

# Lavoisier, Antoine

---

Traktat podstawowy chemii :  
przedstawiony w nowym układzie i na  
podstawie nowoczesnych odkryć z  
ilustracjami przez p. Lavoisiera członka  
Akademii, Towarzystwa Lekarskiego,  
Towarzystw Rolniczych Paryża i  
Orleanu, Towarzystwa Londyńskiego,  
Instytutu Bolońskiego, (...)

---

Analecta 10/1(19), 7-122

---

2001

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

# TRAKTAT PODSTAWOWY CHEMII

Przedstawiony w nowym układzie  
i na podstawie nowoczesnych odkryć  
z ilustracjami

przez p. Lavoisiera  
członka Akademii, Towarzystwa Lekarskiego,  
Towarzystw Rolniczych Paryża i Orleanu,  
Towarzystwa Londyńskiego, Instytutu Bolońskiego,  
Szwajcarskiego Towarzystwa w Bazylei,  
Towarzystw w Filadelfii, Harleemie, Manchesterze, Padwie i td.

*Tłumaczenie tomu pierwszego i fragmentów drugiego  
wykonał na zlecenie Polskiego Towarzystwa Chemicznego*

***Roman Mierzecki***



## PRZEDMOWA TŁUMACZA

„Opublikowanie *Traité élémentaire de Chimie* Lavoisiera w 1789 roku było wydarzeniem o zasadniczym znaczeniu; od tej publikacji rozpoczyna się istnienie Chemii jako prawdziwej nauki. Do tego czasu Alchemia była wciąż sztuką mętną, zbiorem przepisów farmaceutycznych, dowolnych hipotez o składzie materii i jakościowych obserwacji, niekiedy dokładnych, lecz mało licznych i zanurzonych w gmatwaniu sprzecznych twierdzeń.“

Tymi zdaniem Henry le Chatelier, wybitny francuski chemik i historyk chemii scharakteryzował znaczenie podstawowego, złożonego z trzech części traktatu chemicznego opublikowanego w 1789 r. przez Lavoisiera. Traktat ten przetłumaczony został na wiele języków świata. lecz dotychczas brak jest tłumaczenia polskiego, choć wszystkie podręczniki chemii wychodzące na ziemiach polskich od 1800 r. opierały się na tezach tego francuskiego uczonego, korygowanych oczywiście w miarę postępu wiedzy.

Niniejsze tłumaczenie *Traktatu* oparte jest na kontrolowanym przez zmarłego w 1936 r. Henry le Chateliera i opublikowanym w oficynie wydawniczej Gauthier-Villars w 1937 r. tekście pierwszego wydania *Traktatu* z 1789 r. Tekst tego wydania porównywany był z oryginałem pełnego, trzeciego wydania *Traktatu* z 1801 r., z którego zaczerpnięto kilka tablic zamieszczonych w drugiej części dzieła. Publikacja z 1937 r. obejmuje bowiem tylko część pierwszą i trzecią *Traktatu*. Przekładając w 2000 r. *Traktat* na język polski ograniczyłem się w zasadzie do pierwszej części dzieła. Jest ona oparta na głównych filozoficznych podstawach rozumowania badacza i to do niej odnieść należy zdania Le Chateliera przytoczone na początku tej przedmowy. Część druga to zbiór czterdziestu pięciu tablic zestawiających substancje proste i związki, które z nich się tworzą. Każdej z tablic towarzyszy komentarz w postaci „Uwag“ (*Observations*). Spośród tych 45 tablic wybrałem trzy z wydania z 1801 roku. Trzeba jednak zaznaczyć, że w wielu tablicach znaczna część związków to domysły badacza, mimo iż w dyskusji wstępnej do *Traktatu* stwierdza on, że należy opierać się na faktach, nie zaś na domysłach. W części trzeciej autor opisuje dokładnie stosowane i udoskonalane przez niego przyrządy pomiarowe; w przedkładanym tłumaczeniu część ta jest całkowicie pominięta, choć w końcu XVIII w. było to najobszerniejsze tego rodzaju opracowanie. Umieszczony na końcu spis rzeczy jest pełnym tłumaczeniem spisu rzeczy wydania z 1789 r. (według wydania z 1937 r.).

