeć przedstawia się, a wychodzi w skład tego zbiorowego prądu, który wznosi się ponad świecę, znika przed oczyma i ulatnia się. Prócz tych produktów, zauważyliśmy jednakże jeszcze inne. Przypominacie sobie, żeśmy we wznoszącym się prądzie biorącym początek w świecy, odnaleźli ciało, osiadające na łyżce, talerzu lub innym chłodnym przedmiocie, a oprócz tego znów przeciwnie <sup>inne</sup> nie zgęszczające się ciało.

Zajmiemy się naprzód częścią, zdolną się zgęszczać, zbadamy ją i ku wielkiemu zdziwieniu naszemu przekonamy się, że nie jest to nic innego jak woda, - najzwyczajniejsza woda. Pod koniec zeszłej pogadanki jużem wam o tem napomknął, - ale mimochodem - nie objaśnawszy tego; wspomniałem jedynie, że pomiędzy zgęszczalnymi produktami świecy, znajduje się i woda. Teraz zaś zwrócę właśnie na to waszą uwagę, - zbadamy starannie wodę, szczególnie w związku z przedmiotem naszych roztrząsań i doświadczeń, a także i w ogóle pod względem znaczenia jej istnienia na powierzchni kuli ziemskiej.

Chcąc zgęścić wodę znajdującą się między produktami świecy, t.j. przemienić stan jej lotny w płynny, będę ją musiał wam pokazać i o obecności jej przekonać. Istnieje doskonały sposób, aby uwidocznić tyłu naraz widzom obecność wody; po objaśnieniu wam, na czem on polega, użyj go dla zbadania kropli tworzącej się pod tem naczyniem. Oto jest ciało chemiczne, odkryte przez sir Humphry Davy'ego: wywiera

*Woda, która powstaje, unosi się nad płomieniem i w innej nie tak wyraźnie już dostrzegalnej formie jak kopeć przedstawia się, a wychodzi w skład tego zbiorowego prądu, który wznosi się ponad świecę, znika przed oczyma i ulatnia się.*



ciwości. Możemy umyślnie domieszać do niej cośkolwiek, możemy rozłożyć ją i wydobyć z niej rozliczne ciała, jednakże pozostanie ona zawsze jednakową, znajdując się czy to w stanie stałym czy też ciekłym lub lotnym. Oto woda / prelegent pokazuje inną butelkę/, otrzymana jako rezultat gorzenia oleju w zwyczajnych naszych lampach. Gdy się lampa pali prawidłowo, to litr oleju daje więcej niż litr wody. Nakoniec przypatrzmy się jeszcze próbce wody otrzymanej <sup>jako wynik</sup> ~~w rezultacie~~ długiego doświadczenia z płomienia świecy woskowej. Możemy dalej prowadzić po kolei te doświadczenia, z większą częścią ciał palnych i za każdym razem, gdy z nich otrzymywać będziemy płomień podobny do płomienia świecy, zobaczymy, że one i wodę wydzielają. Sami nawet możecie bardzo łatwo wykonać te doświadczenia: dostatecznym jest mieć do tego dużą łyżkę metalową, lub jakikolwiek inny przedmiot tego rodzaju; należy tylko uważać, aby był czysty i dobrze przewodził ciepło; woda będzie na nim osiadała, gdy go potrzymacie nad płomieniem.

Zapućmy się głębiej w badanie istoty tego dziwnego tworzenia się wody z ciał palnych, przy ich gorzeniu. Przedewszystkiem powiedzieć wam muszę, że woda może istnieć w rozlicznych warunkach i rozmaitych stanach, Jakkolwiek nie wątpię, że i wam zapewne wszystkie jej formy, są dobrze znane, upraszam was jednakże o uwagę przy wykładzie, abyście się dokładnie przekonać mogli, że we wszystkich swych zmiennych kształtach woda pozostaje zawsze jednakową, czy to pochodzi z destylacji wody morskiej lub rzecznej, czy też powstaje z płomienia świecy.

Przedewszystkiem przy odpowiednio niskiej temperaturze woda zmienia się w lód. My, przyrodnicy - sądzę, że się ze mną na tę nazwę zgadzacie - nie zwracamy bynajmniej żadnej uwagi na to, czy woda przedstawia nam się w stałym, ciekłym lub lotnym stanie; dla nas będzie ona zawsze pod względem chemicznym jednakowa i pozostaje zawsze wodą. Woda składa się z dwóch ciał: jedno z nich wydobyliśmy ze świecy, drugie zaś możemy otrzymać z innego źródła. Woda więc może się przedstawiać pod postacią lodu, jak to widzicie zimą. Lód znowu zmienia się w wodę, - gdy temperatura się podnosi; w skutek zaś silnego ogrzewania, woda zamienia się w parę. Oto mamy tu wodę w najbardziej zgęszczonym stanie, jakie osiągnąć może 1/. Teraz,

---

1/ Co ma miejsce przy 4° C. / 39, 1° F., czyli 3,2 R. / /p.t./.

czy ją zmienimy zapomocą oziębiania w lód, czy też ją ogrzejemy do tego stopnia, że się zamieni w parę, zawsze pozostanie ona wodą, jakkolwiek jej cechy zewnętrzne, ciężar i forma zmienią się pod wieloma względami. W obu razach objętość jej się zwiększy. Należę, naprzykład nieco tej wody w cynowy cylinder: głębokość jej, jak widzicie, wynosi w nim zaledwie dwa cale. Zamienię ją następnie w parę, aby okazać, jak ze zmianą jej postaci, zmienia się również objętość przestrzeni, którą zajmuje.

Podczas gdy woda ta ogrzewać się będzie, postarajmy się tymczasem otrzymać lód, w tym celu dostatecznym będzie oziębic wodę w mieszaninie soli i tłuczonego lodu <sup>1</sup>/<sub>.</sub> Zobaczą, że w tym stanie woda ma większą objętość, niż w stanie płynnym. Mam tu mocne butelki z lanego żelaza; ścianki ich mają nie mniej jak cal grubości. Napełnione są one szczelnie wodą, po wypompowaniu z nich powietrza i hermetycznym zakorkowaniu za pomocą śruby. Skoro woda w butelkach tych zamarźnie, zobaczymy, że nie będą one w stanie jej utrzymać; woda rozszerzy się i rozsądzi butelki w kawałki podobne do odłamków, które tu oto widzicie, a które właśnie pochodzą z zupełnie takich samych, pękniętych już butelek. Kładę te dwie butelki w mieszaninę lodu z solą; aby wam dowieść, że woda, przechodząc w lód, zwiększa swą objętość w sposób tak uderzający.

Oczekując rezultatu tego doświadczenia, zastanowimy się nad przemianą, której uległa woda wystawiona na działanie ciepła; przestała ona być cieczą, jak o tem świadczą niektóre okoliczności. Otwór naczynia, w którym ona wrze, przykryłem płytą szklaną. Cóż widzimy? Płytkę podskakuje, jak wentyl, gdyż para, która się z wrzącej wody wydobywa, chcąc się <sup>przebić</sup> wymknąć z naczynia, podnosi go. Widzicie więc, że para wypełnia już całe naczynie, gdyż w przeciwnym razie nie miałoby przecież potrzeby zeń uchodzić. Widzicie również, że w naczyniu znajduje się obecnie ciało znacznie większej objętości od znajdującej się w niem poprzednio wody, para bowiem wypełnia go bezustannie i całkowicie, mimo że się ciągle oddzielają od niej i podnosząc pokrywę, wylatują na zewnątrz małe obłoczki; pomimo

---

1/ Mieszanina soli i tłuczonego lodu, zniża temperaturę od 32° F. do zera. Podczas tego procesu lód taje. /p. t./.

tej straty, masa wody nie zmniejszyła się na oko, co dowodzi, jak znacznie objętość jej się zwiększa, skoro przechodzi w parę. *znów zapadają*

Wróćmy teraz do naszych butelek z lanego żelaza, które zostawiliśmy w mieszaninie oziębiającej. Pomiedzy wodą w nich zawartą, a otaczającym je lodem nie zachodzi, jak widzicie, żadna łączność. Jednakże między nimi ma miejsce wymiana ciepła i jeżeli nam się doświadczenie udarobimy je bowiem cokolwiek za pospiesznie - to mam nadzieję, że skoro tylko zimno dostatecznie przejmie butelki i zawierający się w nich płyn, natychmiast usłyszymy trzask wskutek ich rozerwania się. Badając je następnie, przekonamy się, że zawarta w nich przedtem woda, przekształciła <sup>się</sup> w masę lodu, której żelazna opona nie mogła całkowicie objąć; okaże się ona dla niej niedostatecznie przestronną, za ciasną, gdyż lód zajmuje więcej miejsca niż woda. Wiecie przecież, że lód pływa po wodzie, Gdy biegając na łyżwach lub ślizgając się po lodzie, napotykamy miejsce mniej pewne, z powodu nieznacznej grubości lodu, staramy się wtedy czempędzej dostać do miejsca, gdzie warstwa lodu posiada dostateczną grubość, aby nas utrzymać. Dlaczegoż lód pływa? Pomyślcie nad tem i rozważcie: lód zajmuje więcej miejsca niż ta masa wody, z której powstał, i dlatego musi przecież mniej ważyć niż równa mu pod względem objętości ilość wody. *... jedna butelka już się odezwała: widzicie na jednym*

Wróćmy do oddziaływania ciepła na wodę. Patrzcie, jaki strumień pary wydobywa się z naszego cynowego cylindra. Widoczną jest rzeczą, że gdyby nie był pełnym, nie wyrzucałby pary w tak znacznej ilości. Przemieniwszy wodę zapomocą ogrzewania w parę, możemy ją napowrót przez ochładzanie przyprowadzić do poprzedniego stanu. Szkło, czy inny jakikolwiek zimny przedmiot, umieszczony nad parą, mętnieje i zwilża się. Dopóki szkło się nie ogrzeje, para się nad nim wciąż zgęszcza w wodę, która przyprowadzona do swego pierwotnego kształtu, ścieka po jego brzegach, podobnie, jak to widzieliśmy poprzednio parę, która jako produkt świecy, zgęszczała się na dnie naczynia, tworząc tam krople. Zrobię jeszcze jedno doświadczenie, aby pokazać, z jaką łatwością woda się zgęszcza i przechodzi z lotnego w stan płynny, zmieniając przy tem w wysokim stopniu swą objętość, Wezmę nasz cynowy cylinder napełniony parą i zakorkuję go. Zobaczycie, co się stanie, gdy parę zmuszę do przejścia w stan

ciekły, oblewając naczynie zimną wodą / fig. 19 / . / Prelegent oblewa cynowe naczynie zimną wodą i w tejże chwili ścianki naczynia zapadają się / . Widzicie co się stało? Gdybym zakorkowawszy naczynie, nie przestał go oblewać, skończyłoby się na tem, że onoby pękło. Gdy jednak para skutkiem oziębienia przechodzi w ciecż, ścianki naczynia zapadają się, ponieważ zgęszczenie pary powoduje wewnątrz próżnię<sup>1)</sup>. Wszystkie te doświadczenia mają na celu przekonać was, że we wszystkich swych przemianach, woda nigdy nie przestaje być sobą, nigdy się w coś innego nie zamienia, jakiegokolwiekbyśmy rozlicznym jej formom nazwy nadali. Zgęszczenie jej spowodowało spłaszczenie się naczynia; w przeciwnym razie, gdybym parę za pomocą ogrzewania nadal rozwijał naczynie by pękło.

A czy wyobrażacie sobie, jaka jest objętość wody, gdy przechodzi w parę? Widzicie oto sześciacz / fig. 20 / / prelegent pokazuje stopę sześcienną / a przy nim obok drugi, znacznie mniejszy, sześcienny cal. Oba jednakiej formy, nakształt dużej i małej kości do gry. Uważajcież: cal sześcienny wody może, przechodząc w parę, objętość swą powiększyć do takiego stopnia, że dorówna<sup>stopie</sup> sześcienną i na odwrót, ta ilość pary może się do takiego stopnia zgęścić, że w stanie ciekłym zajmie tylko przestrzeń jednego cala sześciennego. / W tej chwili pęka jedna z żelaznych butelek / . Oto jedna butelka już się odezwała: widzicie na jednym jej boku kresę szerokości  $1/4$  cala. ( Druga butelka również pęka, rozrzucając na wszystkie strony mieszaninę, w której była umieszczona ). Świetnie! i druga nie wytrzymała. Metal na pół cala grubości został roztrzaskany przez lód. Wszystkie te przemiany odbywają się bezustannie wszędzie, gdziekolwiek znajduje się woda; i celem wywołania podobnych zjawisk zwykle nie ma nawet potrzeby, uciekać się do takich sztucznych środków. Posługujemy się nimi tylko, gdy, zamiast długiej prawdziwej ostrej zimy, potrzeba nam jest na krótką chwilę mała zima z mrozem wystarczającym dla moich butelek. Ale gdy kiedykolwiek wybierzecie się do Kanady lub północnych krajów Europy, przekonacie się, że tam na wolnem powietrzu temperatura okazuje także samo działanie, jakie tu wywołała ochładzająca mieszanina.

Ale wróćmy do naszego właściwego tematu. Po tem, cośmy widzieli, nie

1). *Przebieg działania* Sprawa to ciśnienie powietrza napierające zewnątrz na ścianki naczynia. Dopóki ono było napędzane parą, dawała ona dostateczny przeciwno temu wewnętrzny ciśnieniu odpór neutralizując jego działanie; wewnętrzny ten odpór ustaje jednak z chwilą, gdy para zagnęła się w stan porywy, a następstwem tego jest właśnie zapadanie się ścian naczynia. (Prz. H.)

złudzą już nas przemiany wody. Powtarzam: woda jest wszędzie jednakową, gdziekolwiek się z nią spotykamy, czy to w płomieniu świecy, czy w oceanie. Ale skąd się bierze woda, którą wydobywamy ze świecy? Jakkolwiek pochodzi ona widocznie ze świecy, zachodzi pytanie, czy się rzeczywiście w niej wprzód znajdowała? Bynajmniej. Nie znajdowała się ani w świecy, ani w otaczającym świecę powietrzu do palenia dla niej niezbędnem. Ani tu, ani tam jej nie ma, powstaje jednakże ze wzajemnego działania tych dwóch ciał; jedna jej część pochodzi ze świecy, druga z powietrza.

Chcąc w zupełności pojąć dzieje chemicznego procesu, jaki <sup>rachodzi</sup> ~~ma miejsce~~ ~~się~~ w palącej się przed nami świecy, musimy pójść dalej śladem tego wzajemnego działania, aby je dokładnie zbadać. Ale jak przystąpić do zbadania tajemnicy tego procesu? Mam na to wiele sposobów; chciałbym jednakże, żebyście sobie z tego sami sprawę zdali, przypomniawszy sobie wszystko, coście odemnie słyszeli i wyprowadziwszy ciąg wniosków z tego, co już wam jest wiadomem.

Środek, który tu mam pod ręką, naprowadzi nas, o ile sądzę, na drogę do rozwiązania tej kwestyi wiodącą. Brałem niedawno potas - ciało wywierające pewne działanie na wodę, jak to pokazał sir Humphry Davy; działanie to przypomnę wam, powtarzając doświadczenie w tej miseczce / Fig. 21 /. Z potasem muszę się bardzo ostrożnie obchodzić, gdyby bowiem prysnęła nań kropla wody, część jej jużby spowodowała wybuch; a gdyby powietrze miało do niego wolny przystęp, całyby nagle płonąć począł. Piękny ten błyszczący metal, ulega prędkiej zmianie w atmosferze powietrza, a prędszej jeszcze w wodzie, jak to już widzieliśmy. Położę kawałek tego ciała na wodę i otrzymam tym sposobem zadziwiające zjawisko: pływającą lampę, która pali się i świeci przy pomocy wody, zamiast powietrza. Z drugiej zaś strony i żelazne opiłki, jeśli je do wody rzucę, również ulegną zmianie; jakkolwiek nie w takim stopniu, jak potas, niemniej jednakże formę swą zmienią. Pokryją się rdzą i tem dowiodą, że również działają na wodę, lubo z mniejszą siłą niż piękny ten metal. Pragnę, abyście zapamiętali i w umyśle swym zestawili z sobą te różne na pozór fakta. Mam tu inny jeszcze metal - cynk. Że on również jest w stanie płonąć, mieliśmy już sposobność się przekonać, badając ten

metal i ciało stałe, jakie po spaleniu jego pozostaje: z tego wyprowadzam wniosek, że biorąc t<sub>o</sub> oto cieką blaszkę cynku i trzymając ją nad świecą, otrzymamy proces, który będzie zajmował miejsce pośrednie między płomieniem potasu na wodzie i działaniem żelaza na wodę. Tu oto, jak widzicie, ma właśnie miejsce taki proces gorzenia. Metal zgorzał i zostawił po sobie biały popiół czyli osad. Metal ten wywiera na wodę również pewnego rodzaju działanie.

~~Po kolei~~ <sup>dalej</sup> więc odkryliśmy, jakim sposobem można rozpoznawać działanie rozlicznych tych ciał i zmuszać je do opowiedzenia nam wszystk<sup>iego</sup>o, cośmy o nich wiedzieć chcieli. Wróćmyż się jeszcze do żelaza. We wszystkich prawie chemicznych procesach widzimy, że do rezultatów ich przyczynia się ciepło; chcąc szczegółowo i dokładnie zbadać wzajemne na siebie oddziaływanie ciał, musimy zawsze zdawać sobie sprawę z wpływu, jaki na wszystkie te reakcje wywiera ciepło. Przypuszczam, że pamiętacie jeszcze, jak pięknie płoną w powietrzu żelazne opiłki; mimo to pokażę wam inne jeszcze doświadczenie, przez które lepiej zrozumiecie wszystko, co wam później o działaniu żelaza na wodę powiem. W płomień, który odkrywam w tym celu, aby jak się to zapewne sami domyślacie, nie tamować wolnego doń przystępu powietrza, rzucam żelazne opiłki - i widzicie jak pięknie winim płoną. Spalenie to jest naturalnie rezultatem chemicznego procesu, jaki się podczas zapalania tych opiłek odbywa. Przystąpimy teraz do innego jeszcze zjawiska i dowiemy się, jak (działa żelazo) w zetknięciu z wodą. Samo ono nam tę historię opowie i to tak pięknie, po kolei i systematycznie, że to opowiadanie bez wątpienia bardzo was zainteresuje.

Mamy tu piecyk / fig. 22 /, przez który przechodzi żelazna rurka, podobna do lufy od strzelby. Napełniłem ją błyszczącymi żelaznymi opiłkami i podłożyłem pod nią ogień, aby ją rozpalić do czerwoności. W rurkę wprowadzić możemy albo powietrze, albo też parę, celem zetknięcia się jej z opiłkami. Wprowadzimy w nią parę z tego małego kociołka, ale tymczasem zamkniemy korek, aby jej nie puszczając w rurkę, póki nie nadejdzie odpowiednia chwila. Po drugiej stronie piecyka stoi naczynie z wodą zabarwioną na niebiesko, abyście wszystko co się stanie, lepiej widzieć mogli. Wiecie już, że gdybym parę wpuścił do wody, przeprowadziwszy ją przez rurkę - musiałaby się ona na nowo zgęścić; widzieliście bowiem, że

ochładzając się, zmienia swój stan lotny w płynny. Pamiętajcie, jak się ścisnęła, że aż się zapadły ścianki tego cylindra, gdyśmy go obleli zimną wodą. / Prelegent pokazuje cynowy cylinder, który był użyty w jednym z poprzednich doświadczeń /. Tym sposobem para, gdy ją przez tę rurkę przepuszczę, zgęściłaby się, gdyby rurka pozostała zimną. Dla tego też, dla doświadczenia mego ogrzałem ją, Będę teraz w rurkę puszczał parę w niewielkich ilościach, a gdy z drugiego jej końca będzie wychodziła, sami zobaczycie, czy się zgęszcza czy nie. Aby zgęścić parę i zamienić ją ponownie w ciecz, należy tylko zniżyć jej temperaturę; ale widzicie, że jakkolwiek ochładzam temperaturę gazu nagromadzonego w tem naczyniu, przepuszczając go, przez wodę po wyjściu z rurki, gaz się nie zmienia w wodę. Poddam go innemu jeszcze doświadczeniu. Przewracam naczynie, aby się gaz nie wymknął i zbliżam do otworu płomień, gaz się zapali z lekkim szumem. To wystarcza, aby nas przekonać, że gaz ten nie jest parą; para bowiem nie płonie, ale nawet płomień gasi, gdy tymczasem zawartość tego naczynia zapala się. Ciało to znajdujemy zarówno w wodzie pochodzącej z płomienia świecy, jak i otrzymanej innym sposobem. <sup>je otrzymujemy</sup> Gdy przez działanie żelaza na parę wodną, to po tem doświadczeniu, żelazo, <sup>go</sup> któregośmy użyli, znajduje się w stanie podobnym do tego, jaki przedstawiały spalone opiłki żelazne. Staje się ono cięższem, niż było przed doświadczeniem, Jeżeli bowiem to żelazo, <sup>je</sup> pozostawiwszy w rurce - ogrzejemy, nie wprowadzając ani powietrza, ani wody, aż do ostygnięcia, to jego ciężar się nie zmieni; prąd jednakże pary, przeszedłszy przez nie, zwiększył jego ciężar; zabrało więc ono sobie coś od pary; z drugiej zaś strony otrzymaliśmy ciało przepuszczone przez nie. Drugie naczynie, któreśmy podstawili, jest już gazem tym napełnione: mogę więc wykonać z niem nader zajmujące doświadczenie. Gaz, który z rurki wyszedł, okazał się palnym, co mogę wam powtórnie dowieść, zetknąwszy go z płomieniem; pragnąłbym jednakże, jeżeli można, pokazać wam coś więcej jeszcze. Ten palny gaz jest nadzwyczaj lekki. Para się zgęszcza, - ale to ciało wznosi się w powietrze i w żaden sposób nie daje się zgęścić. Wezmę drugie naczynie, w którym nic niema prócz powietrza. Aby się o tem przekonać, zbliżysz doń płomień. Biorę teraz pierwsze nasze naczynie gazem napełnione,

... dla tego, że już

i przewracam je dnem do góry, aby gaz nie uszedł i postępuję z niem tak, jakbym ciało w niem znajdujące się przelać miał do drugiego naczynia, nachylając je oba ku sobie w ten sposób, aby się otworami zetknęły. Następnie oba otworami stykające się z sobą naczynia ostrożnie odwracamatak, aby naczynie gazem napełnione znalazło się na spodzie. Cóż się wtedy stanie? Oto to gazem wypełnione naczynie, wypróżni się tak, że nie znajdziemy w niem teraz nic prócz powietrza, drugie zaś przedtem próżne, zawierając będzie obecnie cały ten palny gaz, który w nie w ten sposób z tamtego przelałem. Gaz ten posiada wielką wartość dla dalszych naszych badań nad produktami palącej się świecy.

Otrzymaliśmy go zapomocą oddziaływania żelaza na parę, możemy go atoli wydobyć także zapomocą innych ciał, które, jak widzieliśmy, tak silnie oddziaływają na wodę. Mając kawałek potasu i zastosowawszy konieczne do tego ostrożności, otrzymamy tenże sam gaz. Jeżeli zastąpię potas cynkiem, to po uważnem badaniu spostrzeżemy, że główną przyczyną, która przeszkadza temu metalowi również ciągle oddziaływać jak potas, jest to, że przez działanie na niego wody, cynk pokrywa się osadem, który nie pozwala mu następnie stykać się bezpośrednio z wodą. Tym sposobem, jeżeli do naczynia z wodą włożymy tylko cynk, to połączenie ich nie da prawie żadnych rezultatów. Lecz jeśli rozpuszczę ten wierzchni osad, przeszkadzający właśnie działaniu metalu, / co się da łatwo uskutecznić zapomocą małej ilości kwasu /, zobaczymy, że cynk oddziaływa na wodę zupełnie jak żelazo i to nawet przy zwyczajnej temperaturze. Umożliwi właśnie ciągłość tego procesu kwas, łącząc się z utworzonym tlenkiem cynku i rozpuszczając w ten sposób osad na cynku. / fig. 24 /. Dodałem teraz kwasu do szklanki i osiągam rezultat zupełnie taki sam, jakiby wypadł od wrzenia wody. Widzimy, że od cynku zaczęło się <sup>coś</sup> nader obficie oddzielać; nie jest to jednak para. Przewrócone nad mieszaniną naczynie już się tem wypełniło i wkrótce zobaczycie, że znajduje się w niem ciało palne, zupełnie podobne do gazu wydobytego przeze mnie poprzednio przy przepuszczaniu pary przez żelazo. To mianowicie ciało otrzymujemy właśnie z wody; ono to znajduje się także w świecy. <sup>a co?</sup> Spróbujmy teraz rozebrać stosunek zachodzący między temi dwoma zjawiskami. Gazem tym jest wodór - ciało należące do rzędu tych które chemicy nazywają pierwiastkami / elementami /;- dla tego, że już

dalej na inne ciała rozłożyć się nie dają. Świeca nie jest pierwiastkiem, dlatego, że już z niej wydobyliśmy węgiel i wodór, albo przynajmniej wodę dostarczającą tego gazu. Nazwę wodór pochodzącą od dawniejszej wodoród, otrzymało to ciało dlatego, że wpołączeniu z innym pierwiastkiem tworzy wodę.

Ponieważ p. Anderson zebrał już kilka flaszek tego gazu, pokażę wam kilka nowych z nim doświadczeń. Robię je bez obawy, lecz gdybyście je chcieli sami powtórzyć, proszę was uważać pilnie, zachowując przy tem wszelkie środki ostrożności i robiąc je tylko za wyraźnem zezwoleniem swych rodziców. W miarę tego, jak wiedza nasza z dziedziny chemii się z bogaca, zmuszeni jesteśmy, coraz częściej mieć do czynienia z ciałami, które przy nieostrożnem obejściu <sup>z nieuci</sup> mogą się stać dla nas bardzo szkodliwymi. W niezręcznych lub nieostrożnych rękach, kwasy, ciała palne, których używamy, i ogień mogą się łatwo stać niebezpiecznymi.

Ażeby wydobyć wodór, trzeba mieć pod ręką kawałki cynku i kwas siarczany, albo chlorowodorny. Tak nazywana dawniej " filozoficzna świeca ", składa się z butelki zamkniętej korkiem, przez który przechodzi rurka. Kładę do flaszki kilka kawałków cynku, mając zamiar użyć tego przyboru do naszych doświadczeń. Chcę, ażebyście się sami nauczyli przygotowywać wodór i mogli robić w domu doświadczenia nad tym gazem, jeżeli na to uzyskacie pozwolenie i jeżeli to będzie was interesowało. Widzicie, że staram się napełnić flaszkę jak najwięcej, jednak niezupełnie. Robię to dla tego, ponieważ wydzielający się gaz jest nadzwyczaj palnym i w zetknięciu z powietrzem natychmiast się zapala. Dlatego gdybyśmy zbliżyli płomień do wierzchniego otworu rurki, wprzód nim powietrze zupełnie się wydali z przestrzeni między powierzchnią cieczy a korkiem, mogłoby się wydarzyć nieszczęście. Teraz dolewam kwasu siarczanego / Fig. 25 /. Wziąłem bardzo mało cynku i dużo kwasu siarczanego i wody, gdyż chcę, by doświadczenie trwało dłużej. Dlatego zaś zmieniłem stosunek moich czynników, żeby otrzymać więcej prawidłowy <sup>rezultat</sup> i by gaz nie tworzył się ani zbyt prędko ani też zbyt powoli. Biorę szklanę, przewracam ją i trzymam nad rurką. Wiedząc, jak lekkim jest wodór, liczę na to, że wszedłszy do

2) Obiektami są: szklany balon, siarczyn (No. 12)

*[Faint handwritten notes at the bottom of the page]*

szklanki, przez pewien czas zatrzyma się w niej. Sprobujmy, zdaje się, żeśmy go rzeczywiście schwytali. / Profesor zbliża ogień do szklanki /. Otóż zapłonął! Teraz zaś zbliżę ogień do wierzchniego końca rurki. Patrzcie, wodór pali się, nie gasnąc. To jest właśnie owa filozoficzna świeca. Powiecie może, że jest to słaby i skromny płomyk, ale za to żaden zwyczajny płomień nie zawiera w sobie tyle ciepła. Dopóki płomień nasz pali się prawidłowo, sprobujemy poddać go kilku doświadczeniom, ażeby zbadać produkty jego spalania i wyprowadzić z rezultatów ich potrzebne nam wnioski.

Świeca tworzy, jak wiemy, wodę, z wody otrzymaliśmy wodór; cóż nam daje ta butelka z wodorem wydająca płomień podobny do płomienia świecy palącej się na powietrzu? Żeby odpowiedzieć na to pytanie, postawię ja, pod tym przyrządem / fig. 26 /, w celu zebrania z płomienia wodoru wszelkich produktów <sup>jego</sup> palenia. Niebawem zobaczycie, że cylinder stanie się wewnątrz wilgotnym, potem zaś na ściankach ukaże się woda, tym razem jako wytwór palenia się wodoru. Woda ta reagować będzie na nasze czynniki jak i każda inna, ponieważ powstała tym samym sposobem jak i w poprzednich doświadczeniach.

Wodór jest ciałem nadzwyczaj <sup>cięższym</sup> ~~zajmującym~~. Jest on o wiele lżejszy od atmosferycznego powietrza, co mogę stwierdzić doświadczeniem, które bardzo łatwo będzie każdemu z was powtórzyć. Weźmiemy nasze źródło wodoru i naczynie wody z mydłem / ~~z mydłem~~ /; następnie kauczukową rurkę łączącą się z wodorem; na drugim jej końcu jest osadzona fajeczka, którą zanurzam w wodę z mydłem. Wodór się wyswabza i z wody wyskakuje przez fajeczkę bańki. Widzicie, że bańki mydlane spadają na ziemię, kiedy je nadymam swoim oddechem: patrzcież, co za różnica, kiedy się tworzą za pomocą wodoru. / Profesor dmucha przez gaz i tym sposobem robi bańki, które wzlatują aż do samego sufitu amfiteatru /. Widzicie jak gaz ten jest lekki; nie tylko unosi zwyczajną bańkę mydlaną, ale i dość wielką kroplę wody, przylegającą do bańki. Ale jeszcze lepiej mogę wam okazać jego lekkość. Zapomocą tego gazu wznoszą daleko większe bańki, niż te, któreśmy dopiero <sup>co</sup> widzieli; dawniej używano go nawet do wypełniania balonów. <sup>2)</sup>

Pomocnik mój przymocuje tę rurkę do naszego przyrządu, wytwarzającego <sup>prody tej nadyjesis</sup> 1). Do ~~obserwowania~~ tego najlepiej ~~używać~~ <sup>używać</sup> małego, mierzbyt obrotowego Kieliszka. Jeżeli ~~zajmiesz się~~ <sup>zajmiesz się</sup> schwytamy wien wodor z flaszki jest czysty, a więc z powietrzem niezmieszany zawartość Kieliszka zapali się na zbliżeniu do płomienia zapalającego lekkim traskiem, jeżeli jednak ~~przytem~~ <sup>przytem</sup> nastąpi ~~gwałt~~ <sup>gwałt</sup> lub trask silniejszy znaczy, że z gazem zmieszane jest jeszcze powietrze. w takim razie nie należy jeszcze zapalać wprost gazu uchodzącego z rurki, gdyż może nastąpić bardzo eksplozja, która flaszki rozsadzi. (Prz. 10.)

2). Obecnie kładę słizy balonem sterowniczym (Prz. 11.)

wodór, aby otrzymać strumień tego gazu, którym możemy wypełnić tę kulę, zrobioną z colodium. Nie potrzebuję bardzo dbać o usunięcie z kuli powietrza; jestem przekonany, że w każdym razie gaz podniesie ją. / Wydymają dwie kule z colodium; wznoszą się one, ale jedną wstrzymują przywiązanym sznurkiem /. Oto kula znacznych rozmiarów, błonka jej jest bardzo cienka; wypełnimy ją i puścimy na wolność. Widzicie jak latają po powietrzu, dopóki z nich gaz nie uleci.

Co się tyczy wagi tego ciała, to jego nadzwyczajna lekkość uwidoczni się wam, jeżeli ją porównacie z innym znanym ciałem n.p. z wodą. Litru wodoru waży 0,089 grama, podczas gdy ta sama ilość wody waży 1 kilogram  $\frac{1}{1000}$ . A podczas gdy 1 kilogram wody zajmuje przestrzeń objętości 1 litra, to 1 kilogram wodoru zająłby przeszło 11000 litrów. Widzicie więc, jak wielką jest różnica między wodorem a wodą, co do wagi. Wodór nie tworzy żadnego ciała, któreby mogło przechodzić w stan stały podczas palenia się lub potem; paląc się, tworzy tylko wodę, a jeżeli nad płomieniem jego postawimy zimną szklankę, to szkło stanie się tak wilgotnem, że wkrótce utworzy się znaczna ilość wody. Palenie się wodoru nie tworzy nic więcej prócz wody, zupełnie podobnej do tej, jakąśmy otrzymali z płomienia świecy. Musicie to sobie koniecznie zapamiętać, że wodór jest jedynym ciałem, którego palenie nie daje nic więcej prócz wody.

Następnym razem postaramy się zapomocą kilku doświadczeń, zbadać ściślej ogólne własności i skład wody. Dlatego zatrzymam was jeszcze przez kilka minut, abyście lepiej byli przygotowani do dalszego badania przedmiotu, do którego w przyszłej pogadance przystąpimy. Chcę wam wskazać sposób, zapomocą którego możemy zniewolić cynk, wywierający na wodę jak widzieliśmy, pewien wpływ, do ześrodkowania całej swej siły działania w jednym punkcie, wedle naszego życzenia. Przed zakończeniem dzisiejszej pogadanki, chcę wam dać niejaki pojęcie o tem, co to takiego jest bateria galwaniczna i jaka jest jej siła. Pokażę wam w tym celu przyrząd, którego będziemy przy dalszych doświadczeniach używali. Widzicie w mojej ręce końce drutów, wychodzące z baterii galwanicznej, te druty pozwalają mi rozporządzać siłą, zapomocą której będę oddziały-

---

1/ 1 kilogram - 1,000 gram.

wał na wodę.

Widzieliśmy przedtem jaka siła palenia zawiera się w potasie, cynku, żelaznych opiłkach, żadne jednak z tych nie może iść w porównanie z siłą baterji galwanicznej. / Profesor łączy druty, ~~z~~ co powoduje jasną błyskawicę /. Blask ten tworzy się przez siłę chemiczną czterdziestu palących się płyt cynkowych. Za pomocą metalicznych drutów, mogę kierować tą siłą, wedle mego upodobania, jakkolwiek jest ona tak potężną, że gdybym niezręcznie połączył te druty, zabiłaby mnie na miejscu. Siła ta, której działanie objawia się wam, zanim zdążycie policzyć do pięciu, dorównuje sile kilku błyskawic. / Profesor łączy druty i dobywa elektryczną iskrę /, 1/ Ażeby dać wam dokładne pojęcie o tej potędze, znów łączę końce drutów dobywających tę siłę z baterji i jeżeli się nie mylę, będziemy mogli za pomocą niej spalić tę żelazną sztabę. <sup>z siłą chemiczną,</sup> Na następnem zebraniu zwrócę działanie <sup>tej</sup> ~~tej siły chemicznej~~ na wodę, a zobaczycie, co będzie z tego za wynik.

---

1/ Profesor Faraday obliczył, że ilość elektryczności potrzebnej do rozłożenia decigramu wody, równa się bardzo silnej błyskawicy. /p.t. /

---

POGADANKA CZWARTA.

*Działania chemiczne prąd elektrycznego. Rozbicie wody za pomocą prądu elektrycznego. Powstanie wodoru i tlenu z wody. Wodór świecy. Przy paleniu zmienia się w wodę. Inne części wody. - Gęstość mieszaniny gazu i powietrza. Tętno drugie składni wody. Skład wody. Wytworzenie tlenu i wodoru. Jego rola w procesach spalania.*

Stwierdziliśmy, że przy paleniu się świeca tworzy wodę, zupełnie taką samą jak każda zwyczajna woda; dalsze zaś badanie pokazało nam, że woda zawiera w sobie bardzo ciekawy gaz, który nazywa się wodorem, a którego próbkę mamy tu oto w tem naczyniu. Następnie znaleźliśmy, że wodór nadzwyczaj łatwo zapala się i tworzy wodę. Nakoniec zwróciłem uwagę waszą na przyrząd, tak zbudowany, że może doprowadzać do końców drutów metalicznych, wytwarzającą się w nim nadzwyczaj energiczną siłę chemiczną. Powiedziałem, że zastosuję działanie tej siły, aby rozłożyć wodę i zobaczyć, co się w niej zawiera prócz wodoru; pamiętacie, bowiem, że kiedyśmy przepuszczali parę przez rozgrzaną rurkę żelazną, bynajmniej nie wracała nam się pierwotna waga wody, którą w postaci pary zużywaliśmy, pomimo uzyskania dużej ilości gazu. A zatem trzeba zbadać, co jeszcze znajduje się w wodzie.

Własności i sposób użycia tego przyrządu zrozumiecie, przypatrując się kilku doświadczeniom. Weźmiemy najpierw kilka ciał znanych i zobaczymy, co z nimi zrobi nasz przyrząd. Oto jest miedź i kwas azotny. Kwas ten, jak zobaczycie, wywiera silne działanie chemiczne na miedź. Jeżeli ją w nim zanurzę, wydziela się z niego piękna czerwona para. Zresztą przykro jest nią oddechać, a ponieważ i zgoła jest nam niepotrzebna, więc p. Anderson potrzyma na chwilę naczynie z tą mieszaniną przy piecu, ażebyśmy mogli potem zająć się naszym interesującym i pożytecznym doświadczeniem już bez tej zawady.

Miedź włożona do naczynia, rozpuszcza się i przemienia kwas i wodę w niebieską ciecz, która zawiera w sobie miedź z domieszką innych ciał. Chcę wam więc pokazać, jak będzie na nią działała bateria galwaniczna. Tymczasem zaś przygotowujemy inne doświadczenie, które pozwoli nam ocenić siłę tego przyrządu. Oto ciecz podobna do czystej wody, zawierająca wszakże ciało jeszcze nam nieznanne, podobnie jak zresztą i w skład wody wchodzi jeszcze pewne ciało, którego dotąd nieznamy. Na-

lewam ten roztwór soli <sup>1/</sup> na arkusz papieru i rozpościeram go po niem; następnie działać nań będę baterią. Uważajcie, co się stanie; zobaczycie kilka zjawisk, które będziemy mogli spożytkować. Kładę zmoczony papier na blachę cynową, co nam ułatwi działanie chemiczne siły, której chcę użyć. Widzicie, że rozlany roztwór na papierze i na blaszce cynowej, zgoła żadnej nie uległ zmianie, t.j. nie wszedł w zetknięcie z żadnym ciałem, któreby mogło zmienić jego skład; teraz możemy spróbować na nim działania baterii. Naprzód jednak zobaczymy, czy sama bateria jest w porządku. Oto są druty doprowadzające jej siłę chemiczną; upewnijmy się za ich pomocą, czy w takim samym stanie jest nasz przyrząd, w jakim był poprzedniego wieczoru. Przekonać się o tem bardzo łatwo. Widzicie, napróżno zbliżam teraz końce drutów - nie otrzymujemy żadnego objawu działania, ponieważ przewody czyli drogi, po których przechodzi elektryczność, są przerwane. Ale otóż, donosi mi właśnie p. Anderson zapomocą pojawiającej się w tej chwili iskry telegraficznej, że wszystko jest w porządku. Zanim jednak przystąpimy do doświadczenia, poproszę go, aby znów przerwał kontakt w baterii, tymczasem zaś połączymy oba bieguny drutem platynowym. Jeśli choć pewna część drutu rozżarzy się, będziemy mogli przystąpić do doświadczenia, bez obawy niepowodzenia. Zobaczymy. / Bieguny łączą drutem platynowym, który po pewnym przeciągu czasu rozpala się do czerwoności /. Widzicie, że po drucie przechodzi elektryczna siła: ażeby lepiej stwierdzić działanie i obecność tego czynnika, zapomocą którego będziemy badali wodę, wziąłem drut dość cienki.

Weźmy dwie blaszki platyny <sup>2/</sup> i połóżmy na ten mokry arkusz papieru, podłożony cyną; żadnej zmiany nie widać; wszystko pozostaje

---

1/ Roztwór octanu ołowiu pod działaniem baterii galwanicznej rozkłada się na ołów przy biegunie ujemnym i dwutlenek ołowiu przy dodatnim. Roztwór azotanu srebra wobec takich warunków daje srebro przy —, a dwutlenek przy + / p.t./.