Ścisłe tłumaczenie tekstu naukowego, które powinno oddać koncepcje i styl autora, a równocześnie być możliwie dostępne dla czytelnika, napotyka na duże trudności. Tłumaczenie tekstu Lavoisiera z języka francuskiego na inny język, a zwłaszcza na język polski nie może operować obecnie używaną terminologią. Ogromną zasługą Lavoisiera jest zdanie sobie sprawy, które substancje uznać

należy za proste i to, że reakcje chemiczne polegają na zmianie oddziaływań pomiędzy tymi substancjami prostymi. Za substancje proste, słusznie uznał on niektóre z gazów i po raz pierwszy w historii – metale. Za substancje proste tworzące związki uznaje on też światło, a zwłaszcza ciepłik. Jednak główna idea Lavoisiera, zresztą błędna, dotyczy roli pierwiastka, dla którego w języku polskim w latach 1850–1870 utrwałała się nazwa TLEN. Obecność tego pierwiastka miała decydować o właściwościach kwasowych substancji i dlatego Lavoisier nadał mu nazwę *oxygène*, czyli tworzący kwasy. Nazwa ta w bardziej lub mniej zmienionej formie, lub jako kalka językowa utrzymała się we wszystkich językach świata z wyjątkiem języka polskiego. Również zresztą w języku polskim w pierwszej połowie XIX wieku powszechnie używana była kalka językowa: kwasorod. Aby nie wypaczać biegu myśli Lavoisiera, uznałem za najwłaściwsze wzorować się na terminologii stosowanej w polskich podręcznikach chemii z pierwszej połowy XIX w., dlatego też zamiast powszechnej dziś w polszczyźnie nazwy tlen stosuję ów kwasorod i pochodzące od tej nazwy czasowniki i przymiotniki.

Dla rozróżnienia różnych stopni utlenienia (*oxygénation* – ukwasorodnienia) Lavoisier wprowadził końcówki *-eux* i *-ique*, którym przez prawie dwieście lat odpowiadały polskie końcówki *-awy* i *-owy*. Obecnie zastępuje się je określeniem wartościowości liczbami rzymskimi. W niniejszym tłumaczeniu konieczne jest jednak konsekwentne stosowanie końcówek, odpowiadających końcówkom francuskim.

Każda osoba, znająca co najmniej jeden obcy język, zdaje sobie dobrze sprawę, że w poszczególnych językach widmo znaczeniowe porównywalnych słów, nawet tego samego pochodzenia, jest różne. Mimo to w tłumaczeniu i takich słów w tekście naukowym nieodzowna jest konsekwencja. W przedkładanym tłumaczonym tekście dotyczy to bardzo istotnych terminów. Lavoisier sporadycznie tylko stosuje termin *élément* (**pierwiastek**). Zamiast tego spotykamy określenie *substance simple* (**substancja prosta**), a jeszcze częściej *principe*. Pierwszym znaczeniem tego słowa jest zasada, a przetłumaczony on został jako «początek» przez Jędrzeja Śniadeckiego (w jego trzykrotnie w latach 1800, 1807 i 1816/17 wydanym podręczniku *Początki Chemii*) i przez Jana Bystrzyckiego (w wydanym w 1808 r. tłumaczeniu *Filozofii Chemicznej* A. Fourcroy). Wobec tego tę wersję językową przyjąłem w przedkładanym tekście, chociaż dla dzisiejszego czytelnika wygodniejszy byłby rzadko przez Lavoisiera używany termin *pierwiastek* (*élément*). Określenie *principe* ma jednak szersze znaczenie niż *élément*. Oczywiście nie wskazane było w tych warunkach zastępowanie określenia «alkaliczny» przez «zasadowy». Obok terminu *principe* występuje u Lavoisiera termin *base* określający substancję, do której przyłącza się jakiś pierwiastek, a może nim być według autora również ciepłik. Zatem wszystkie ciała stałe są podstawami, które po przyłączeniu pewnej ilości ciepłika stają się cieczami lub płynami *aeriformes* czyli o postaci powietrza.

Inną trudność sprawia tłumaczenie terminu *la combinaison*. W dzisiejszym języku francuskim tak określany jest **związek chemiczny**; synonimem jest też rzeczownik *le composé*. Słowa te mają jednak szersze widmo znaczeniowe; przymiotnik *composé* to **złożony**, a francuskiemu *la combinaison* odpowiada polska **kombinacja**. Taki też termin stosowany jest przez Jędrzeja Śniadeckiego. W wydany w 1816 roku I tomie trzeciego wydania *Początków Chemii* w § 119 na str. 92 rozróżnia on związek chemiczny od roztworu w następujący sposób: *Prawdziwe połączenia chemiczne czyli kombinacje, tém różnią się od rozpuszczania i zagęszczenia prostego, że naprzód zawsze następują w pewnych statecznych stosunkach, powtórę że zupełnie odmieniają własności ciał..., po trzecie pomiędzy istotami rozpuszczającymi się i zagęszczającymi nie masz mocnego i trwałego, owszem można powiedzieć, żadnego związku,...* Również Aleksander Chodkiewicz w swym 7 tomowym podręczniku *Chemia* wydany w latach 1816–1820 nie używa terminu «związek».

Mimo to w przedkładanym tekście polskim termin *combinaison* tłumaczę jako **związek**, zaś rzeczownik *reunion* jako **połączenie**, zaś konsekwentnie przymiotniki *combiné* i *composé* to odpowiednio **związany** i **złożony**, a czasowniki *combiner*, *unir* i *joindre* to **wiązać**, **połączyć** i **zespolic**. Dla zachowania wierności tłumaczenia wyrażenia te stosowane są nawet wtedy, gdy z dzisiejszego punktu widzenia tłumaczone zdania wydają się chropawe. Niekiedy mogą one sugerować, jakoby Lavoisier bardziej wyprzedzał swoją epokę, niż było to w rzeczywistości.

Lavoisier tylko bardzo sporadycznie używa terminu *atome* (**atom**), natomiast częściej spotykamy *molécule* (**molekuła**), które nie jest zamieniane na nieistniejące w początku XIX w. słowo «cząsteczka».

Lavoisier stosuje określenie *l'art* (**sztuka**) jako przeciwstawienie określeniu «nauka», w niniejszym tłumaczeniu podkreślone jest to przez **rzemiosło**, chociaż J. Śniadecki używa w takim przypadku słowa «sztuka» lub «kunszt». Termin *nature* tłumaczony jest na ogół jako **przyroda**. Określenia francuskie zawierające końcówkę *-able* muszą niestety być opisywane dłuższym zwrotem, np. *respirable* przez **nadający się do oddychania**.

Francuskie określenie *esprit* «**duch**» zastępowane jest przez powszechny w XVIII w. w polszczyźnie **wyskok**, zwłaszcza *esprit-de-vin* przez **wyskok winny**. Określenie *proportion* odnosi się u Lavoisiera często do ilości.

W tłumaczeniu zachowany jest w miarę możliwości styl i interpunkcja autora, mimo że nie odpowiadają one interpunkcji stosowanej dzisiaj ani w języku polskim, ani francuskim. Lavoisier z zamiłowaniem stosuje formę bezosobową, stronę bierną i zwroty z podwójnym przeczeniem. W miarę możliwości te formy stylistyczne zostały zachowane. Niekiedy dla zwiększenia przejrzystości tekstu

wskazane było jednak wstawienie jakiegoś słowa, którego nie ma w oryginale francuskim; znajduje się ono zawsze w nawiasach kwadratowych [.....]. W nawiasach takich podane są też przeliczenia wielkości podawanych przez Lavoisiera w dawnych handlowych miarach francuskich na jednostki układu SI; stosowane są przeliczenia:

1 funt	.....	489,51 g
1 uncja	.....	30,59 g
1 gros	.....	3,824 g
1 gran	.....	0,053 g
1 stopa	.....	32,48 cm
1 cal	.....	2,7 cm
1 linia	.....	0,225 cm

Powyższe uwagi nie wyczerpują trudności, z którymi spotykałem się przekładając na język polski Lavoisierowski tekst. Wyjaśnić je powinny czytelnikowi liczne znajdujące się u dołu odpowiednich stron przypisy, przy czym przypisy pochodzące od autora poprzedzone są zwrotem: PRZYPIS LAVOISIERA.