2/ Platyna, której nazwa ~~nie~~ <sup>jest</sup> wzięta z hiszpańskiego platina - sreberkoznana jest w Europie dopiero od 1750 r. Przy kuciu metal ten staje

w tym samym stanie; nie objawia się najmniejsze działanie. Lecz patrzcie, co stanie się dalej. Jeżeli końce drutów baterji położę na blaszkę platynową każdy z osobna, nie otrzymam żadnego rezultatu. Jeżeli oba druty równocześnie z nią połączę; patrzcie, co się dzieje. / Pod obydwoma biegunami baterji występują ciemne punkty /. Wydobyłem z roztworu coś ciemnego i otrzymałem na papierze plamy. Myślę, że przyłożysz jeden z biegunów do blachy cynowej po drugiej stronie papieru, będę mógł pisać na papierze. Sprobuje napisać coś bez pióra i atramentu - otóż i macie telegram / Profesor pisze jednym elektrycznym drutem na papierze wyraz: " młodzież " /. Patrzcie, do jak bajecznych doszliśmy rezultatów!

Widzicie więc, że wydobyłem z roztworu ciało przedtem nam nieznanne. Weźmiemy teraz butelkę, którą mi podaje mój pomocnik i zobaczymy, co z niej można wydobyć. Wiecie, że znajduje się w niej ciecz, którą tylko co otrzymaliśmy z miedzi i kwasu azotnego, podczas gdyśmy podejmowali inne doświadczenia. Robię ten eksperyment z pewnym pośpiechem i dlatego rezultat może być niezupełnie ~~zadowalający~~ zadowalający: wolę jednak, abyście naocznie widzieli, jak to wszystko się robi i dlatego nie przygotowałem wcześniej tego, co nam potrzeba.

A teraz patrzcie: te dwie platynowe blaszki stanowią obecnie końce naszego przyrządu, przyprowadzę w zetknięcie z roztworem, jak to robiłem przed chwilą z cieczą, którą wylałem na papier. Wszystko jednak, czy wylejemy roztwór na papier, czy pozostawimy go w butelce; idzie tylko o to, abyśmy go złączyli z drutami baterji. Jeżeli w ten roztwór zanurzymy obie rozłączone blaszki platyny, to po wyjęciu ich zobaczymy, że pozostały równie białe i czyste, jak były przedtem; ale zetknąwszy je z siłą elektryczną / profesor przywraca kontakt pomiędzy baterją a blaszkami platyny i znowu zanurza je w roztworze /, spostrzeżemy, że jedna z nich na pozór zamieniła się szybko w inny metal. Nieprawdaż?

Czyż można jednak przypuścić, że to jest para? Rozumie się, że nie: para nie pozostawałaby nad wodę w takim niezmiennym stanie, nie się tak białym, jak srebro; niema ani zapachu, ani smaku. Faraday poświęcił mu oddzielny bardzo zajmujący odczyt / p.t. /

to musi być jakiś gaz stały. Czemże on jest? Czy to czasem nie wodór? Niechże sam nam powie o sobie. Jeżeli jest wodorem, to musi się zapalić

/ Profesor zapala część nagromadzonego gazu, który wybuchł i spalił się

*D. t. j. gaz nie ogólny.*

46

/ profesor wyjmuję jedną z blaszek z roztworu /. Zdaje się jakby była miedziana. Druga zaś / profesor wyjmuję i drugą z naczynia / została taką jaką była. Jeżeli blaszki przestawię, to miedź przejdzie z prawej na lewą. Blaszka, która pokryła się miedzią, okaże się po wyjęciu białą, zaś ta, która wprzód była czystą, okryje się warstwą miedzi. Doświadczenie to dowodzi, że przy pomocy naszego przyrządu, możemy wydobywać z roztworu miedź w nim rozpuszczoną.

Porzućmy teraz ten roztwór i zobaczymy, jak bateria działa na wodę. Oto są dwie małe blaszki, które zamienimy na końce baterii. Następnie mamy niewielkie naczynie / C // fig.27 /, które możemy rozebrać na części, ażebyśmy poznali jego budowę. Dalej biorę dwa naczynia z rtęcią i zanurzam w nie końce drutów / A i B /, połączonych z platynowymi blaszkami / fig.27 /. Do naczynia / C / nalewam wody z małą domieszką kwasu / który dodaje się tylko dla zwiększenia chyżości działania /. Na wierzchu naczynia przymocowałem zgiętą szklaną rurkę / D /, która zapewne przypomni wam nasze doświadczenie z lufą od fuzyi. Drugi zaś koniec rurki jest doprowadzony pod odwrócone dnem do góry naczynie / E /. Teraz wszystko jest w porządku i spróbujemy działania naszego przyrządu na wodę, która się w nim znajduje. W poprzednim doświadczeniu przeprowadzałem wodę przez rozpaloną do czerwoności rurę. Teraz przeprowadzę elektryczność przez zawartość tego naczynia. Być może, że doprowadzę wodę do stanu wrzenia. W takim razie da mi parę, wiecie zaś, że para ziębnąc, zgęszcza się, a z tego łatwo osądzicie, czy woda wrze czy nie. Bardzo jednak być może, że otrzymamy inne zjawisko, pozornie tylko podobne do wrzenia wody. Zobaczymy. Jeden przewodnik kładę z jednej strony / A /, a drugi z drugiej / B /. Patrzcie, czy nastąpiła jaka zmiana.<sup>2</sup> Zdaje się, że woda rzeczywiście wrze; ale czyż to jest wrzenie? Zobaczymy, czy w istocie jest parą to, co się z niej wydziela. Naczynie / E / szybko napełnia się parą, jeśli to w samej rzeczy, jest para. Czyż można jednak przypuścić, że to jest para? Rozumie się, że nie: para nie pozostawałaby nad wodą w takim niezmiennym stanie, nie zgęszczając się. Nie ulega zatem wątpliwości, że to nie jest para i że to musi być jakiś gaz stały.<sup>1)</sup> Czemże on jest? Czy to czasem nie wodór? Niechże sam nam powie o sobie. Jeśli jest wodorem, to musi się zapalić / Profesor zapala część nagromadzonego gazu, który wybucha i spala się/

*1). t. j. gaz nie zgeneralny.*

47

W rzeczy samej, pali się, tylko nie tak jak wodór. Wodór wydałby <sup>wyprawki</sup> płomień również takiego koloru, nie dałby się <sup>jednak</sup> ~~usłyszeć~~ przytem trzask. Nadto, pokazuje się, że otrzymany przez nas gaz, może się palić i bez dopływu powietrza. Ażeby jeszcze lepiej uwidocznic wam szczególne właściwości tego procesu, przygotowałem jeszcze inny przyrząd. Chcę wam dowieść, że gaz ten, czemkolwiek jest, może palić się bez powietrza i tem różni się od świecy. Oto co zrobimy. Weźmy szklane naczynie / G fig. 27 /, do którego są przymocowane dwa platynowe druty, przewodzące elektryczność. Postawimy naczynie to na pneumatycznej pompie i wyciągniemy z niego powietrze. Wypróżniwszy, przyśrubowujemy je do naczynia z gazem, ażeby do niego uchodził ten gaz wydobywający się z wody zapomocą działania galwanizmu, albo lepiej powiedziawszy, który powstał z przemiany wody. Nie tylko bowiem zmieniliśmy stan wody, ale przekształciliśmy ją w zupełnie inne gazowe ciało; w tem naczyniu znajduje się teraz cała ilość cieczy, rozłożonej przy doświadczeniu. Przyśrubowawszy naczynie / G / do tej części / E /, pierwszego mojego przyrządu tak, ażeby obadwa naczynia znajdowały się w bezpośredniej komunikacji, otwieram kurki / H, H / i zobaczycie, obserwując powierzchnię wody, że gaz się wznosi. Teraz zamykam kurki, ponieważ wpuściłem tyle gazu, ile naczynie może w sobie zawierać, zwiększając jego ilość byłoby niebezpiecznie. Zapomocą butelki lejdejskiej / L / wpuszczam iskrę elektryczną do naczynia. Naczynie w tej chwili traci swój blask i czystość. Ścianki jego nie pękają, ponieważ szkło jest dosyć mocne, żeby wytrzymać wybuch. / Iskra przepuszczona do naczynia zapala w niem piorunującą mieszaninę /. Widzieliście olśniewający błysk światła. Jeżeli teraz przyśrubujemy znów naczynie do butelki i otworzymy kurki zobaczycie, że gaz w nie powtórnie wchodzi. Iskra elektryczna spaliła nagromadzoną poprzednio ilość i w naczyniu powstała próżnia, w której naturalnie gaz znów się gromadzi skoro powtórzymy doświadczenie, / profesor powtarza doświadczenie / w naczyniu znowu utworzy się próżnia, co poznajemy po wodzie, która jak zobaczycie, zaczyna się podnosić. Po każdym więc wybuchu otrzymujemy zawsze próżnię, gdyż iskra zapala parę czy też gaz otrzymany przez działanie baterii na wodę a gaz ten wybuchając zmienia się znów w wodę. Wkrótce zobaczycie,

47

że po ściankach górnego naczynia spływać będą krople wody, które będą się zbierały na dnie jego u dołu.

Poddaliśmy tedy wodę doświadczeniu, w którym powietrze nie bierze żadnego udziału. Wodę wydobytą ze świecy, otrzymaliśmy po części zapomocą atmosfery; tutaj zaś wydobyliśmy ją bez współudziału powietrza. A więc ciało, które świeca zabiera z powietrza, a które w połączeniu z wodorem tworzy wodę, powinno się znajdować w samej wodzie.

Przed chwilą byliśmy świadkami jak jeden z końców baterji zabrał miedź rozpuszczoną w niebieskim roztworze. Otrzymaliśmy ten rezultat dzięki metalicznemu drutowi. Jeżeli baterja objawia tak potężny wpływ na roztwór, który sami złożyliśmy, a następnie rozłożyliśmy, to czyż nie należy przypuścić, że dostarczy nam również środka do oddzielenia od siebie rozlicznych ciał, składających wodę. A więc biorę oba bieguny t.j. metaliczne końce tej baterji, ażeby przekonać się jak działać będą przy zetknięciu ich z wodą, zawierającą się w tym przyrządzie, do którego przymocujemy oba przewody w pewnej odległości jeden od drugiego. Pierwszy / fig.28 ,A/, postawię tutaj, a drugi / B/ naprzeciwko pierwszego. Następnie biorę dwie niewielkie blaszki z dziurkami i każdą z nich stawiam na innym biegunie, ażeby to , co się będzie oddzielało z obydwóch końców baterji, mogło być zbadane jako gaz oddzielny; wiecie już przecież, że woda tutaj zamienia się w gaz, a nie w parę. Teraz druty znajdują się w bezpośredniej komunikacji z przyrządem, zawierającym wodę i widzicie, jak wznoszą się bańki. Zbierzmy je i zbadajmy. Oto szklany cylinder / O /; wypełniam go wodą i stawiam na jednym końcu / A / baterji; następnie biorę drugi cylinder / H / i stawiam go na drugim końcu / B /. Tym sposobem otrzymaliśmy podwójny przyrząd, którego każda strona dostarcza gazu. Obadwa cylindry zapełniają się nim. To wydzielanie gazu już się właśnie rozpoczęło. Prawy / H / napełnia się bardzo szybko, lewy zaś / O / wolniej; a jakkolwiek kilka baniek wprzódy się wymknęło, akcja jednakże odbywa się prawidłowo. Gdyby jeden cylinder nie był cokolwiek mniejszy od drugiego, i oba były równej wielkości, zobaczylibyście, że w pierwszym / H /, zawiera się dwa razy więcej gazu niż w drugim / O /. Obydwa razem otrzymane gazy są bezbarwne; mieszczą się nad wodą nie zgęszczając się; na pozór są zupełnie do siebie

bie podobne. Teraz możemy je zbadać i dowiedzieć się, co to są za gazy. Mamy je w dostatecznej ilości i łatwo nam robić doświadczenia nad niemi.

Zacznę od pierwszego cylindra / H/ i uprzedzam was, że wkrótce rozpoznacie w nim wodór.

Przypomnijcie sobie rozliczne własności tego gazu; pamiętacie, jak jest lekki, pamiętacie, że daje się zatrzymywać w wywróconem naczyniu i że pali się dość bladym płomieniem przy otworze. Zdaje się, że gaz, zebrany przez nas w tym cylindrze, posiada wszystkie te własności. Jeśli to jest wodór, to nam nie ujdzie, gdy przewrócę cylinder. / Profesor zbliża do niego płomień i wodór zapala się/. A teraz cóż znajduje się w drugim cylindrze? Wiecie już, że w połączeniu z sobą, dwa te gazy tworzą mieszaninę piorunującą. Ale czemuż jest to drugie ciało, zawierające się w wodzie, dzięki któremu zapewne wodór się pali? Jesteśmy przekonani, że woda nalana do tego przyrządu, składa się z dwóch ciał. Jedno z nich jest wodór; zobaczymy, czym jest drugie, które znajdowało się przed doświadczeniem w wodzie, a teraz znajduje się w odosobnionym stanie w drugim cylindrze. Wprowadzę do niego zapaloną drzazgę: sam gaz się nie zapali, ale będzie się w nim żywszem płomieniem paliło drzewo./ Profesor zapala drzazgę i wprowadza ją do cylindra /. Patrzcie, o ile ten gaz zwiększa zdolność palenia się drzewa, które w nim płonie daleko lepiej niż w powietrzu. Teraz widzicie oddzielnie to ciało zawierające się w wodzie; ono właśnie musiało być czerpane z powietrza, kiedy przy paleniu świecy tworzyła się nad nią kropla. Jakże je nazwiemy? A, B czy C? Nazwijmy je lepiej O, nazwijmy ciałem, Oxigenium. Jak widzimy, tlen jest tym drugim z kolei składnikiem wody, który ma znaczny udział w jej tworzeniu.

Teraz wszystkie doświadczenia nasze są już dla nas zrozumialszemi i odkrycia nasze nabierają większego znaczenia. Rozpatrzywszy te ciała, zobaczymy, dlaczego świeca pali się na powietrzu. Zrobiwszy analizę wody, to jest odosobniwszy za pomocą elektryczności jej składowe części, otrzymaliśmy dwie objętości wodoru i jedną objętość drugiego gazu, za współdziałaniem którego wodór się pali. Ten stosunek nie tylko co do objętości, ale zarazem i co do wagi rozpatrywanych własności ciał, wyrażony jest w następującej tablicy, która pokazuje, że w porównaniu z wodorem tlen jest bardzo ciężkiem ciałem.

1:	8.
Wodór.	Tlen.
	9

*Wodór - Kwadrat i podkwadrat  
w drodze napisy pety la*

Tlen	88.9
Wodór	<u>11.1</u>
Woda	100.0

*50*

Nauczysz się, jak należy wydobywać tlen z wody, postaram się jeszcze pokazać, jak go otrzymać można w wielkiej ilości. Tlen, jak się domyślacie, znajduje się w atmosferze, gdyż inaczej nie można objaśnić, dlaczego świeca paląc się, tworzy wodę. Bez obecności w powietrzu tlenu, byłoby to chemicznym niepodobieństwem. Jeśli więc tak jest, dla czegoż nie mielibyśmy spróbować wydobyć go z powietrza; istnieje kilka bardzo zawiłych i trudnych na to sposobów, użyjemy jednak znacznie prostszego środka. Mam ciało, które się nazywa tlenkiem manganu<sup>1/</sup>. Jest to minerał bardzo skromny i wielce pożyteczny; rozgrzany do czerwoności daje tlen. Ciało to włożymy do żelaznej butelki, do której jest przymocowana rurka. Ogień jest zapalony; postawimy na nim tę retortę<sup>2)</sup>, ponieważ warstwa żelaza, z którego jest zrobiona, dość jest gruba, ażeby stawić dostateczny opór działaniu żaru. Mamy tu sól - tak zwaną sól Berthollet'a / chloran potażu /, - którą teraz wyrabiają w wielkiej ilości; gdyż używają jej do prania bielizny, do prac chemicznych, do celów leczniczych i fajerwerków. Biorę ją i mieszam z tlenkiem manganu - zresztą tlenek miedzi lub żelaza dałby ten sam rezultat - następnie stawiam retortę na ogniu / fig. 29 / i otrzymuję z mieszaniny, nie rozgrzewając jej nawet do czerwoności - tlen. Przygotuję nie wiele tlenu, gdyż nam nie wiele potrzeba; zapewne zgadujecie, że pierwsza ilość gazu, którą otrzymam, będzie zawierać w sobie domieszkę powietrza znajdującego się w retorcie i dla tego też tę część usuwamy. Zobaczycie, że płomień lampy spirytusowej okaże się wystarczającym, aby nam dostarczył tlen. Widzicie z jaką łatwością wydziela się gaz z niewielkiej ilości mieszaniny, którą włożyliśmy do retorty.

1/ Mangan otrzymywany z czarnej magnezyi jest to metal twardy, kruchy, z bardzo nieznaczny metalicznym blaskiem, szarego koloru; podobnym jest do żelaza lanego. W powietrzu pokrywa się ciemną rdzą / tlenkiem /, zamieniającą się wkrótce na proszek czarny / p.t. /.

2) Retorta jest to naczynie podobnie jak użyta przy poprzednim doświadczeniu flaska, zaopatrzona rurką u góry, ażeby uniknąć powstania gary czy pary, które się powstają ogrzewania naczynia opuszczania wydróżają, mogły być, uchodzić przez nią, schwyłane.

51

Rozpatrzmy jego własności. Otrzymujemy gaz zupełnie podobny do tego, jaki nam poprzednio dostarczyło doświadczenie z baterią, - gaz przezroczysty, nie rozpuszczający się w wodzie i na pozór objawiający takie własności jak powietrze. Ponieważ w pierwszych ilościach tlenu, któryśmy zebrali w tym naczyniu, zawiera się domieszka powietrza, więc usuwamy je dlatego, żeby doświadczenie nasze robić z czystym tlenem, a zatem otrzymać je w formie wyraźniejszej i prawidłowej. Już widzieliśmy, że tlen wydobyty za pomocą galwanicznej baterii, ma widoczną własność wpływania na palenie się drzewa, wosku i każdego innego palnego ciała; dlatego też mamy prawo oczekiwać objawienia się tej własności i w tym razie. Spróbujmy. Ta woskowa świeca bardzo pięknie pali się na powietrzu; ale widzicie, /profesor kładzie ją do naczynia z tlenem /, że w tym razie daje daleko jaśniejszy płomień. Oprócz tego spostrzeżecie, że jest to gaz ciężki, podczas gdy wodór przeciwnie wznosi się do góry jak balon, a nawetby się prędzej wznosił niż balon, gdyby go ciężar powłoki nie zatrzymywał. Zatem widzicie, że stosunek pomiędzy wagą tych dwóch gazów, jest zupełnie inny, aniżeli pomiędzy ich objętościami. Objętość wodoru jest dwa razy większa od objętości tlenu, ale za to jest wodór bardzo lekki, podczas gdy tlen jest ciężki. Mamy sposoby ważenia gazu i powietrza. Nie chcę na razie nad nimi się rozwodzić. Na teraz ograniczę się na tem tylko, że podam do wiadomości waszej wagę wodoru i tlenu.

Litr wodoru waży 0,089 grama, a litr tlenu 1,430 gram. Widzicie, jaka różnica. Sześciennej metr wodoru waży 89 gram., a sześcienny metr tlenu 1,430 gram. Tlen jest zatem szesnaście prawie razy cięższy od wodoru.

Wróćmy do szczególnej własności tlenu wzmacniania palenia. Aby wam tej własności dowieść sposobem dotykającym, pokażę wam świecę palącą się w powietrzu, a następnie pokażę wam, jak się ta sama świeca palić będzie w tlenie. Biorę naczynie z tym gazem i trzymam je nad świecą, ażebyście mogli porównać działanie tlenu z działaniem powietrza. Patrzcie : pali się się prawie światłem równie jasnym, jak to, które widzieliśmy u biegunów galwanicznej baterii. Możecie osądzić, z jaką siłą działa tlen. Z tem wszyskciem jednak ze świecaw tlenie dzieje się zupełnie to samo, co w powietrzu : tworzy się woda; toż samo zjawisko ma miejsce zarówno przy paleniu się świecy w tlenie jak i w powietrzu.

Zaznajomiwszy się z tlenem, zajmiemy się starannem jego zbadaniem,

ażeby upewnić się, że wiadomości o nim przez nas dotychczas nabyte, nie są błędne. Energia, którą nadaje paleniu jest zadziwiająca. Oto naprzykład lampa, wprawdzie najzwyczajniejsza, mogąca jednak służyć za wzór dla wielu innych rodzajów lamp używanych do rozmaitych celów. Chcę tedy, żeby ta lampa paliła się jaśniej. "Nic łatwiejszego" - powiecie. "Jeżeli świeca tak dobrze pali się w tlenie, dlaczegożby się i lampa nie miała w nim równie dobrze się palić?" Wybornie, a więc tak zrobimy. Pomocnik mój poda mi koniec rurki przeprowadzonej z rezerwoaru tlenu i przez nią dostarczę gazu lampie, której umyślnie nie pozwalam jaśniej się palić. Oto tlen dopływa do niej: jakże się płomień rozjaśnił! Pozbawię ją jednakże tej ożywczej siły; co się z nią stanie? / Zatrzymuję dopływ tlenu - lampa traci niezwłocznie blask /. Zaiste, należy podziwiać wpływ tlenu na siłę palenia. A wpływ ten bynajmniej nie ogranicza się do płomienia wodoru, węgla lub świecy, obejmuje on wszystkie rodzaje zwykłego palenia. Poznamy n.p. wpływ tlenu na żelazo, które jakieśmy widzieli, płonie z lekka w powietrzu. Weźmy słoik z tlenem /fig. 30/ i zwyczajny drut żelazny. Metal ten zresztą uległby paleniu i w tym razie, gdyby w miejsce drutu użył żelaznej sztaby grubości mojej ręki. Przywiązuję do żelaza kawałek drzewa, zapalam je i pogrążam drut w łożu z tlenem. Drzewo zapalone płonie, jak w tlenie płonąć winno; ale wkrótce płomień obejmie i metal. Rzeczywiście zapala się on i płonie, wydając oślepiający blask; nie prędko też zagaśnie. Dostarczając wciąż tlenu, możemy palenie żelaza przedłużyć aż do zupełnego spalenia go.

Odłączmy je na bok i weźmy dla próby inne ciało. Biorę kawałek siarki<sup>1/</sup>. Wiecie, że siarka płonie w powietrzu; umieszczę ją teraz w tlenie, a przekonacie się znowu, że wszystko co w powietrzu palić się może, płonie nierównie energiczniej w tlenie. - To doświadczenie musi

---

1/ Siarka znajduje się w stanie rodzimym w starych wulkanicznych kraterach i nowszych uwarstwionych skałach, również w połączeniu z metalami w niektórych wodach mineralnych; jest to ciało przy zwyczajnej temperaturze w stanie stałym, jasno-żółtej barwy, bez zapachu i smaku, jakkolwiek przy tarcia daje szczególny zapach. Paląc się, daje piękny błękitny płomień i przenikliwy zapach, jaki czujemy zapalając zapałkę.

naprowadzić was na myśl, że powietrze atmosferyczne z a w d z i ę c z a  
swą z d o l n o ś ć podtrzymywania palenia jedynie tylko i wyłącznie  
temu gazowi, w skład jego wchodzącemu. Siarka płonie dalej w tlenie  
spokojnie : jednakże na pierwszy rzut oka widzicie, że proces ten jest  
tu daleko energiczniejszy niż w powietrzu. /Fig.31 /.

Przejdę teraz do innego ciała - do fosforu . Nie radzę wam jed-  
nakże tego doświadczenia powtarzać w domu. Jest to jak wiecie, ciało  
nadzwyczaj palne; a jeżeli się już tak łatwo pali w powietrzu, jakże  
dopiero silnie płonąć będzie w czystym tlenie ? Nie mogę wam tego zja-  
wiska pokazać w całej sile, obawiam się bowiem o przyrząd. Nawet nie  
ręczę, czy nie pęknie pomimo wszelkich z mej strony ostrożności, które  
przedsięwziąć musiałem, boby mi nie bardzo przyjemnie było popsuć na-  
czynie. Widzicie, jak to ciało świeci w powietrzu, a jak oślepiająco  
błyszcząc zaczyna, gdy je pogrązę w tlenie. / Profesor wprowadza zapa-  
lony fosfor w skój z tlenem /. Widzicie, jak się odeń odrywają twarde  
cząstki, wskutek czego daje właśnie tak olśniewająco jasny płomień.

Doświadczenia te wystarczają nam do poznania potęgi tlenu i siły  
palenia, z jaką na inne ciała oddziaływa. Będziemy teraz badali stosu-  
nek jego do wodoru.

Pamiętacie, że mieliście sposobność zauważyć mały wybuch, gdyśmy  
zmieszali z sobą i zapalali tlen i wodór, otrzymawszy je z wody. Pa-  
miewacie również, że zapalając strumień wodoru w jednym naczyniu z tle-  
nem zmieszanego, otrzymaliśmy płomień słaby, świecący, ale za to o nader  
wysokim stopniu ciepła.

Zapalę tu oba te gazy, zmieszawszy je w takim stosunku, w jakim  
znajdują się w wodzie. W tem naczyniu mamy jedną objętość tlenu i dwie  
objętości wodoru. Mieszanina ta jest zupełnie taka sama jak w gazie,  
któryśmy dzisiaj, rozkładając wodę zapomocą baterji galwanicznej otrzy-  
mali. Za wiele jej tu jednak mamy, abym się mógł odważyć całą ilość jej  
naraz spalić. Dlatego spróbujemy puszczać bańki mydlane napełnione nią

1/ Fosfor otrzymuje się z fosforanu wapna, jaki zawierają w sobie kości  
zwierząt - jest to ciało stałe, bezbarwne ze słabym zapachem czosnku.  
W wodzie żółcieje, a wobec innych warunków zmienia rozmaicie barwę.  
Aby wzbudzić palenie, dostatecznym już jest lekkie potarcie; spażyć się

i zapalać je, aby za pomocą tych doświadczeń wynaleźć, jakim sposobem tlen współdziała przy paleniu wodoru. Przedewszystkiem puśćmy bańkę. /Profesor przepuszcza mieszaninę gazów przez wodę mydlaną za pomocą glinianej fajeczki / Gaz przepływa - oto i bańka. Chwytam ją na dłoń. Pomyślcie zapewne, że przy tem doświadczeniu nieostrożnie postępuję; ale chcę wam pokazać, że nie zawsze obawiać się trzeba szumu i trzasku. /Profesor zapala bańkę, powodując wybuch na swej dłoni /. Nie odważyłbym się natomiast zapalić bańki, która się na końcu rurki uczepiła, wybuch bowiem mógłby się udzielić mieszaninie w szklance zawartej, w skutek czego taby pękła. Jak więc widzicie i jak nam tego ten trzask dowiódł, tlen, zetknąwszy <sup>(sie)</sup> z wodorem, oddziaływa nań z niezmierną siłą i łącząc się z nim, zużywa przy tem wszystkie swe właściwości, aby zniszczyć własności wodoru. Proces ten określamy mówiąc : właściwości tlenu i wodoru neutralizują się wzajemnie. Teraz wolno mi już przypuszczać, że zdajecie sobie dokładnie sprawę z chemicznych właściwości tlenu, jak i jego stosunku do wody i powietrza. Dlaczego potas włożony do wody rozkłada ją? Bo w niej znajduje się tlen. Cóż się wydziela, gdy rzucam w wodę ten metal? Wydziela się wodór i płonie; potas zaś łączy się z tlenem; kawałek potasu rozkładając wodę - wodę otrzymaną, jeżeli chcecie z palącej się świecy - zabiera tlen, w ten sam sposób jak go świeca zabiera z powietrza, a wyłącza przy tem wodór. Nie dość tego : dziwne to pokrewieństwo, zachodzące między tlenem i potasem ukaże się wtedy nawet, jeżeli położę kawałek potasu na lód, lód bowiem natychmiast zapala tam metal.

Pokazałem wam to doświadczenie, aby wam dać pojęcie o tem, do jakiego stopnia zjawiska zależą od okoliczności, wśród jakich się odbywają.

W następnej pogadance, powrócę raz jeszcze do tego przedmiotu, a zadaniem mojem będzie was przekonać, że wszystkie te dziwne i niezwykle objawy bynajmniej <sup>(a)</sup> ~~szkodliwego~~ <sup>niebezpiecznego</sup> wpływu nie wywierają i żadnem <sup>g</sup> ~~niebezpiecz-~~ <sup>skrocie</sup> ~~szczeństwem~~ nie grożą, jeżeli tylko umiemy się stosować do praw natury, którym one podlegają, tak jak to czynimy, posługując się świecą w pokoju, oświetlając gazem nasze ulice lub ogrzewając opałem swe mieszkania.

-----  
 nim jest nader niebezpieczne, zostanie bowiem w ranie gryzący kwas /fosforyt/. Wiadomo, że można nim pisać litery lub rysować figury widzialne w ciemności / p.t./.

*mieszanie tlen i azot. Własności*  
 Tlen znajduje się w powietrzu. Atmosfera ~~Tej własności. Inne produkty~~  
~~arodu. Skład powietrza. Wzrost garów. Ciśnienie powietrza i jego~~  
~~świecy. Kwas węglany. Jego własności.~~  
~~ela i jej własności. Inne produkty palenia świecy. Kwas węglany jako jeden~~  
~~z produktów jego palenia i rola w przyrodzie. Wytworzenie kwasu węglanego~~  
~~li jego własności.~~

Udało się nam wydobyć tlen i wodór z wody dostarczonej przez świecę. Wiecie, że wodór znajdował się w świecy, co zaś do tlenu, musimy przypuścić, że pochodzi z powietrza. Nasuwa się więc pytanie: "Dla czego wodór i tlen niejednakowo sprzyjają paleniu świecy?" Pamiętajcie co było, gdy postawił świecę pod klosz napełniony tlenem? Gorzała ona znacznie lepiej niż w powietrzu. Skąd ta różnica? Jest to pytanie dla nas nadzwyczaj ważne, dla tego postaram się odpowiedzieć na nie, o ile można, najjaśniej. Ma ono bowiem ścisły związek z wszystkimi własnościami atmosfery i lekceważyć go niepodobna. ~~my wykryć tlen i w tym celu zrobimy z flaszkami temi~~

Prócz ciał palnych, istnieją jeszcze dla rozpoznania tlenu inne środki. Widzieliście świecę płonąca w tlenie i powietrzu; fosfor palący się w powietrzu i tlenie; żelazne opiłki, które również gorzały w powietrzu. Podamy teraz ten gaz badaniom innego rodzaju, które z bogacą nasze doświadczenie i zwiększą zasób waszej wiedzy. Oto naczynie napełnione tlenem. Przedewszystkiem dowiodę wam, że się on w niem rzeczywiście znajduje. Aby się przekonać o obecności tlenu, należy tylko rzucić iskrę w naczynie. Potem, cośmy widzieli podczas zeszłej pogadanki, winniście już przewidzieć, co z tego będzie. Widzicie, w naczyniu rzeczywiście znajduje się tlen, dowodzi tego bowiem powstały z iskry płomień. Przejdziemy teraz do innego doświadczenia z tlenem, użytecznego i bardzo ciekawego. Mam tu dwie flaszki, napełnione gazem, a przegrodzone ścianką, tak, że zawarte w nich gazy mieszają się z sobą nie mogą. Gdy teraz wyjmę przegrodkę, gazy się ze sobą mieszają. Cóż z tego? spytacie: mieszając się nie płoną, jak to ~~ma miejsce~~ <sup>się dzieje</sup> ze świecą. Rzeczywiście płomienia nie dają; mimo to jednak poznacie, że w tej mieszaninie dwóch ze sobą połączonych gazów tlen daje pewien ~~znak~~ <sup>znak</sup> swojej w niej obecności. <sup>1/</sup> Widzicie, jaki piękny, czerwonej barwy gaz otrzymaliśmy przy tym procesie, i on to właśnie odkrywa nam obecność tlenu. Wykonamy inne podobne temu doświadczenie, mieszając gaz ten, któregośmy dla próby użyli, z powietrzem. Oto dwie flaszki: w jednej mamy tylko powietrze, takie

*(połączenie tlen i azot, o którym w pogadance tej będzie jeszcze mowa)*  
 1/ Gaz używany dla odkrycia obecności tlenu jest to — tlenek azotu. Bez ~~barwny ten gaz, zetknawszy się z tlenem, łączy się z nim i tworzy kwas pod-  
 azotny — gaz czerwonej barwy, na którą to właśnie profesor uwagę zwraca,  
 jako ma widoczny znak pośredniej obecności tlenu w stanie wolnym. (Prz.)~~  
~~barwny ten gaz, zetknawszy się z tlenem, łączy się z nim i tworzy kwas pod-  
 azotny — gaz czerwonej barwy, na którą to właśnie profesor uwagę zwraca,  
 jako ma widoczny znak pośredniej obecności tlenu w stanie wolnym. (Prz.)~~

same, w jakim zapalona świeca płonąć może, w drugiej tlenek azotu, t.j. ten sam właśnie gaz, któryście przed chwilą widzieli. Łączę oba te ciała nad wodą i patrzcie : gaz uchodzi do naczynia mieszczącego w sobie powietrze i otrzymuję zupełnie ten sam rezultat jak przedtem, co jest dowodem, że powietrze zawiera w sobie tlen; tak samo jak mieliśmy wprzód dowód, że zawiera go woda przez nas ze świecy otrzymana. Ale dla czego świeca pali się w powietrzu gorzej niż w tlenie ? Postaram się wam to wnet wyjaśnić. Mam tu dwie flaszki równe zupełnie sobie co do objętości; zawierają one w sobie gazy, które na pozór zdają się być tak do siebie podobnymi, że trudno mi stanowczo orzec, w której z flaszek powietrze, a w której tlen się znajduje. Na szczęście mamy pod ręką nasz gaz, za pomocą którego możemy wykryć tlen i w tym celu zrobimy z flaszkami temi doświadczenie, aby rozpoznać ich zawartość; przez to stanie się dla was widoczną różnica, co do jakości zawartych w nim gazów. Wpuszczam gaz ten w jedną flaszkę; widzicie co zachodzi : zawartość jej nabiera barwy czerwonej, znak to, że tlen się w niej zawiera. Wykonywam toż samo doświadczenie z drugą flaszką, która się jednakże nie tak silnie i nie tak szybko zabarwia. Patrzcie dalej, jakie ciekawe zjawisko spostrzeżemy, jeżeli nalejemy w nią wody i skłócimy jej zawartość, gaz zabarwiony zniknie wtedy w płynie; jeżeli dodam jeszcze pewną ilość gazu i powtórnie skłócę, płyn będzie wciąż dalej pochłaniać gaz, dopóki we flaszcze znajdować się będzie dostateczna ilość tlenu, aby rezultat ten spowodować. Jeżeli gaz nasz wpuścimy do drugiej flaszki z powietrzem i ono nabierze zrazu również barwy czerwonej. Za ledwie jednakże wleję do niej wodę, gaz czerwony znika. Mógłbym wciąż tego zabarwiającego tlen i powietrze gazu dodawać, nakoniec jednakże nastąpi moment, kiedy pod jego wpływem zawartość flaszki zabarwiać się przestanie. Jak to objaśnić ? Niebawem pojmiecie. We flaszcze pozostało mianowicie z powietrza coś, co się pod wpływem naszego gazu już zabarwić widocznie nie da. Przez wpuszczenie do niej jeszcze nieco powietrza łatwo sprawdzimy, że część zabarwiającego gazu jeszcze we flaszcze się mieści, gdyż wpuszczone powietrze znów się zabarwi na czerwono. Bładość więc poprzedniej resztki powietrza i jej niezdolność zabarwienia się, pochodziła nie z braku gazu zabarwiającego, ale z zupełnej nieobecności tlenu, pochłoniętego całkowicie przez wodę przy pomocy tego gazu, który go tym sposobem oddzielił od drugiej składowej

części powietrza we flasce pozostałej, a już zabarwić się nie dającej.

Teraz już zrozumiecie to, co mi jeszcze pozostało wam powiedzieć. Gdym palił w naczyniu napełnionem powietrzem fosfor, widzieliście, że po zgęszczeniu się dymu powstałego z fosforu i tlenu powietrza, część powietrza nie paliła się i pozostawała we flasce; - zupełnie tak samo, jak przed chwilą nasz gaz pozostawił nietkniętem pewne ciało, wspólnie z tlenem w powietrzu się zawierające. Ciało to jest również gazem, na który jednakże, ani tam fosfor, ani tu zabarwiający gaz wpływu nie wywierają, a więc nie jest on tlenem, jakkolwiek jest niewątpliwie gazem, w skład atmosferycznego powietrza wchodzącym.

Tym sposobem poznaliśmy sposób rozłożenia powietrza; oddzielenia jednej jego części składowej - tlenu, w którym się pali świeca, fosfor i wszystkie inne ciała, od drugiej - azotu, w którym się one nie palą. Azot znajduje się w powietrzu, w daleko większej ilości niż tlen i przy badaniu okazuje się ciałem nadzwyczaj ciekawem. Jest to zaiste ciało wielce godne uwagi, choć wam, być może wydaje się niezbyt interesującym. Pod pewnym względem istotnie uchodzić za takie może, nie gra ono mianowicie żadnej roli w zjawiskach palenia. Gdybym go spróbował zapalić, nie nastąpiłby wybuch, jak przy zapalaniu wodoru, nie ożywiłby on też bynajmniej, jak tlen płomienia lampy. Starania moje daremne: nie da on, ani pierwszego, ani drugiego rezultatu, ani sam się chce palić, ani nawet podtrzymywać palenia; wszędzie palenie wstrzymuje. Przy zwykłych warunkach nie się w niem nie pali. Azot jest pozbawiony zapachu i smaku; nie rozpuszcza się w wodzie, nie jest ani kwasem, ani zasadą; dla wszystkich naszych zmysłów jest on czemś zgoła obojętnem. Mielibyście więc najzupełniejsze prawo powiedzieć "No, więc jest po prostu niczem, nie wart zupełnie, abyśmy, my chemicy, zwracali nań uwagę; jakąż więc odgrywa on właściwie rolę w atmosferze?" Tu jednakże zastanowienie się głębsze nad tą kwestyą odkrywa przed nami zadziwiające rezultaty, do jakich doprowadza obecność tego gazu w powietrzu. Zastanówcie się, co by się to z nami stało, gdyby atmosfera składała się wyłącznie z czystego tylko tlenu, nie zaś z mieszaniny tlenu i azotu. Wiecie, że jeżeli w naczyniu z tlenem zapalić kawałek żelaza, spłonie on zupełnie. Wystawcież sobie, co by się stało z rusztem w kominie, gdyby się powietrze tylko z tlenu składało. Spaliłby się prędzej, niż węgle kamiennie, żelazo bowiem jest bardziej palne, t.j. ma większe powinowactwo z tle-

nem, niż ten opał, który migocącym płomieniem ożywia nasz kominek. Ogień rozpalony w lokomotywie, stałby się ogniskiem wielkiego pożaru, gdyby nas jedynie tylko tlen otaczał. Azot jednakże ujarzma po części tę jego siłę, czyni ją bardziej dla nas użyteczną i w dodatku zabiera ze sobą inne produkty spalania, które, jak widzieliśmy, z płonącej wydzielają się świecy; rozsiewa je w masie atmosfery i przenosi w te miejsca, gdzie mogą ~~stać~~ <sup>wytworzyć odrai</sup> ważne usługi człowiekowi, wpływając korzystnie na rozwój roślinności. Tym sposobem świadczy on nam cudowne wprost usługi, jakkolwiek sądząc z pozoru, gotowicie byli powiedzieć, że nie warto nań zwracać uwagi.

W zwykłym swym stanie jest azot beczynnym. Bardzo potężna nawet siła elektryczna może go zaledwie zmusić do bezpośredniego łączenia się i to w stopniu nader tylko słabym z drugą składową częścią atmosfery lub innemi ciałami. Odznacza się on zupełnym brakiem wszelkiej dążności do połączeń z innemi ciałami.