*Roman Mierzecki*

*Maj 2000 r.*



## DYSKUSJA WSTĘPNA

Gdy przystępowałem do pracy nad tym Dziełem, miałem jedynie na celu rozwinięcie Doniesienia na temat konieczności zreformowania i udoskonalenia Terminologii Chemicznej, które czytałem na publicznym posiedzeniu Akademii Nauk w kwietniu 1787 roku.

I właśnie gdy zajmowałem się tą pracą, bardziej niż dotychczas odczułem oczywistość zasad, które zostały przedstawione przez Opata Condillac w jego *Logice*<sup>1</sup> i w kilku innych jego dziełach. Stwierdził on tam że: «myślimy wyłącznie za pomocą słów; że języki należą do prawdziwych metod analitycznych; że algebra najprościej, najdokładniej i najlepiej dostosowana do swego celu ze wszystkich sposobów wyrażania, jest równocześnie językiem i metodą analityczną; w końcu że sztuka rozumowania sprowadza się do języka dobrze skonstruowanego.» I w istocie, podczas gdy sądziłem, że zajmuję się jedynie terminologią, podczas gdy miałem jedyne zamiar udoskonalić język Chemii, moje Dzieło powoli przekształcało się w mych rękach, przed czym nie mogłem się obronić, w *Podstawowy Traktat Chemii*.

Niemожność oddzielenia Terminologii od Nauki i Nauki od Terminologii wynika z tego, że wszelką naukę fizyczną tworzą trzy zagadnienia: ciąg faktów, które tworzą naukę; pojęcia, które je powołują, nazwy, które je wyrażają. Nazwa musi zrodzić pojęcie, pojęcie musi odmalować fakt; to są trzy odciski tej samej pieczęci; a że to nazwy utrwalają pojęcia i je przekazują, więc nie można udoskonalić języka nie doskonaląc nauki, ani też nauki bez języka i jakkolwiek pewne byłoby to, co przedstawiają fakty, jakkolwiek słuszne byłyby pojęcia, które one zrodziły, przekazywałyby one tylko fałszywe wyobrażenia, gdybyśmy nie mieli dokładnych określeń, by je wyrazić.

Pierwsza część tego Traktatu dostarczy tym, którzy zechcą ją przemyśleć, szybko trafiające dowody tych prawd; lecz ponieważ uznałem za konieczne zastosować kolejność [wykładu] zasadniczo różną od tej, która była dotychczas stosowana we wszystkich dziełach chemicznych, powinienem wyliczyć motywy, które mnie do tego skłoniły.

Jest zasadą dobrze ustaloną i jej ogólność możemy rozpoznać w działach matematyki, a także we wszystkich rodzajach wiedzy, że nie możemy się kształcić jak tylko [przechodząc] od znanego do nieznanego. W naszym wczesnym dzieciństwie nasze pojęcia wynikają z naszych potrzeb; odczuwanie naszych potrzeb rodzi pojęcia przedmiotów, właściwych by je zaspokoić i w sposób nie dający się zauważyć, dzięki ciągłemu odczuć, obserwacji i analiz powstaje kolejna generacja pojęć całkowicie ze sobą powiązanych, pomiędzy którymi uważny obserwator może nawet do pewnego stopnia znaleźć nić i więzy i które tworzą całość tego, co my wiemy.

<sup>1</sup> Dzieło de Condillaca *Logique* opracowane zostało na zamówienie króla polskiego Stanisława Augusta Poniatowskiego; miało być podstawą przygotowywania podręczników przez Komisję Edukacji Narodowej.



Gdy poświęcamy się po raz pierwszy studiowaniu danej nauki, jesteśmy w stosunku do tej nauki w stanie bardzo podobnym do tego, w którym znajdują się dzieci i droga, którą musimy postępować, jest dokładnie taka, jaką postępuje przyroda w formowaniu ich pojęć. Tak jak u dziecka wyobrażenie jest wynikiem wrażenia, a to wrażenie tworzy wyobrażenie, również dla osoby, która zaczyna poświęcać się studiowaniu nauk fizycznych, pojęcia powinny być wyłącznie wynikiem, bezpośrednim następstwem doświadczenia lub obserwacji.