Nim wam coś więcej o azocie powiem, muszę was wprzódę poznać z niektórymi szczegółami tyczącymi się atmosfery, w skład której on wchodzi. Oto tablica składu 100 części powietrza atmosferycznego :

<i>petit</i> : co do objętości :	<i>petit</i> : co do wagi :
Tlen ..... 20	21,3
Azot ..... <u>80</u>	<u>78,7</u>
100	100,0

Takim jest skład powietrza pod względem zawartości tlenu i azotu. Tablica ta pokazuje, że z pięciu części powietrza, cztery zajmuje azot a jedną tylko tlen. Taki stosunek jest koniecznym, aby osłabić działanie tlenu do stopnia niezbędnego dla palenia świec i aby utworzyć atmosferę, którąby płuca nasze mogły oddychać bez szkody dla zdrowia; dla nas jest, rozumie się, bezwarunkowo niezbędną taka atmosfera, w którejbyśmy oddychać mogli, ale niemniej ważnem jest i to, abyśmy w niej mogli, jak należy, palić drzewo, węgiel i świece.

Ale wróćmy do azotu. Przedewszystkiem należy oznaczyć jego wagę. Litr azotu waży 1 gr.,256. Tlen jest cięższym, litr bowiem tego gazu waży 1 gr.430, podczas kiedy litr powietrza waży 1 gr.294.

Niektórzy z moich słuchaczy, - co mi nadzwyczajną przyjemność sprawiało, - pytali mnie nieraz, jak się gaz waży. Pokażę wam jakim się

5

to sposobem robi : sposób to nadzwyczaj prosty i łatwy. Weźmy wagę i butelkę miedzianą, lekką, o ile to być może bez szkody dla jej wytrzymałości. Szczelnie jest zakorkowana, nieprzenikliwa dla powietrza i opatrzona kurkiem, który możemy otwierać i zamykać. Kurek otwieramy; butelka napełniona jest powietrzem. Waga moja jest nadzwyczaj czułą i dokładną; kładę odkorkowaną butelkę na jedną jej szalkę; przychodzi ona do równowagi z ciężarem, położonym na drugą. Zwracam się teraz do pompy zgęszczającej, za pomocą, której mogę napompować do butelki, ile mi potrzeba powietrza /Fig.32/.

Wpuścimy do butelki pewną ilość równych objętości powietrza, a pompa sama zmierzy ich liczbę, gdy przez nie będą przechodziły./Profesor wpuszcza do butelki za pomocą pompy dwadzieścia miarek objętości powietrza/. Zamkniemy teraz kurek i znowu postawimy butelkę na wagę. Widzicie - szalka zniżyła się, butelka stała się cięższą. Czemu należy przypisać podobne powiększenie ciężaru? Jedynie powietrzu, któreśmy w nią wpuścili. Powietrze stało się w niej cięższem, jakkolwiek objętość jego pozostała bez zmiany, a to z tej przyczyny, że w przestrzeni, jaką zawiera butelka, zgęściliśmy większą jego ilość. Chciałbym wam dać dokładne pojęcie o sposobie mierzenia tego powietrza. Weźmy flaszkę pełną wody; szyjka flaszki może szczelnie przylegać do otworu miedzianej butelki i jest również kurkiem zaopatrzoną /Fig.33/. Pozostaje już teraz tylko silnie przysrubować butelkę do szklanki i otworzyć kurki, aby wypuścić z butelki 20 objętości powietrza, któreśmy w nią za pomocą pompy wpuścili. Tym sposobem powietrze w butelce odzyska zwykłą swą gęstość.

Przedewszystkiem musimy się przekonać, czyśmy to doświadczenie dokładnie wykonali : w tym celu kładę znowu butelkę na wagę; widzicie, że znajduje się w równowadze z ciężarem na drugiej szalce leżącym; - dokładność więc doświadczenia nie ulega wątpliwości. Tym sposobem możemy mierzyć wagę wtłaczanych do butelki objętości powietrza i dowiemy się, że litr powietrza waży 1 gr.294. To jednakże małe doświadczenie nie może dać wam jeszcze prawdziwie jasnego pojęcia o ciężkości powietrza. Znaczenie jego ciężaru unaoczní się wtedy dopiero, gdy weźmiemy pod uwagę znaczniejszą jego objętość. Zgadnijcie n.p. ile też waży ilość jego zawarta w tej skrzynce, którą umyślnie w tym celu zrobić kazałem? Skrzynka mieści w sobie funt,

69

okrągły funt powietrza. Ciężar metra sześciennego powietrza wynosi 1294 gramów. Obliczyłem także wagę atmosfery, otaczającej nas w tym audytorium i przekonałem się, że wynosi przeszło tonnę. / t.j. 1000 kilogramów /. Tegoście się zapewne nie spodziewali.

Teraz macie już niejakię pojęcie o ciężkości powietrza, mogę więc objaśnić wam niektóre skutki tej ciężkości. Macie prawo żądać odemnie doświadczeń, któreby wam ułatwiły zrozumienie<sup>c</sup> mię. Przypuśćmy więc, że biorę maszynę pneumatyczną dość podobną do tej, którą się przed chwilą posługiwałem, dla zgęszczenia w butelce powietrza. Oprócz pompy składa się ona jeszcze z walca metalowego, którego otwór mogę przykryć ręką /Fig.34/. Wiemy, że zwyczajnie wykonywać możemy ręką w powietrzu całkiem swobodne ruchy, nie napotykając na pozór żadnej przeszkody. Nawet z trudnością przychodzi wykonywać nią do tego stopnia prędkie ruchy, aby poczuć, że materialna zawada w rzeczywistości istnieje. Skoro jednakże położę rękę na otwór maszyny pneumatycznej i całe powietrze z niej wypompuję tak, że pod ręką utworzy się próżnia, zauważycie coś zupełnie przeciwnego. Ręka moja przy zetknięciu się w tym miejscu, zostaje do niego jakby przykutą i to tak silnie, że może pociągnąć za sobą cały przyrząd. Patrzcie ! Dla czegoż mi tak trudno odjąć rękę ? Dlatego, że temu przeszkadza ciężar i nacisk powietrza nad nią się znajdującego.

Mogę wam pokazać inny bardziej zrozumiały przykład. Jeżeli za pomocą pneumatycznej maszyny wypompuję powietrze z tego słoika, starannie obwiązanego pęcherzem, zobaczycie toż samo działanie w innej tylko formie. Pęcherz jest naciągnięty gładko, ale za najslabszym ruchem maszyny, położenie się zmieni. Patrzcie, jak się staje wklęsłym i zapada się w głąb słoika; coraz bardziej się wtlacza i oczekiwać należy, że pęknie pod ciężarem atmosfery. /Pęcherz pęka z hukiem/. Przyczyna tego polega jedynie na ciężkości powietrza, wywierającego ciśnienie na pęcherz i nie trudno mi będzie wam objaśnić, jak się to dzieje. Wyobraźmy sobie, że cząsteczki powietrza mieszczą się w atmosferze jedna nad drugą, rzędami tworzącymi kolumny i opierają się na sobie zupełnie tak samo, jak pięć tych sześciaków /Fig.35/. Łatwo pojąć, że gdybym wyjął spodni sześciak, ten właśnie, na którym stoją wszystkie inne, to cała kolumna zniży się. Górne warstwy powietrza pod -

trzymywane są przez niższe i skoro u dołu utworzy się próżnia, musi ko-  
niecznie nastąpić to, cośmy widzieli, gdym kładł r ę k ę n a m a c h i -  
n ę pneumatyczną l u b gdy pękł pęcherz.

Powtórzmy to ostatnie doświadczenie w poprawnej formie. Otwór  
słoika szczelnie jest zakryty rozciągniętą nad nim gutaperką. Rozrze-  
dzam w słoiku powietrze. Jeżeli przypatrywać się będziecie gutaperce,  
tworzącej przegrodę oddzielającą zewnętrzną atmosferę od powietrza za-  
wartego w słoiku, zobaczycie, jak nacisk, któremu ulega, ujawnia się  
coraz bardziej w miarę działania maszyny. Patrzcie, jak się gutaperka  
w słoik zagłębiła; mogę teraz włożyć weń rękę. Zjawisko to pochodzi od  
działania zewnętrznego powietrza, które to działanie objawia się tu w  
bardzo zajmującej formie.

Mogę wam dać mały przyrząd, który was zabawi po ukończeniu naszej  
pogadanki. Są to dwie miedziane, <sup>w</sup>ewnątrz puste półkule, których krawędzie  
szczelnie z sobą się stykają. Jedna z nich zaopatrzona jest w rurkę z  
kurkiem, tak że zapomocą pompy możemy z wnętrza ich powietrze wypompo-  
wać i utworzyć w niem zupełną próżnię. Gdy się powietrze w półkulach  
znajduje, łatwo je rozłączyć; lecz skoro tylko rozrzedzimy w nich po-  
wietrze, żaden z was pomimo największych usiłowań, nie rozłączy ich.  
Każdy cal kwadratowy powierzchni tego przyrządu, po rozrzedzeniu po-  
wietrza w półkulach, podlega atmosferycznemu ciśnieniu równającemu się  
15-u funtom. Po lekcji spróbujecie swych sił nad tym atmosferycznym opo-  
rem.

Oto mamy inny jeszcze przedmiot, który was bez wątpienia także zain-  
teresuje. Jest to dziecinna zabawka, którą pozwoliłem sobie wydoskona-  
lić. My, młodzi ludzie, mamy najzupełniejsze prawo korzystać z zabawek,  
*aby* czynić je przedmiotem nauki. Zabawka ta jest już wam zresztą dawno  
znana. Jest to krążek z kauczuku, który przykleja się do przedmiotu,  
na który go się położy. Przytwierdzam go do stołu i zdaje się, że prę-  
dziej podniósłbym ze sobą stół, niżby się <sup>on</sup> odłączył. Aby odjąć od  
stołu, muszę go przysunąć do brzegu. Przytrzymuje go jedynie ciężar  
atmosfery. Oto drugi krążek, kładę go na pierwszy i oba silnie się zle-  
piają. Takie krążki mogą wam nawet służyć do zawieszania rozlicznych  
przedmiotów na ścianie lub szybie, nie odpadną bowiem od nich w prze-  
ciągu całego wieczoru.

Przejdźmy do innego doświadczenia, dowodzącego ciśnienia atmosfery; łatwo je będziecie mogli powtórzyć w domu. Weźmy szklankę wody. Czybyście umieli wywrócić ją dnem do góry nie wylawszy z niej wodę; rozumie się nie przykrywając jej ręką, ale licząc tylko na atmosferyczne ciśnienie? Takie pytanie dziwi was bezwątpienia. Weźmy szklankę nalaną aż po brzegi, albo też tylko do połowy, na otwór jej położymy kartkę papieru, i odwróćmy ją ostrożnie tak, jakem powiedział, a zobaczymy co się stanie. Widzicie! powietrze nie może dostać się do szklanki, gdyż przeszkadza temu woda, która na mocy przyciągania kapilarnego, przyciąga szczelnie kartkę do brzegów szklanki, woda zaś nie wycieka, gdyż nacisk powietrza z zewnątrz ją przetrzymuje.

Sądzę, że wszystko to daje wam dokładne pojęcie o tem, co nazwiemy materjalnością atmosfery. Sami teraz już zrozumiecie, że powietrze jest wcale ciężkim ciałem i że nie było to żartem, gdy wam mówiłem, że się w skrzynce znajduje cały funt powietrza, a w naszym audytoryum przeszło tona. Aby wam pokazać opór powietrza, chwycę się innego środka. Doświadczenie to już zapewne dawno znacie. Jest to zabawka, którą zwykle robią z pióra, albo też próżnej pałeczki bzu. Tą rurką wykrawają słupek, przypuścimy z kartofla lub jabłka, posuwając go aż na drugi jej koniec, jak ja to właśnie w tej chwili robię, tak, że jej otwór szczelnie jest zamknięty; następnie wsadzają w ten sam sposób drugi słupek i wsuwają go do rurki; powietrze będzie zamknięte wtedy między dwoma kawałkami kartofla. Wskutek tego kawałki te stanowczo zbliżyć ku sobie nie jestem w stanie, pomimo największych z mej strony usiłowań. Do pewnego stopnia mogę ścisnąć powietrze; gdybym zaś jeden z tych kartoflanych słupków usiłował głębiej w rurkę wsunąć, drugi pod naciskiem powietrza wyskoczyłby z niej z siłą, przypominającą siłę prochu; ta ostatnia bowiem zależy nawet od tej samej przyczyny, której działanie przed chwilą wam wskazałem.

Widziałem niedawno temu doświadczenie, które mi się nadzwyczaj podobalo i natychmiast pomyślałem o zastosowaniu go do naszych badań; prawda, że przed rozpoczęciem go, należałoby mi na jakie pięć minut zaprzestać mówić, - pomyślnie bowiem wykonanie tego doświadczenia zależy będzie od siły moich płuc. Mam mianowicie zamiar zapomocą oddechu zapędzić to jajko z jednego kubelka do drugiego. Za pomyślny skutek moich usiłowań

co prawda nie ręczę, za wiele już bowiem mówiłem. W każdym jednak razie, własność fizyczna na której się to doświadczenie opiera, jest niezbitą prawdą. /Profesorowi udaje się rzeczywiście przeprowadzić jajko z jednego kubka w drugi/. Widzicie, że powietrze przezemnie poruszone, przechodzi między jajkiem i ściankami kubka, tworząc wiatr dość silny, aby podnieść taki ciężki przedmiot: bo jajko w porównaniu z powietrzem, jest bardzo ciężkie. Jeżeli macie zamiar powtórzyć to doświadczenie, radzę wam brać jajka gotowane na twardo, wtedy bowiem przy pewnej zręczności, powiedzie się ono wam także niezawodnie. ~~jest to wilgoć, ani woda, nie jest~~ Dostatecznieśmy gawędzili o ciężkości i ciśnieniu powietrza; przejdźmy do innej jego własności. Przed kilkoma minutami mieliście sposobność zauważyć, że wskutek sprężystości powietrza, jeden z dwóch kawałków kartofli zagłębił się w rurkę na  $1/2$  a nawet  $3/4$  cala, nim drugi wyskoczył, że więc powietrze między nimi zawarte do pewnego punktu ciśnieniu się poddawało. Dzięki temu mogłem również ścieśniać za pomocą pompy zgęszczającej atmosferyczne cząsteczki w butelce miedzianej. Nie mogłoby to mieć miejsca, gdyby powietrze nie było sprężyste. Dam wam i inny dowód tej jego własności; W tym celu biorę taką błonkę, która by mogła zatrzymywać powietrze, nie przepuszczając go a jednocześnie kurczyć się i nadymać, dając wam pojęcie o stopniu sprężystości zawierającego się w niej powietrza. Za taką błonkę posłuży nam pęcherz, w który wprowadzimy pewną ilość powietrza i który włożymy pod klosz pneumatycznej maszyny. W miarę, jak go uwalniam od ciśnienia zewnętrznego powietrza, które wypompowuję z klosza, pęcherz nadyma się, wciąż się zwiększa, tak że na koniec wypełnia cały klosz. Ale za ledwie go otoczę znów powietrzem, natychmiast opadnie. Jest to oczywisty dowód tej zadziwiającej własności powietrza - jego sprężystości; własność ta pozwalająca mu się rozszerzać i kurczyć, jest nadzwyczaj ważną, umożliwia mu ona bowiem odgrywanie pierwszorzędnej roli w życiu przyrody.

Z kolei zajmiemy się teraz inną i to również jedną z ważniejszych kwestyi naszego przedmiotu. Przypomnijmy sobie, żeśmy badając płomień świecy odkryli, iż on wytwarza rozliczne produkty. Pamiętacie, jakieśmy otrzymali sadzę, wodę i jeszcze pewne ciało dotychczas przez nas niezbadane. Woda nam nie uleciała, bośmy ją zatrzymali, ale inne produkty

1) Przy niepełnym spalaniu.

ulotniły się bez przeszkody w atmosferze; musimy więc teraz wobec tych zbiegów przeprowadzić śledztwo.

Jedno doświadczenie naprowadzi nas na pewny ślad. Postawmy świecę na podstawkę /fig.36/ a nad nią szklaną rurkę. Sądzę, że świeca nie zgaśnie, ponieważ daliśmy dostęp powietrzu u dołu i u góry. Przedewszystkiem spostrzegacie zjawienie się wilgoci na ścianach rurki. Produkt ten jest już nam znany. Jest to woda wytworzona przy płomieniu, wskutek oddziaływania powietrza na wyswobadzający się wodór. Ale niezależnie od tego ulatuje coś innego jeszcze z rurki; nie jest to wilgoć, ani woda, nie jest to ciało mogące się zgęścić. Posiada ono jednak bardzo dziwne własności. Zobaczycie, że to ciało wychodzące u góry z rurki, przygasa prawie płomień, który zbliżam do rurki, a nawet całkiem go gasi, gdy go całkiem blisko do niej przysunę. Powiecie, że to was wcale nie dziwi, ponieważ już wam wiadomo, że azot nie sprzyja paleniu. Domyślcie się zaś, że z części powietrza, która posłużyła do spalania się świecy, pozostał po zużyciu tlenu, tylko azot i ten właśnie, z rurki wychodząc musi zgasić płomień, wiemy bowiem, że płomień zawsze gaśnie w azocie.-

Zobaczmyż jednak, czy w tym azocie, któryśmy odkryli, nie znajduje się coś innego jeszcze. Ale tu poproszę was, abyście mi pozwolili uprzedzić nieco tok naszego badania, t.j. zaczerpnąć z moich dalszych już wiadomości naukowych, aby was zaznajomić ze środkami, jakie służą do badania gazów podobnych do rozpatrywanych przez nas dzisiaj. Aby zebrać część produktów powstałych przy gorzeniu świecy, należy mi tylko wziąć próżny słoik i potrzymać go nad rurką. Przekonamy się, że w odbieralniku tym zjawi się gaz, który nie tylko nie sprzyja paleniu się ciała, - patrzcie, jak mój stoczek woskowy w nim natychmiast gaśnie - ale odznacza się jeszcze szczególnymi zupełnie własnościami.

Wezmę wapno niegaszone i naleję na nie zwyczajnej wody; następnie będę przez chwilę męszał masę, przecedzę ją przez przemakalny papier i wkrótce otrzymam najzupełniej czysty płyn. Płynu tego posiadam znaczną ilość w tej butelce; wolę jednakże używać tego, który przygotowany został w waszej obecności, gdyż, jak wiecie, lubię robić doświadczenia tylko z rzeczami, które w waszych powstawały oczach. Jeżeli tę wodę wapienną, która jak widzicie jest zupełnie jasna i przezroczysta, wleję

do flaszki z gazem otrzymanym ze świecy, nastąpi w niej natychmiast szczególna zmiana. Widzicie, woda stała się zupełnie białą. Zauważcie przytem, że pod działaniem zwyczajnego powietrza, zjawisko to nie następuje. Wlewam oto wodę wapienną do butelki z powietrzem, ale ani tlen, ani też azot znajdujący się w nim nie wywierają na wodę najmniejszego wpływu : pozostaje ona przezroczystą. Jej kolor się nie zmieni, choćbym ją nie wiem jak bełtał, lecz skoro tylko butelkę tę postawię pod rurkę, tak, aby produkty wytwarzane podczas palenia się świecy, zetknęły się z wodą wapienną w butelce, płyn nabierze wkrótce koloru mlecznego. Wapno więc zawarte w tym roztworze łączy się widocznie z czemś, co się wydziela ze świecy. Jest to właśnie ów szukany przez nas nowy produkt palenia, którego zbadaniem zajmujemy się obecnie. Nieznane to ciało ujawniło nam się dotąd tylko przez oddziaływanie swe na wodę wapienną. Widzieliśmy, że woda wapienna nie działa ani na tlen, ani na azot, ani też na wodę; z tego wynika, że zjawisko, które wobec nas miało miejsce, należy przypisać, jakiemukolwiek innemu produktowi świecy. Znajdujemy, że biały proszek, otrzymany przy zmięszaniu wody wapiennej z parą świecy, jest nadzwyczaj podobny do kredy lub podobnych jej ciał bielących; po dokładnem zbadaniu go widzimy, że stanowi on rzeczywiście kredę. Tak więc badając starannie rozliczne szczegóły tak poprzedniego zjawiska, jak gorzenie świecy, staliśmy się niespodziewanie świadkami tworzenia się kredy i poznaliśmy przez nasze doświadczenie warunki jej powstania. Jeżeli teraz kawałek nieco zmoczonej kredy silnie rozgrzejemy w rozpalonej do czerwoności retorcie, przemieni się ona w palone wapno; przypuszczamy więc, że ulatywać z niej przytem musi to drugie ciało, z którego się składa. I istotnie stwierdzamy, że z retorty wydziela się to samo zupełnie ciało, które otrzymaliśmy ze zgorzenia świecy i które zmieszane z wapnem utworzy znów kredę.

Posiadamy jednakże sposób łatwiejszego otrzymywania tego ciała i przytem w znacznej ilości, tak że możemy dokładnie zbadać jego własności. Wszystkie mineralne gatunki wapnia, zawierają wielką ilość tego gazu, wydzielanego przez świecę i zwanego kwasem węglanym; kreda, muszle, koral, również zawierają go w znacznej ilości. W minerałach tych znajduje się on w stanie zgęszczonym i doktor Black nazwał go "powietrzem stałym"

air fixe, ponieważ stanowiąc część składową marmuru, kredy i t.p. mineralów, traci on lotne własności gazu i przechodzi w stan stały.

Otrzymać go można łatwo z marmuru. Weźmy w tym celu naczynie z nie-  
wielką ilością kwasu chlorowodorowego; aby się przekonać, że w niem, prócz  
zwyczajnego powietrza, nic się więcej nie zawiera, pogrążam w nie płomień.  
Widzicie, że znajduje się tam tylko powietrze napełniające naczynie od  
powierzchni nalanej w nie kwasu aż do wierzchu. Weźmy teraz kilka kawał-  
ków marmuru i włóżmy je do naczynia, natychmiast wydaje się, jakby miesza-  
nina kipiła<sup>1/</sup>. Wznosi się tu jednakże nie para; badając za pomocą pło-  
mienia powtórnie zawartość naczynia, zauważam zupełnie to samo działanie,  
jakie wywierał na płomień gaz, wychodzący z rurki umieszczonej nad pło-  
nącą świecą : płomień gaśnie. Toż samo, co tam, działanie, wywiera to samo,  
co tam właśnie, ciało zwanę kwasem węglanym. Tym sposobem więc możemy  
otrzymać znaczną ilość kwasu węglanego; moje naczynie napełniło już się  
nim zupełnie. / Pogrążając w niem płomień możemy stwierdzić, że natych-  
miast zgaśnie /.

Znajduje się on nie tylko w marmurze. Weźmy inne naczynie i włóżmy  
w nie kredę hiszpańską: jest to zwyczajna kreda przemyta tylko w wodzie  
i oczyszczona od twardszych swych cząstek : w tym stanie używa się jej  
do różnego rodzaju robót sztukateryjnych i innych wyrobów. Tak więc w na-  
czyniu tem mamy kredę i wodę, a tu we flasce kwas siarczany. Jeżeli  
zechcecie powtórzyć to doświadczenie, pamiętajcie, że gdy kwas siarczany  
oddziaływa na kredę, otrzymujemy po wydzieleniu się kwasu węglanego nie-  
roztwarzający się osad, podczas, gdy kwas chlorowodorny dawał nam, jak wi-  
dzieliście osad roztwarzający się w wodzie, który jej jednakże nie bar-  
dzo zagęszcza. Prawdopodobnie się zapytacie, dlaczego posługuję się tak  
wielkiem naczyniem ? Rzecz to nader prosta: pragnę tu wam tylko okazać  
w wielkich rozmiarach to, co wy sami możecie potem powtórzyć w małych.  
Zobaczycie tu znów to samo zjawisko, co przy działaniu kwasu chlorowo-  
dornego na marmur, w naczyniu bowiem wydziela się również kwas węglany,  
charakteryzujący się temi samemi własnościami, jakimi i gaz otrzymany  
przy gorzeniu świecy w powietrzu. Sposób więc wydobywania kwasu węglane-

---

1/ Marmur stanowi połączenie kwasu węglanego /dwutl.węgla/ z wapniem.  
Kwas chlorowodorny działając silniej niż węglany, zastępuje jego miejs-

67

go różnicy tu nie stanowi; widzicie że jest on zawsze jednakowym, bez względu na to, jak go wydobywamy.

Starajmy się poznać teraz dokładnie naturę tego gazu. Zbadamy kwas węglany to naczynie wypełniający, tym samym sposobem, jakim badaliśmy wszystkie inne dotychczas gazy, mianowicie przez palenie. Widzicie, że ani sam jest palnym, ani też paleniu sprzyja. /Płomień, w nim zanurzony, sam gaśnie, a gaz się nie zapala/. Wiemy również, że się nie rozpuszcza w wodzie, gdyż go z łatwością nad powierzchnią cieczy utrzymać możemy. Prócz tego wiadomo wam, że bieleje pod wpływem wody wapiennej. Pamiętajcie na koniec, że bielejąc, tworzy z nią krede, którą ze względu na skład jej / z wapna i kwasu węglanego/, podobnie jak marmur, wapień lub korale, nieco kwasu węglanego z drugiej szklanki. Czy się też przeleżał? Sądząc nazwano weglanem wapnia.

Przedewszystkiem muszę wam pokazać, że się on po części może roz- twarzać w wodzie i że się więc pod tym względem różni od tlenu i wodoru. Oto jest przyrząd, przy pomocy którego możemy go rozpuścić. Dno tego pod- wójnego naczynia zajmuje marmur i kwas, z wierzchu zaś nalana zimna wo- da. Przyrząd ten tak jest urządzony, że gaz z jednego oddziału przecho- dzić może do drugiego. Wprowadzam w działanie przyrząd i widzicie, jak się gaz przez wodę bańkami wznosi na jej powierzchnię; wznosił się on tym sposobem przez noc całą i o ile sądzę, już się w części zdołał rozpuścić. Aby się o tem przekonać, nalewam nieco tej wody do szklanki i kosztując ją, znajduję, że pozostawia w ustach smak nieco kwaśny, co dowodzi, że zawiera kwas węglany. Aby się przekonać, czy istotnie on się w niej znaj- duje, dodamy do tej wody jeszcze wodę wapienną, która jak wiecie, zmusza chemicznie kwas węglany do uwidocznienia swej obecności. Widzicie, że woda wapienna staje się mętną i białawą, a to jest dowodem, że w szklan- ce rzeczywiście był kwas węglany.

Jest to gaz nadzwyczaj ciężki, cięższy od atmosferycznego powietrza. Oto tablica, na której oznaczona jest względna ich waga, jak również i wagi zbadanych już dotychczas przez nas gazów, tak że je wszystkie mo- żecie z sobą porównać :

ce i ten wydziela się tym sposobem w kształcie gazu.

	Litr.
Wodór .....	0,089 gr.
Tlen .....	1,430 "
Azot .....	1,256 "
Powietrze atmosfer.....	1,000 "
Kwas węglany .....	1,967 "

Litr kwasu węglanego waży około dwóch gramów, a rzut oka na tę tablicę przekona was, że to już jest bardzo ciężki gaz. Możemy się o tem zresztą przekonać za pomocą nader licznych doświadczeń. Weźmy szklankę, w której nic się nie znajduje, prócz powietrza i spóbijmy nalać w nią nieco kwasu węglanego z drugiej szklanki. Czy się też przelał? Sądząc z pozoru niepodobna tego twierdzić, ale też i przeczyć temu nie można; aby na to pytanie odpowiedzieć, należy do szklanki wprowadzić płomień. Tak, kwas się w niej znajduje, widzicie to z wywieranego przezeń działania na płomień, który gaśnie, a gdybym zapragnął innego dowodu, dostarczyłaby mi go woda wapienna. Wezmę teraz małe wiaderko i pogrążę je w studnię kwasu węglanego; niestety mamy aż nadto często prawdziwe studnie z nagromadzonym w nich kwasem węglanym. Jeżeli w rezerwoarze jest kwas węglany, winien się on teraz znajdować w wiaderku dowiemy się o tem, zapuściwszy w nią płomień. Widzicie: pełną jest kwasu węglanego, płomień w niej bowiem gaśnie.

Inne doświadczenie w widoczniejszy jeszcze sposób zapozna was z ciężkością tego gazu. Na końcu jednego ramienia wagi zawieszają się słoje /fig.37/; a na talerzyku drugiego ramienia kładą się ciężarki, tak, aby waga była w równowadze; skoro zaś do słoju wlejemy kwas węglany /gaz/, szalka z nim niezwłocznie opadnie. Zbadawszy słoje przez wprowadzenie weń płomienia, przekonywamy się, że kwas węglany w słoju przeszedł, ponieważ płomień w nim gaśnie.

Bańka mydlana, wypełniona jak zwykle powietrzem, rzucona do słoju z kwasem węglanym /gazem/ pływa w nim. Weźmy małą bańkę z collodium. Nie jestem pewny, gdzie jest powierzchnia kwasu węglanego w słoju; chcę zbadać, do jakiej on w nim wysokości dochodzi. Teraz jest to wi-

docznem: bańka pływa po powierzchni gazu i wznosi się w miarę tego, jak dolewam do słoja kwasu węglanego. Oto już słoje prawie nim wypełniony, obaczę czy bańka mydlana również w nim pływać może. /Profesor wydyma bańkę, która wpada do kwasu węglanego/. Pływa również prawie w środku słoju, ponieważ w niej się zawiera powietrze, które jest lżejsze od kwasu węglanego. Poznaliście więc dziś kwas węglany, wiecie już jak się on wytwarza z palącej się świecy, jak się wydziela z kredy lub marmuru, jakie ma własności fizyczne i jaki ma ciężar. Podczas następnej pogadanki, pokażę wam, z czego się on składa i z jakich źródeł otrzymuje swe składowe części

-----

70  
POGADANKA SZÓSTA.

*Chemiczny skład kwasu węglanego. Powstawanie jego ze spalenia węgla. Główny stosunek składników. Rozbieg kwasu węglanego na jego pierwiastki. Wytrącanie kwasu węglanego przez spalenie drewna i garu Lewickiego. Stale zakończenie. i lotne produkty palenia ciała. — Porównanie oddychania z paleniem. Negiel jako składnik pokarmowy. Ciepło ciała. Oddziaływanie wrażliwe światła zwierząt i roślin. — Wpływ temperatury na zaindukowanie procesów chemicznych.*

Jedną z dam zaszczycających swą obecnością nasze pogadanki, była tyle łaskawą, że przysłała mi te dwie świece japońskie, zrobione z materiału, o którym wam już podczas pierwszej naszej pogadanki mówiłem. Są one, jak widzicie, bardziej jeszcze ozdobne, niż najpiękniejsze świece francuskie, które wam wówczas pokazałem, sządząc z pewnością, możnaby je śmiało nazwać przedmiotami prawdziwego zbytku. Prócz tego, mają one szczególną własność: knot mają pusty jak lampy; tym sposobem zastosowano do nich ów użyteczny wynalazek, który Argand dla lamp zrobił. Dla osób otrzymujących ze Wschodu podobne podarki, nie będzie zapewne nowością, że materiał, z którego te świece są zrobione, może na powrót odzyskać straconą podczas długiego transportu czystość swego blasku, gdy potrzemy jego powierzchnię czystą chusteczką płócienną lub jedwabną, tak aby się wszystkie chropowatości starły. Potem bowiem barwy odzyskują swą piękność i świeżość. Jedną z tych świec potarłem, patrzcie, jaka zachodzi różnica między nią a drugą, której jeszcze nie czyściłem, lecz którą z łatwością można uczynić również błyszczącą. Widzicie przytem, że kształt tych świec odlanych w Japonii, jest bardziej stożkowym, niż świec europejskich.

Ostatnim razem mówiłem wam wiele o kwasie węglanym. Odkryliśmy, że jeżeli zbierzemy parę pochodzącą ze świecy albo lampy, w naczynie i parę tę poddajemy działaniu wody wapiennej, której skład znacie i którą możecie teraz przygotować sami, (w odbieralniku otrzymujemy) białawy płyn. Przyczyną tego, jakiem wam powiedział, jest obecność wapiennego ciała, które znajduje się także w muszlach, koralach i wielu minerałach. Ale dotąd nie udzieliłem wam jasnych i szczegółowych wiadomości o chemicznym składzie tego ciała, które nazwaliśmy kwasem węglanym, a którego dostarcza nam palenie. Muszę dziś więc do tego powrócić temat.

Dowiedziawszy się, jakie ciała świeca wydziela przy paleniu, zbadaliśmy ich własności. Znaleźliśmy pierwiastki, z których składa się

74

woda, teraz nam pozostaje znaleźć pierwiastki, <sup>które się na</sup>składają ~~z~~ kwas węglany, pochodzący również ze świecy; wystarczy na to kilka doświadczeń.

Wiecie, że źle paląca się świeca, kopci, ale jeżeli dobrze się pali, nic podobnego się nie dzieje. Pamiętajcie także, iż tylko tym właśnie cząsteczkom stanowiącym kopeć, zawdzięcza płomień świecy swój blask, one bowiem rozpalają się w nim do białości. Następujące doświadczenie do - wiedzie wam tego. Dopóki w płomieniu świecy kopeć pozostaje i spala się, dopóty świeca daje prześliczne jasne światło, a w płomieniu czarnych cząsteczek zauważyć nie można. Teraz zapalę pewne ciało, płonące nadzwyczaj kapryśnie, co nam jednak posłuży do rozjaśnienia przedmiotu. Zapalam na gąbce terpentynę <sup>1/</sup>. Widzicie, że dym, który unosi się z gąbki, rozchodzi się w wielkiej ilości w powietrzu. Przypomnijcie sobie, że z takiego samego dymu, pochodzi kwas węglany, dostarczany przez świecę. Aby was przekonać o tem, kładę gąbkę z palącą się na niej terpentyną, w naczynie napełnione tlenem i widzicie, że wszystek dym spala się. Jest to jednak dopiero połowa naszego doświadczenia. Pojmujecie, co tutaj zachodzi.

Węgiel wydzielony z płomienia terpentyny spala się zupełnie w tlenie, a zobaczymy, że to proste, chwilę zaledwie trwające doświadczenie, doprowadza nas do tego samego całkiem rezultatu, jakiśmy otrzymali, badając spokojne palenie się świecy. Do naczynia, w którym terpentyna spaliła się w tlenie, nalewam znów wody wapiennej, która po skłóceniu nabiera barwy mlecznej. Zrobiłem to doświadczenie, chociaż rezultat jego powinniście byli już przewidzieć, aby tok naszych badań był wam na każdym kroku jasny i zrozumiały i abyście ani na chwilę nie tracili jego wątku, jeżeli tylko słuchacie mnie z uwagą.

Węgiel więc palący się w tlenie albo w powietrzu, tworzy kwas węglany, a cząsteczki, które się nie palą, dają nam inne ciało, wcho - dzące w skład kwasu węglanego, mianowicie węgiel, - który nadaje blask płomieniowi przy dostatecznym przypływie powietrza; ale jeżeli tlenu

---

1/ Terpentyna, rodzaj smoły, wydobywanej z nacięć w korze pewnego dzikiego pistacyowego drzewa, nazywanego się drzewem terpentynowym.

72

będzie za mało, by spalić go całkowicie, to płomień wyrzuca część jego niespaloną. Należy mi wytłómaczyć wam jaśniej, historię tworzenia się kwasu węglanego z węgla i tlenu.

Teraz zrozumiecie to daleko łatwiej, aniżeli przed<sup>tem</sup>; dla większej jasności przygotowałem kilka doświadczeń. Weźmy naczynie szklane, napełnione tlenem i węgiel w tyglu do czerwoności rozpalony. Trzeba, aby naczynie było zupełnie suche; muszę was jednakże uprzedzić, że otrzymam rezultat niezbyt ścisły, poświęcam bowiem dokładność doświadczenia dla jego jasności. Zmieszam ten węgiel z tlenem, <sup>że</sup> to jest tłuczony węgiel drzewny, poznacie ze sposobu jego palenia się na powietrzu. /Profesor wysypuje z tygla nieco rozżarzonego węgla/. Mam zamiar spalić go w tlenie. Patrzcie, co za różnica! Zdaleka zdaje się, iż pali się płomieniem, ale to tylko się zdaje, w rzeczywistości tak jednakże nie jest. Każda cząstka węgla stanowi iskrę i paląc się takim sposobem, tworzy kwas węglany. Kilka doświadczeń dowiedzie wam, że węgiel pali się właśnie w podobny sposób - bez płomienia; na ten fakt, do którego później jeszcze powrócę, chciałem zwrócić szczególnie waszą uwagę.

Zamiast proszku, zapalę spory kawałek węgla w ten sposób, <sup>aby for-</sup> ma i rozmiar jego, były widoczne, to da wam możliwość <sup>sterzenia</sup> ~~uważania~~ zjawisk towarzyszących jego paleniu. Biorę naczynie szklane z tlenem i węgiel z przymocowanym do niego kawałkiem drzewa, który zapalam, aby tym sposobem zapalić węgiel, bo inaczej trudnoby mi było to zrobić. Widzicie, że węgiel się pali, ale bez płomienia, a jeżeli jest płomyk, to bardzo mały i pochodzi stąd, że przy samej powierzchni węgla, tworzy się podczas spalania pewna substancja zwana tlenkiem węgla. Palenie trwa wciąż jak widzicie, tworząc powoli kwas węglany, przez połączenie węgla z tlenem. Weźmy inny kawałek węgla, kawałek palonej kory, który ~~paląc~~ się rozsypuje się z trzaskiem. Ogrzewając, przemienimy go w drobniutkie cząsteczki, które będą się w górę wznosiły, ale każda z nich tak samo palić się będzie, jak i duży kawałek, w tenże sam dziwny sposób, to jest bez płomienia. Uważacie, że tutaj palenie odbywa się w niezliczonej ilości oddzielnych punktów, ale wszędzie bez płomienia? Nie- ma doświadczenia bardziej uwidoczniającego tę prawdę, że węgiel pali

13

się w kształcie iskry.

Tym sposobem widzimy, jak tworzy się kwas węglany, przez połączenie jego składowych części. Tworzy się on bezpośrednio i jeżeli zbadamy go przy pomocy wody wapiennej, dowiemy się, że jest on tem samem ciałem, któreśmy opisywali przed<sup>r</sup>tem. Zmieszawszy sześć części /na wagę/ węgla /nie stanowi różnicy, czy to będzie węgiel wydzielony z płomienia świecy, czy też stanowić będzie sposzgowany węgiel drzewny/ z 16-ma częściami tlenu, otrzymamy 22 części kwasu węglanego; - te 22 części kwasu węglanego połączywszy z 28 częściami wapna, tworzą jakieś to widzieli krede albo węglan wapna. Gdybyście rozłożyli skorupę ostrygi na składowe jej części i części te zważyli, znaleźlibyście, że każde 50 jednostek wagi tejże, zawiera 6 takich jednostek węgla i 16 tlenu, połączonych z 28 jednostkami wapna. Ale nie chcę was trudzić tymi szczegółami, musimy bowiem <sup>patrzeć</sup> roz~~brać~~ nasz przedmiot z ogólnego tylko punktu widzenia.

Patrzcie, jak stopniowo znika węgiel. /Profesor wskazuje spory kawałek węgla, palący się spokojnie dalej w naczyniu z tlenem/. Rzeczywiście, można powiedzieć, że węgiel rozpuszcza się w otaczającym go powietrzu; gdyby kawałek ten składał się tylko z czystego węgla, spaliłby się całkowicie bez reszty. Oczyszczony zupełnie węgiel spala się, nie pozostawiając po sobie popiołu, ale otrzymać czysty węgiel jest bardzo trudno.

Węgiel jest ciałem stałym, które gęstość swą tylko pod wpływem najsilniejszego gorąca zmienia, jednakże nie topi się on nawet pod wpływem najsilniejszego gorąca, tylko uchodzi w kształcie pary, która przy zwykłych warunkach nie da się nigdy zgęścić, ani w ciecz, ani napowrót w ciało stałe. W tem zjawisku szczególnie zaciekawia to, że przy zamianie węgla pod działaniem tlenu w kwas węglany, nic się tlen pod względem objętości nie zmienia. Objętość kwasu pozostaje taka sama, jaką miał tlen nie zwiększa się, ani też zmniejsza; zmiana zachodzi tylko pod tym względem, że węgiel przemienia<sup>się</sup> w kwas węglany.

Aby dać wam jasne pojęcie o składzie kwasu węglanego, pokażę wam jeszcze jedno doświadczenie. Mając ciało złożone, składające się z wę-

44

gla i tlenu, powinniśmy mieć środki do oddzielenia od siebie tych ciał. Rzeczywiście, możemy robić z kwasem węglanym to samo, cośmy robili z wodą, to jest, możemy go rozkładać na części składowe. Najprościej i najlepiej zrobić to można przy pomocy ciała mającego zdolność odbierać tlen, kiedy bowiem gaz ten będzie zabrany, pozostanie tylko węgiel.