Niech mi będzie wolno dodać, że ten który rozpoczyna pracę w nauce, znajduje się w sytuacji nawet mniej korzystnej niż dziecko, które zdobywa swe pierwsze wyobrażenia; jeśli dziecko się omyli w ocenie korzystnego lub szkodliwego działania przedmiotów, które je otaczają, przyroda daje mu wielorakie możliwości sprostowania omyłki. Sąd, który ono sobie wytworzyło, jest w każdej chwili korygowany przez doświadczenie. Strata lub ból są skutkiem sądu błędnego; przyjemność i zadowolenie następują po prawidłowym sądzie. Przy takich mistrzach [dziecko] bez opóźnienia staje się logiczne i wkrótce rozumuje prawidłowo, skoro nie może inaczej rozumować pod groźbą straty lub cierpienia.

Nie tak jest w studiowaniu i w badaniach naukowych; fałszywe sądy, które wysnuwamy, nie dotyczą ani naszego życia, ani dobrobytu; żaden zysk fizyczny nie zmusza nas do ich skorygowania: wyobrażenia przeciwnie stara się stale utrzymać nas poza prawdą; miłość własna i wiara w samego siebie, która nas tak dobrze potrafi pobudzić, doradzają nam wysnuwanie wniosków, które nie wynikają bezpośrednio z faktów: w końcu jesteśmy w pewien sposób zainteresowani, by zwodzić samych siebie. Nic więc dziwnego, że na ogół w naukach fizycznych często zamiast wnioskować wysuwano przypuszczenia; że te przypuszczenia przekazywane przez wieki nabierały coraz większego znaczenia z uwagi na ważkość autorytetów, które je przyjmowały i że w końcu zostały przyjęte i uznane za podstawowe prawdy nawet przez bardzo wybitne umysły.

Jedyny sposób, aby uniknąć takich wyryków, polega na ograniczeniu, a przynajmniej w miarę możliwości na uproszczeniu rozumowania, które pochodzi od nas i które tylko może nas zmylić; na stałym poddawaniu go sprawdzeniu przez doświadczenie; na uwzględnianiu tylko takich faktów, które dostarcza nam przyroda i które nie mogą nas zmylić; na szukaniu prawdy tylko w naturalnych powiązaniach doświadczeń i obserwacji w ten sam sposób, w jaki matematycy dochodzą do rozwiązania problemu przez proste uporządkowanie danych i przez sprowadzenie rozumowania do operacji tak prostych, do orzeczeń tak krótkich, że nigdy nie tracą oni z oczu oczywistości, która służy im za przewodnika.

Przeświadczony o słuszności tych prawd narzuciłem sobie zasadę, by postępować tylko od znanego do nieznanego, by nie wysnuwać żadnego wniosku, któryby nie wynikał bezpośrednio z doświadczeń i obserwacji i uszeregować fakty i prawdy chemiczne w najwłaściwszym porządku, by ułatwić zrozumienie ich

przez początkujących. Podporządkowując się temu planowi zboczyłem w sposób nieunikniony ze zwykłych dróg. Jest to powszechnym błędem wszystkich wykładów i wszystkich Traktatów Chemii, że od pierwszych kroków zakłada się [posiadanie] wiadomości, które uczeń lub czytelnik powinien zdobyć dopiero w następnych lekcjach. Prawie zawsze zaczyna się od omawiania początków<sup>2</sup> ciał; od wyjaśniania tablicy powinowactw<sup>3</sup> nie zauważając, że od pierwszego dnia, robiąc przegląd podstawowych zjawisk Chemii, jest się zmuszonym posługiwać się wyrażeniami, które nie zostały wcale zdefiniowane i zakładać, że wiedza została już nabyta przez tych, których zamierza się nauczać. Jest też potwierdzone, że tylko nie wiele rzeczy nauczy się podczas pierwszego roku nauki Chemii, że pierwszy rok wystarczy za ledwie, aby oswoić ucho z językiem a oko z przyrządami i że jest prawie niemożliwe, by uformować chemika w czasie krótszym niż trzy lub cztery lata.