Pamiętacie, że kiedyś kładł potas na lód, metal ten oddzielał tlen od wodoru. Spróbujmy zrobić to samo z kwasem węglanym. Wiecie, że jest to gaz bardzo ciężki; nie będę go więcej poddawał działaniu wody wapiennej, gdyż to by nam przy dalszych doświadczeniach szkodzić mogło; - ale znając ciężar kwasu węglanego i jego własność polegającą na gaszeniu płomienia, zadowolimy się temi dwoma cechami, dla odróżniania go, gdy będziemy tego potrzebowali. Pogrążam płomień w gaz, zobaczymy, czy zgaśnie. Otóż rzeczywiście płomień gaśnie, jak tego oczekiwać należało. Być może, że kwas węglany zagasi nawet fosfor, który jak wiadomo, pali się nader żywo. Weźmy kawałek silnie ogrzanego fosforu. Pogrążam go w gaz i widzicie, palić się przestaje, a na powietrzu znów pojawia się obejmujący go płomień, ponieważ fosfor znajduje tutaj materiał do palenia, którego brakło mu w kwasie węglanym. Teraz weźmy kawałek potasu, który działa na kwas węglany nawet w zwyczajnej temperaturze: jakkolwiek w takich warunkach nie daje żądanego rezultatu, pokrywa się bowiem zaraz ochraniającą warstwą, która proces cały utrudnia. Ale jeżeli ogrzać go do tego stopnia, żeby się palił w powietrzu, będzie się wtedy palił i w kwasie węglanym. Ogrzać go bardzo łatwo w ten sam sposób, jakieśmy ogrzewali fosfor. Jeżeli się będzie palił w kwasie węglanym, zabierać mu będzie tlen i wtenczas zobaczymy co zeń pozostanie. Więc żeby do - wieść wam obecności tlenu w kwasie węglanym zapalę w nim potas. /Professor zaczyna ogrzewać kawałek potasu, ale ten wybucha z trzaskiem/. Zdarza się to niekiedy, że nieczyste kawałki potasu przy ogrzewaniu wybuchają lub w inny sposób krnąbrnie się zachowują. Wybiorę drugi kawałek i ogrzewszy go, włożę do naczynia. Widzicie, że pali się on w kwasie węglanym, prawda że nie tak dobrze, jak na powietrzu, bo tutaj tlen nie jest w stanie swobodnym, ale zawsze się pali i łączy z tlenem. Teraz, jeżeli ten kawałek włożę w wodę, otrzymam /oprócz osadu zawierającego

45  
*Experiment*

wodan potasu, który nas tu nie obchodzi/ węgiel. ~~Doświadczenie~~ wykonanej było nader pobieżnie, ale zapewniam was, że gdybym mógł staranniej *go* robić, gdybym mógł poświęcić ~~na to~~, nie pięć minut, ale dzień cały, to na życze otrzymałbym węgiel w ilości, jakiejbym potrzebował, tak że rezultat nie przedstawiłby żadnych wątpliwości. Z kwasu więc węgla - nego otrzymaliśmy węgiel, który przedstawia nam się tutaj w kształcie wszystkim znanego czarnego ciała. Mamy więc widoczny dowód składu kwasu węglanego, przekonaliśmy się, że w skład jego wchodzi tlen i węgiel. Dodam jeszcze, że przy paleniu się węgla w zwyczajnych warunkach t.j. przy dostatecznym dopływie powietrza tworzy się zawsze kwas węglany.

Biorę kawałek drzewa i kładę w naczynie szklane, napełnione wodą wapienną. Mieszając i bełcąc tę wodę, nie jestem w stanie jak widzicie, wyrzucić na nią żadnego wpływu i woda ani odrobinę nie zmienia swej przezroczystości. Ale co się stanie, jeżeli w atmosferze znajdującej się w naczyniu, zapalę ten kawałek drzewa? Nie ulega wątpliwości, że otrzymamy wodę; ale czy otrzymamy jakieś powidzieli, kwas węglany? Sprobujmy: patrzcie, oto w miejsce oczekiwanego kwasu węglanego, otrzymujemy węglan wapna, lecz niech to was w błąd nie wprowadza, ciało to bowiem pochodzi z kwasu węglanego, - kwas więc węglany musiał się przedtem wydzielić z węgla utworzonego przez palące się drzewo. Zapewnie nieraz robiliście to zajmujące doświadczenie, dowodzące obecności węgla w drzewie; zapalając mianowicie kawałek drzewa i gasząc go po upływie pewnego czasu, otrzymujemy węgiel.

Nie wszystkie jednakże ciała zawierające węgiel, uwidoczniają go w ten sposób. Świeca <sup>√</sup>naprzykład w takim kształcie go nie objawia, jakkolwiek wiemy, że się w niej zawiera. W gazie świetlnym, który płonąc wydziela wielką ilość kwasu węglanego, również nie dostrzegamy zupełnie śladu węgla; mogę go wam jednakże uwidocznić w nim z łatwością.

Oto naczynie napełnione tym gazem. Gdy gaz zapalimy, będzie się on palił, dopóki całkowicie nie spłonie. Węgla nie widzimy, jakkolwiek jesteśmy przekonani o jego obecności, widząc żywy blask płomienia; - wiemy bowiem z wniosków wyprowadzonych z poprzednich doświadczeń, że blask ten pochodzi od rozżarzonych do białości i spalających się cząste-

czek węgla. Obecności jego w gazie świetlnym można dowieść jeszcze innym sposobem. Weźmy inne naczynie napełnione tym samym gazem z domieszką ciała, które spali zawierający się w gazie wodór, pozostawiając węgiel nie-naruszonym.<sup>1)</sup> Zapalam gaz; widzicie, że wodór się spala, a węgiel pozostaje w postaci gęstego czarnego dymu. Mam nadzieję, że te doświadczenia nauczyły was poznawać obecność węgla w płomieniu i że teraz wiecie, z czego składają się produkty, z palenia gazu lub innego ciała palącego się w atmosferze otrzymane.

Zanim pożegnamy się z węglem<sup>i</sup> pójdziemy dalej, zrobimy jeszcze kilka uwag, które pozwolą nam głębiej wniknąć w zadziwiającą rolę, jaką on w zwykłych warunkach przy paleniu odgrywa. Już wam pokazałem, że węgiel paląc się żarzy się tylko i tli, jak wszystkie ciała stałe; przy<sup>tem</sup> widzieliście jednak, że ze stanu stałego przechodzi w gaz. Takim sposobem spalają się tylko niektóre ciała, a właściwie tylko liczna klasa naszych zwyczajnych ciał palnych, jak n.p. węgiel zwyczajny, węgiel kamienny i drzewo. Prócz tych ciał węgiel zawierających, nie mogę pokazać wam żadnego innego ciała, któreby się w podobny sposób paliło. Zresztą lepiej to, iż one stanowią wyjątek. Cóżby było, gdyby wszystkie ciała paliły się tak jak np. żelazo, nie zmieniając gęstości i pozostając ciałem stałym. Czyż moglibyśmy wtedy otrzymać takiego rodzaju proces palenia się, jakim jest ogień rozniecony naprzykład w naszych piecach? Oto jest ciało, które pali się doskonale, może lepiej, niż węgiel, a w każdym razie nie gorzej, tak iż przy zetknięciu z powietrzem, samo się zapala. /Profesor rozbija trzymaną w ręku rurkę/. Jest to ołów, który widzicie, jak pięknie się pali. Ołów ten jest rozdrobniony na drobne kawałeczki, ułożone w ten sposób jak węgiel kamienny w piecu, tak iż powietrze może obejmować je ze wszystkich stron i przenikać aż do środka, co tem bardziej jest możebnem, że między niemi pozostają puste miejsca; nie dziwnieć, że się palą. Ale dlaczego zaraz gasną, gdy je złożę w kupkę? /Profesor wysypuje ołów z rurki na talerz i składa w jeden stos/. Oto po

~~nota petit~~  
 1) Tem ciałem jest chlor, pierwiastek, który bardzo chętnie łączy się z wodorem czyli jak się mówi, jest z nim w dużem powinowactwie chemicznem.

prostu dla tego, że powietrze nie ma do nich dostępu. Jakkolwiek ciało to wznieca silny żar, taki jaki bywa niekiedy potrzebny w piecach i kotłach parowych, ale ciało, jakie się przez palenie tworzy, nie zamienia się w gaz i nie uchodzi w powietrzu, ale pozostaje jako ciało stałe i przykrywa niższe warstwy ołowiu, które nie mając styczności z powietrzem, leżą niespalone pod tą pokrywą. Jaka różnica pomiędzy tem ciałem a węglem? Węgiel pali się zupełnie tak samo jak i ten ołów i daje wysoki stopień ciepła; ale podtrzymuje przy tem żywy płomień, gdyż produkt spalania jego, kwas węglany jest lotny i uchodzi w powietrze, tak że ciągle świeża warstwa węgla ma styczność z powietrzem. Przytem widzieliśmy, że węgiel rozpuszcza się zupełnie w tlenie, i nie zostawia popiołu. A tutaj, /profesor wskazuje na kupkę ołowiu/, więcej pozostało popiołu, niżeli było materiału palnego; otrzymaliśmy pozostałość, która waży więcej, aniżeli ciało, któreśmy spalili, ponieważ z niem połączyła się dość znaczna ilość tlenu. Widzicie więc, jaka różnica zachodzi pomiędzy węglem a ołowiem, albo też pomiędzy węglem a żelazem, i dlaczego żelazo przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń nadaje się do użytku przy opalaniu i oświetleniu. Pokrywa się ono bowiem bardzo szybko cienką warstwą (swego produktu spalania, które go następnie chroni od dopływu powietrza, co sprawia, że spalania jego odbywa się tylko bardzo powolnie.

Jeżeliby węgiel płonąc, dawał ciało stałe, to audytorium nasze, napełniłoby się wkrótce nieprzezroczystą substancją, jak to widzieliśmy przy paleniu się fosforu. Tymczasem wszystko co się wydziela przy paleniu węgla, ulatnia się i rozprasza w atmosferze. Przed spalaniem mieliśmy ciało stałe, na pozór do żadnych zmian nie podatne; ale po spaleniu, przemienia się ono w gaz, który jest nadzwyczaj trudno, /jakkolwiek się nam to udało/, przyprowadzić do stanu ciekłego albo stałego.

Przechodzę teraz do bardzo zajmującej strony naszego przedmiotu, mianowicie do porównania spalania się świecy z tym rodzajem żywego palenia, który zachodzi wewnątrz naszego organizmu. W ciele każdego człowieka, odbywa się palenie, bardzo podobne do palenia się świecy; postaram się objaśnić wam ten proces. Przyrównanie życia ludzkiego do

świecy, używane przez niektórych pisarzy, jest czemś więcej, niż zwyczajną poetycką przenośnią. Jeżeli mnie z uwagą słuchać będziecie, postaram się wam dowieść, że jest ono i ze stanowiska przyrodoznawczego uzasadnione i prawdziwe.

Obmyśliłem w tym celu niewielki przyrząd, który w waszych oczach zbuduję. Wezmę najpierw deskę z wyżłobionym w niej rowkiem, który zamyka się z wierzchu nieco krótszą od niego pokrywką, tak, że po obu stronach pozostają otwory /fig.38/. Kiedy pokrywka spuszczone, rowek przemienia się w kanał łączący z sobą dwa szklane cylindry, które stawiam po obu otworach. Tym sposobem, naczynia te łączą się z sobą. W jeden z nich stawiam świecę stearynową lub łojową, która jak widzicie bardzo dobrze się w nim pali. Zauważcie, że powietrze, podtrzymując płomień, opuszcza się z pustego cylindra, przechodzi przez rowek wyżłobiony w desce i wchodzi do drugiego, w którym świeca stoi. Zatykam otwór, przez który przechodzi powietrze i jak widzicie, palenie ustaje. Jeżeli przetniemy drogę powietrzu, płomień gaśnie. Cóż z tego wnosić należy? W jednym z poprzedzających doświadczeń /str.235, fig.36/ pokazywałem wam, co zachodzi, gdy powietrze przechodzi od jednego płomienia do drugiego. Jeżeliby powietrze od palącej się świecy, za pomocą skomplikowanego przyrządu, zmusił przejść do tego cylindra, to paląca się w nim świeca zgasłaby. Ale coś powiecie, gdy wam powiem, że mogę zgasić ją swoim oddechem, ale bynajmniej nie przez dmuchnięcie. Zauważcie, że dmuchać na płomień nie będę; oddech mój może ją zgasić inaczej. Przykładam usta do wierzchniego otworu cylindra pustego i wcale nie dmuchając, wpuszczam w niego powietrze wychodzące z piersi. Widzicie, nie dmuchałem na świecę, wpuszczałem tylko powietrze z płuc swoich i to było dostatecznym, aby świecę zgasić. Powietrze z płuc wychodzące nie zawiera w sobie tlenu i to jest główną przyczyną gaśnięcia świecy. Płuca moje zabrały tlen powietrza będącego w przyrządzie, tak że ono nie mogło podtrzymywać palenia. Zauważcie czas, w którym zepsute powietrze doszło do cylindra ze świecą. Z początku świeca paliła się należycie, ale zaledwie mój dech do niej doszedł - zgasła.

Teraz pokażę wam drugie doświadczenie podobnego rodzaju, ponieważ przedmiot, o którym mówimy, jest bardzo ważny. Oto naczynie szklane

79

w kształcie dzwonu, /t.j. flaszka bez dna/, napełnione czystym powietrzem, o czym nas przekonywa pogrążony w nią płomień. Zatykam je korkiem, przez który przechodzi szklana rurka. Wierzchni koniec tej rurki przykładam do ust, /fig.39/ aby wychodzące przy oddychaniu z płuc powietrze, wpuszczać przez nią w naczynie. Stawiając naczynie z wodą, jak to w tej chwili właśnie czynię, jestem w stanie wyciągnąć z niego powietrze, /rozumie się, że naczynie musi być szczelnie zatkać/, wprowadzić je do płuc i następnie znowu do naczynia wpuścić. Teraz możemy zbadać to powietrze i zobaczyć, co w nim zaszło. Zauważyliście, że wyciągnąłem z naczynia powietrze, potem znów wpuściłem, jak to pokazało podniesienie się i opadnięcie poziomu wody w naczyniu. Teraz, ażeby dowiedzieć się, w jakim stanie jest powietrze, wpuścimy w nie płomień. Płomień gaśnie ! więc jedno odetchnięcie tak gruntownie zepsuło powietrze, że byłoby zupełnie bezpożytecznie wdychać je ponownie. Teraz rozumiecie, dlaczego należy zmienić sposoby budowy mieszkań klas biednych, gdzie z przyczyny niedostatku powietrza, trzeba oddychać jednym i tem samem po kilka razy; brak tam bowiem regularnej wentylacji, która by je odnawiała. Widzieliście, jak jedno odetchnięcie psuje powietrze, więc możecie zrozumieć, jak jest koniecznem dla zdrowia ludzi mieć ciągle świeże powietrze.

Aby sobie tę ważną sprawę jeszcze lepiej wyświecić, poddamy podobnemu doświadczeniu wodę wapienną i zobaczymy, co się z nią dzieje przy zetknięciu z ludzkim oddechem, /fig.40/. Oto jest kolba z małą ilością wody wapiennej; dwie rurki przechodzące przez otwory jej w korku zrobione, służą do wprowadzania powietrza do kolby i wypuszczania go z niej; tym sposobem będziemy mogli zbadać działanie jakie wywiera na wodę wapienną tak powietrze czyste, jak wychodzące przy oddychaniu z płuc. Rzecz jasna, że za pomocą rurki /A/ /fig.40/, mogę wciągać do płuc swych powietrze, które poprzednio przeszło przez wodę wapienną; a za pomocą drugiej rurki /B/ zanurzonej głębiej aniżeli pierwsza w naczynie, mogę badać działanie na wodę powietrza wychodzącego z moich płuc, gdy to powietrze przez nią do kolby wpuszczać będę. Wciągając zatem w siebie przez rurkę /A/ powietrze przez wodę wapienną przechodzące, lecz to nie wywołuje żadnej zupełnie zmiany w cieczy;

82

nie staje się ona wcale mętna. Ale skoro tylko przepuszczę przez nią za pomocą drugiej rurki kilka razy powietrze, pochodzące z moich płuc, to nabierze ona białawego mlecznego koloru, który świadczy o wpływie jakie wywiera na nią powietrze zmienione wskutek oddychania. "Aha", powiecie, "mleczny ten kolor znany już doskonale, jest to przecież węglan wapnia, powstający przy zetknięciu się wody wapiennej z kwasem węglanym. I całkiem słusznie, że co psuje przy oddychaniu powietrze, jest właśnie kwas węglany; otrzymana tu reakcyjna woda wapienna, nie pozostawia pod tym względem żadnej wątpliwości. wytwarza się ciepło; nie ma.

Mamy <sup>tu</sup> dwie flaszki : /fig. 41/ napełnione wodą wapienną i połączone rurkami. Przyrząd ten nie jest skomplikowany, ale do naszego celu bardzo się przydaje. Jeżeli będę wyciągał powietrze z jednej flaszki / przy a / i wpuszczałem je w drugą / przy b / to rozkład rurek nie pozwoli powietrzu cofać się i w obu wypadkach zetknie się ono z wodą wapienną. Wciągane powietrze pójdzie do moich ust, potem do płuc, wyszedłszy zaś ztąd, przejdzie przez wodę wapienną; tym sposobem oddychając, wykonywam godne uwagi doświadczenie, które daje nam przekonujące rezultaty. Zauważyliście, iż czyste powietrze nie działa na wodę wapienną, gdy się zaś z nią zetknie powietrze z płuc przy oddychaniu wychodzące, woda staje się natychmiast mętną. Jakże widoczną jest tu różnica !

Idźmy dalej. Cóż to za proces, który się w nas odbywa, bez którego istnieć nie możemy, który nie zatrzymuje się ani na chwilę, ani w dzień a ni w nocy i który od naszej woli nie zależy zupełnie? Gdy byśmy zatrzymali oddech, - co zresztą jest tylko na czas bardzo krótki możliwy - przestalibyśmy żyć. Podczas snu, organy oddychania i części ciała będące z niem w związku, nie zaprzestają swej działalności; inaczej być nie może, ponieważ proces oddychania, - to ciągłe stykanie się płuc z powietrzem, - jest dla nas niezbędnym warunkiem istnienia. Chciałbym choć w krótkości wyłożyć wam, na czym polega owa działalność. tego jest opisem tego procesu. Aby okazać wam to

Pożywienie, które przyjmujemy, przechodzi przez wielce skomplikowany systemat kanałów w rozmaite części naszych organów trawienia, w których się przetwarza na substancje naszemu organizmowi potrzebne.

81

Część przetrawionego w ten sposób pożywienia wszedłszy w skład krwi dostaje się zapomocą specjalnej sieci naczyń do płuc, gdzie równo - cześnie inna sieć wciąga w siebie i wyrzuca wciąż powietrze, które przy oddychaniu tam posyłamy. Tym sposobem pożywienie i powietrze wchodzą w płucach w bliższy z sobą związek, będąc przedzielone od siebie tylko cienką błonką. Wskutek tak blizkiego sąsiedztwa, po - wietrze wywiera na krew naszą zupełnie takie same działanie, jakieśmy to widzieli w świecy. Węgiel świecy łączy się z tlenem otaczającego ją powietrza, tworząc kwas węglany, przyczem wytwarza się ciepło; nie mniej ciekawy i zadziwiający proces zachodzi i w płucach. Tlen po - wietrza, który się do nich dostaje, łączy się z węglem, nie znajdu - jącym się w nich wprawdzie w stanie wolnym, ale wyswobadzającym się w chwili łączenia z tlenem powietrza i tworzy kwas węglany, który przy oddychaniu wypuszczamy z siebie. Prawda, że to zadziwiające ! W ten sposób nasuwa się nam ciekawy wniosek, że można rozpatrywać po - żywienie jako materiał palny. Za przykład niech nam posłuży kawałek cukru. Cukier składa się z węgla, wodoru i tlenu; więc zawiera te same pierwiastki co i świeca, tylko że połączone one w nim są w in - nym stosunku. Cukier zawiera bowiem :

Węgla .....	72	części	
Wodoru .....	11	}	"
Tlenu .....	88	}	"
			99

Oto ciekawy fakt, który z łatwością powinniście zapamiętać. Okazuje się bowiem, że tutaj tlen i wodór, są w tej samej proporcji, jak i w wodzie, tak iż można powiedzieć, że cukier składa się z 72 części węgla i 99 części wodoru. Otóż dowiedziono, że w procesie od - dychania węgiel cukru łączy się z tlenem dostarczonym płucom przez powietrze i tym sposobem czyni z nas świecę, która wytwarza niezbęd - ne dla nas ciepło wewnętrzne i odbywa inne konieczne dla utrzymania naszego istnienia czynności. Odnawiamy więc wciąż nasz organizm za - pomocą prostego ale zadziwiającego procesu. Aby okazać wam to zja - wisko w głównych zarysach, wezmę kawałek cukru albo lepiej jeszcze dla pośpiechu trochę syropu cukrowego, składającego się z 3/4 cukru i 1/4 wody. Potem naleję do syropu kwasu siarczanego, który pochło -

Niektóre pokarmy pod względem swego składu są podobne do cukru, który zawiera wodór i tlen w tym samym stosunku, co woda. Kachodri to ma przykład w skrobi, która ~~jest~~ <sup>stanowi</sup> główną część składu roślnego rodzaju maki i mąki do najważniejszych środków pożywienia. W tkankach natomiast, jak i w płynnych częściach składowych mięsa stosunek ten jest odmienny: zawierają one bowiem znacznie mniej tlenu niż cukier i skrobia. ~~W~~ ~~skrobi~~ ~~spalają~~ ~~się~~ ~~zatem~~ ~~w~~ ~~całym~~ ~~ciale~~ ~~człowieka~~ ~~czy~~ ~~zwierzęcia~~, ~~potrzebując~~ ~~one~~ ~~większego~~ ~~woduru~~ ~~tlenu~~ ~~z~~ ~~zewnątrz~~, gdyż tu nie tylko ~~węgiel~~ ~~musi~~ ~~zostać~~ ~~utlenionym~~ ~~w~~ ~~krwas~~ ~~węglany~~, ~~ale~~ ~~i~~ ~~spora~~ ~~część~~ ~~woduru~~ ~~musi~~ ~~pre-~~ ~~mienną~~ ~~być~~ ~~w~~ ~~wodę~~. ~~W~~ ~~skrobi~~ ~~zatem~~ ~~w~~ ~~ciale~~ ~~swem~~ ~~całkiem~~ ~~tak~~ ~~jak~~ ~~skrobia~~ ~~krwas~~ ~~węglany~~ ~~i~~ ~~wodę~~ ~~jak~~ ~~produkty~~ ~~palenia~~. Obie te substancje znajdują się w powietrzu, które wydychamy, pierwszą jako gaz, drugą ~~z~~ ~~w~~ ~~postaci~~ ~~pary~~. Obecność kwasu węglanego w wydychu wykazało ~~doświadczenie~~ ~~opisane~~ ~~w~~ ~~tekście~~; obecność pary wodnej okazało się bardzo łatwo, jeżeli oddychaniem ~~nie~~ ~~mał~~ ~~z~~ ~~oblicz~~ ~~rimne~~ ~~ciasto~~ ~~obryzgać~~, ~~temu~~ ~~się~~ ~~ono~~ ~~w~~ ~~phamgnieniu~~ ~~para~~ ~~wodna~~, która się w drobniutkich kroplkach na nim osadzi. - Później i ~~pron~~ ~~ma~~ ~~próbach~~ ~~w~~ ~~szkjalni~~ ~~które~~ ~~z~~ ~~w~~ ~~porankach~~ ~~rimowych~~ ~~obserwujemy~~, podobnie z parą wodną, ~~jak~~ ~~się~~ ~~z~~ ~~pluc~~ ~~(i~~ ~~ze~~ ~~skóry)~~ ~~wydrzeła~~; turczy się zasa ona, ~~głównym~~ ~~nie~~ ~~czyni~~ ~~owo~~, przez utlenianie się wodoru, zawartego w naszych pokarmach.



nie wodę i pozostawi czarną masę, stanowiącą właśnie węgiel. /Profesor wykonywa doświadczenie /. Oto węgiel wydziela się i wkrótce otrzymamy go w stanie stałym, przedstawiającym czarną masę; węgiel ten otrzymaliśmy bezpośrednio z cukru. Wiecie, że cukier jest materiałem pożywnym i macie dowód, że zawiera w sobie węgiel. Pewno nie spodziewaliście się tego. Ale jeszcze bardziej przekonujący rezultat otrzymamy, jeżeli ten węgiel wydobyty z cukru spalimy t.j. wyrażając się chemicznie, jeżeli go połączymy z tlenem, jeżeli go utlenimy. Weźmy kawałek cukru i kwas, który działa <sup>silniej</sup> prędzej niż powietrze. Utlenimy za pomocą niego cukier; proces ten na pozór różni się od procesu oddychania, ale w istocie zupełnie jest on doń podobny. Węgiel, zetknąwszy się z tlenem tego kwasu, będzie się palił. Przed wami odbywa się ~~tylko daleko prędzej to samo, co ma miejsce~~ <sup>tu takim samym procesem jak zachodzi</sup> w płucach, biorących tlen z innego źródła, t.j. z powietrza, <sup>tylko tempo tego procesu jest tu daleko</sup>

Zdziwicie się, jeżeli wam powiem, ile wynosi waga węgla wydzielonego z płuc podczas tego zdumiewającego procesu. Świeca pali się cztery, pięć, sześć a nawet czasem i siedem godzin i w przeciągu tego czasu wciąż kwas węglany wydziela. Z tego możecie powziąć niejakię pojęcie o ilości węgla ulatującego codziennie w atmosferę, pod postacią kwasu węglanego. Pomyślcie, wiele go się wydziela przez oddychanie każdego człowieka ! Jakież zadziwiające zmiany muszą zachodzić w całej przyrodzie w skutek palenia i oddychania ! W przeciągu 24 godzin, każdy dorosły człowiek przemienia około 240 gramów, a więc prawie pół funta węgla w kwas węglany; koń zużywa 2 1/4 kilograma, a krowa 2 kilogramy w swoich organach oddechowych na dobę, aby przez ten czas utrzymać w sobie ciepło zwierzęce. Wszystkie zwierzęta posiadające krew ciepłą, podtrzymują w sobie ciepło spalając w podobny sposób węgiel otrzymany w pokarmach, a znajdujący się w nich nie w stanie wolnym, lecz w połączeniu z innymi ciałami. <sup>3)</sup> Jak zadziwiający wniosek możemy ztąd wyprowadzić o zjawiskach zachodzących w atmosferze ! W jednym Londynie wytwarza się 5,000,000 funtów czyli 548 tonn kwasu węglanego na dobę. Gdzież on się podziewa ? Uchodzi w powietrze. Ale cóżby się stało, gdyby węgiel, podobnie jak ołów lub żelazo, dawał przy spaleniu produkt stały ? Palenie nie mogłoby w takim razie zupełnie mieć miejsca. Węgiel, płonąc, przemienia się w gaz i unosi się w atmosferę — w ten wielki odbieralnik a atmosfera — to czynny pośrednik, który go zabiera i przenosi w inne miejsce.

1) Należy być do tego wzięta z wyodrębnienia saletra — wodoru, jak kwasu w skład którego wchodzi. Należy się do tego wzięcia dobrane chloran potasowy, który zawiera barwę błonę i pal to z wydzieleniem na str. ... opisanego niżej.

Nota:

Nota

83

Cóż się atoli dzieje z tym kwasem węglanym? Teraz dopiero zdziwicie się, gdy wam powiem, iż ta sama przemiana, która zdaje się być tak szkodliwą dla człowieka, /ponieważ nie możemy powtórnie oddychać powietrzem, które już przeszło przez płuca/, jest źródłem życia dla całego świata roślinnego na powierzchni ziemi. Służy on mu bowiem za pokarm i pożywienie. Podobna zaś przemiana zachodzi i pod powierzchnią mórz, rzek i jezior w wielkich masach wody. Proces oddychania u ryb i innych zwierząt wodnych, odbywa się na tych samych zasadach, na jakich zachodzi u nas, jakkolwiek zwierzęta te nie znajdują się w bezpośrednim zetknięciu z czystym powietrzem.

Te ryby, /profesor wskazuje na naczynie ze złotymi rybkami/, oddychają tlenem pochodzącym z powietrza rozpuszczonego w wodzie, którą wciągają skrzelami. One wytwarzają również kwas węglany i współdziałają tak w tym wielkim procesie przemiany, w którym królestwo roślinne i zwierzęce wzajemnie sobie pomagają. Wszystkie rośliny istniejące na powierzchni ziemi, drzewa, krzewy i zioła pochłaniają węgiel. Ich liście dążą do tego jedynie, aby pochłonąć z atmosfery węgiel, który jest w niej rozprzestrzeniony w formie kwasu węglanego pochodzącego z oddechów ludzi i całego świata zwierząt a jest im niezbędny do życia, rozwoju i istnienia. Dajcie im czyste powietrze, jakiego my do oddechania potrzebujemy, a zwiędną i zginą wkrótce, kiedy tymczasem otrzymując węgiel i niektóre inne ciała, należycie wzrastać i kwitnąć będą. Węgiel w tym kawałku drzewa, na stole, pochodzi również z atmosfery, która odprowadza szkodliwy dla nas kwas węglany do lasów, <sup>a</sup> dla <sup>nich</sup> których ~~on~~ jest niezbędnym warunkiem istnienia. To, co nasze zdrowie niszczy, podtrzymuje życie innych organizmów. Jak z tego więc widać, my ludzie, jesteśmy w zależności nie tylko od innych ludzi, ale od wszystkiego co nas otacza, ponieważ w naturze wiąże się wszystko w jedną wielką całość, w której wszystko w takim jest względem siebie stosunku, że jedno służy i pomaga drugiemu.

Zanim dojdziemy do końca, pragnę zwrócić jeszcze waszą uwagę na jedną okoliczność, odgrywającą ważną rolę w całym szeregu zbadanych przez nas procesów i łączącą się w nader zajmującą sposób z historią ciał, które nas najbardziej zajęły, z historią mianowicie tlenu, wodoru i węgla w rozlicznych ich przemianach. Widzieliście, że proszek ołowiu rozpalik się do czerwoności, pod wpływem powietrza, nim się jeszcze nawet zdołał wysypać z rurki, w której się znajdował. Zaledu

89

wie powietrze znalazło doń przystęp, gdy w tejże chwili zapłonął. Zjawisko to daje nam przykład chemicznego powinowactwa, tej, że tak powiem, wzajemnej skłonności ku sobie pierwiastków; przykłady tego powinowactwa mieliśmy w każdym prawie z naszych poprzednich doświadczeń. Podobny temu proces zachodzi i wewnątrz nas, gdy oddychamy i w płomieniu palącej się świecy. Tutaj powinowactwo to działa, łącząc ołów z tlenem powietrza. Gdyby wytwory gorzenia wydzielały się również z powierzchni ołowiu w atmosferę, zapalałaby się coraz inna jego warstwa w zetknięciu z powietrzem i ołów spłonąłby całkowicie. Ale pamiętacie różnicę zachodzącą pod tym względem między ołowiem a węglem; ołów może się zapalić natychmiast po zetknięciu się z powietrzem; węgiel natomiast nie zapali się w ciągu całych dni, tygodni, miesięcy, lat i stuleci. W wykopaliskach Herkulanum znaleziono nieuszkodzone rękopisma pisane atramentem z węgla, w których pismo nie zbladło w ciągu ośmiastu wieków, jakkolwiek nieraz powietrze do nich dostęp miało. Czemuż przypisać należy tę różnicę <sup>między</sup> węglem a ołowiem i innymi ciałami? Czy nie jest dziwnem, że ciało, które zdaje się być z natury swej przeznaczone do tego, aby służyć za paliwo, tak cierpliwie czeka, aż się je zapali. Węgiel zapala się w powietrzu o wiele mniej prędko, niż ołów i wiele innych ciał, którebym mógł wam pokazać; nie pokazuję jednak dlatego, że stół i tak już cały zawalony. Węgiel jest pod tym względem zupełnie do nich niepodobny, cierpliwie bowiem czeka. Jest to fakt rzeczywiście godny uwagi. Nasze japońskie świece naprzykład nie zapalają się w okamgnieniu jak ołów lub żelazo, /żelazo bowiem sproszkowane, daje tenże sam rezultat, ~~co i ołów/~~ co i ołów/; mogą one bez żadnej zmiany przebyć lata, nawet wieki całe. Również i gaz, jak wiecie, ciało palne, wychodzi jak to widzicie z palnika, ale się nie zapala, rozprzestrzenia się tylko w powietrzu i czeka aż go zapalę. Gdy go następnie przygaszę, zapalić się będzie mógł powtórnie tylko wtedy, gdy doń znowu zapałkę zbliżę. Świecę lub gaz muszę zatem dopiero rozgrzać, jeżeli mają one się zapalić. Jeżeli je ogrzeję, wybuchają płomieniem. Czyż się wam nie wydaje dziwnem, że niektóre, jak z tego widać, ciała ~~czekają~~ czekają w ten sposób <sup>na</sup> chwilę działania? Jedne czekają przytem, aby się temperatura nieznacznie tylko podniosła, inne zaś nie zadowolają się nieznacznym zwiększeniem ciepła i wymagają silnego ogrzania. Oto zwyczajny proch i bawełna strzel

nicza<sup>1/</sup>. Te dwa rodzaje prochu płoną niejednakowo. ~~Zwykły proch pło-  
na niejednakowo.~~ Zwykły proch strzelniczy składa się z węgla i innych  
materiałów palnych; bawełna zaś strzelnicza, jako przygotowana ze zwy-  
czajnej bawełny, będącej produktem roślinnym, zawiera również węgiel.  
Oto są one oba przygotowane: ale aby je wprowadzić w działanie, potrzeb-  
ne są niejednakowo stopnie ciepła. Dotknąwszy je żelaznym rozgrzanym  
prętem, zobaczymy, które z nich pierwsze wybuchnie. /Profesor dotyka roz-  
grzanym żelaznym prętem bawełnę strzelniczą/. Bawełna strzelnicza jak  
widzicie natychmiast wybuchła, proch zaś nie rusza się, jakkolwiek tykam  
go najgorętszym końcem pręta. Na tym pięknym przykładzie ukazuje się,  
jak odmienne warunki potrzebne są, aby rozmaite ciała doprowadzić do  
działania w zetknięciu się ich z tlenem. Niekiedy ciała czekają spokojnie  
aby składowe ich części zostały przez ciepło dopiero do działania nie-  
jako obudzone; niekiedy zaś, jak np. przy procesie oddychania, nie  
zachodzi żadna zwłoka. Za ledwie powietrze dostanie się do płuc, łączy  
się w tejże chwili tlen z węglem; proces ten rozpoczyna się niezwłocz-  
nie i natychmiast wytwarza wydzielający się przy tem kwas węglany,  
bez względu na niską temperaturę, jeżeli tylko organizm jest wogóle  
w stanie ją znieść nie zamarzając.

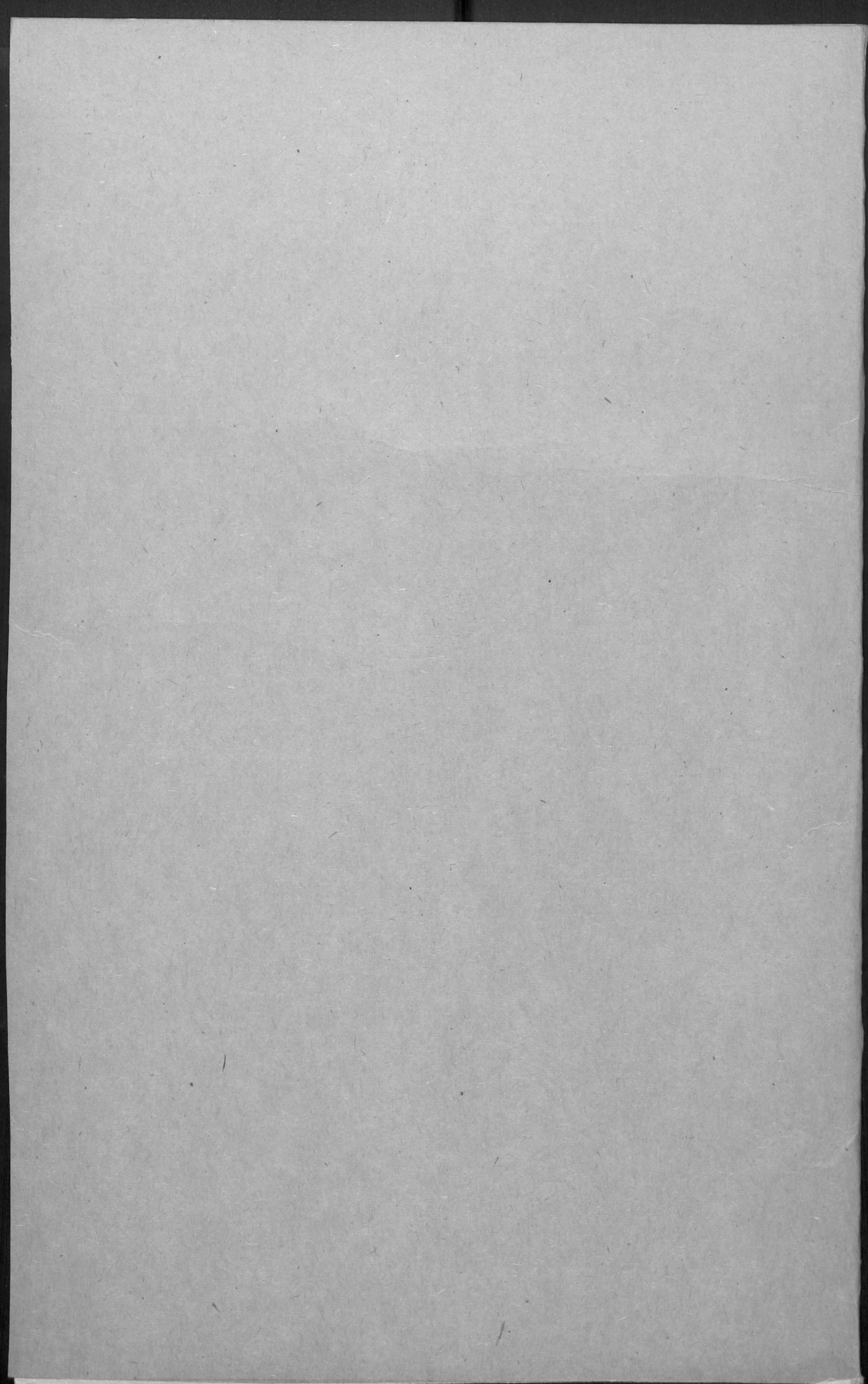
Widzicie więc, jak uderzające zachodzi podobieństwo pomiędzy od-  
dychaniem a paleniem.

Pozwólcie zatem na zakończenie naszych pogadanek, że wyrażę wam  
życzenie, abyście się przez całe życie starali pod każdym względem za-  
służyć na porównanie to ze świecą; abyście jak i ona wśród waszego  
otoczenia błyszczeli światłem, wszędzie i zawsze godnie pełniąc swe  
piękne zadanie i wywiązując się uczciwie i szlachetnie ze swych waż-  
nych obowiązków względem ludzi i ojczyzny.

K O N I E C.

---

1/ Zwyczajny proch składa się z 78 części saletry, 12 części węgla i  
10 części siarki. Bawełna strzelnicza /pyroxylen/, wynaleziona w 1846r.  
przez chemika niemieckiego Schönbeina, składa się ze zwykłej nie-  
sanej bawełny zmoczonej stężonym kwasem azotnym i wysuszonej następnie  
na wolnym powietrzu /p.t./.



Skanowanie i opracowanie graficzne na CD-ROM :



ul. Krzemowa 1

62-002 Suchy Las

[www.digital-center.pl](http://www.digital-center.pl)

[biuro@digital-center.pl](mailto:biuro@digital-center.pl)

tel./fax (0-61) 665 82 72

tel./fax (0-61) 665 82 82

**Wszelkie prawa producenta i właściciela zastrzeżone.**

**Kopiowanie, wypożyczenie, oraz publiczne odtwarzanie w całości lub we fragmentach zabronione.**

**All rights reserved. Unauthorized copying, reproduction, lending, public performance and broadcasting of the whole or fragments prohibited.**