Te niedogodności wynikają nie tyle z istoty rzeczy, co ze sposobu nauczania i to właśnie zmusiło mnie, by nadać Chemii kolejność, która wydaje mi się bardziej zgodna z przyrodą. Nie ukrywałem przed sobą, że chcąc uniknąć jednego rodzaju trudności, nie popadnę w inny i że będzie niemożliwe, bym pokonał wszystkie; lecz sądzę, że te, które pozostaną, nie wynikają z metody, którą sobie narzuciłem; że są raczej wynikiem niedoskonałości, w której jest jeszcze Chemia. Nauka ta wykazuje liczne luki, które rozrywają ciąg faktów i które wymagają powiązań kłopotliwych i trudnych. Nie ma ona, jak Geometria elementarna, tej zalety, by być nauką zamkniętą, której wszystkie części są ze sobą powiązane; lecz obecnie jej postęp jest tak szybki, fakty układają się zgodnie z nowoczesną doktryną tak szczęśliwie, że możemy spodziewać się, nawet za naszych dni, ujrzenia, jak bardzo zbliża się ona do stopnia doskonałości, który zdolna jest osiągnąć.

To rygorystyczne prawo, od którego nie śmiałem się uchylić, aby nie wnioskować niczego ponad to, co okazują doświadczenia i nigdy nie uzupełniać milczenia faktów, nie pozwoliło mi zawrzeć w tym Dziele części chemii, może najbardziej podatnej, by pewnego dnia stać się nauką ścisłą: jest to ta część, która dotyczy powinowactw chemicznych i przyciągań wyboru<sup>4</sup>. Panowie Geoffroy, Gellert, Bergman, Scheele, de Morveau, Kirwan i wielu innych zebrali już wielką ilość szczegółowych faktów, które oczekują tylko na miejsce, które powinno im być przypisane; lecz brak jeszcze podstawowych danych, a przynajmniej te, które posiadamy, nie są jeszcze

<sup>2</sup> Lavoisier używał termin *principe* (zasada) również w znaczeniu *pierwiastek*; Jędrzej Śniadecki oraz Jan Bystrzycki tłumaczą ten termin słowem *początek*.

<sup>3</sup> W 1718 r. E.F. Geoffroy ułożył tablicę, w której w kilkunastu kolumnach odpowiadających wyróżnionym substancjom zestawiał substancje w kolejności ich powinowactw do substancji wyróżnionej.

<sup>4</sup> Teoria zgodnie z którą substancja zmieszana z dwiema innymi wybiera tę, do której ma większe powinowactwo zgodnie z tablicą powinowactw

dość dokładne i dość pewne, by stać się główną podstawą, na której może oprzeć się tak ważna część Chemii. Nauka o powinowactwach jest zresztą dla zwykłej Chemii tym, czym jest wyższa Geometria dla Geometrii zwykłej i nie odważyłem się komplikować tak wielkimi trudnościami prostych i łatwych elementów, które, jak sądzę, będą dostępne wielkiej liczbie czytelników.

Może poczucie miłości własnej, z czego sam nie zdawałem sobie sprawy, dało znaczenia tym rozważaniom. P. de Morveau właśnie teraz publikuje artykuł *Affinité*<sup>5</sup> w *l'Encyclopédie Méthodique* i miałem wiele powodów, by obawiać się pracy w konkurencji z nim.

Nie można uniknąć zdziwienia, że w Traktacie podstawowym Chemii nie można znaleźć rozdziału o składowych i podstawowych częściach ciał: lecz zwrócę tu uwagę, że to dążenie, zgodnie z którym chcielibyśmy, by wszystkie ciała istniejące w przyrodzie były złożone jedynie z trzech lub czterech pierwiastków, pochodzi z uprzedzenia, którego źródłem są poglądy filozofów greckich. Przyjęcie czterech pierwiastków, które przez różnaitość swoich proporcji składałyby wszystkie znane nam ciała, jest czystą hipotezą, sformułowaną dużo wcześniej nim uzyskano pierwsze wyobrażenia Fizyki doświadczalnej<sup>6</sup> i Chemii. Wcale nie znano jeszcze faktów, a tworzono systemy; a dzisiaj, gdy już zebrałiśmy fakty, wydaje się, że staramy się odrzucić te, które nie są zgodne z naszymi uprzedzeniami; tak dalece jest prawdą to, że wciąż daje się odczuć autorytet tych ojców naszej filozofii i bez wątpienia zaważy on jeszcze na pokoleniach, które nadejdą.

Jest bardzo znamienne, że w całym nauczaniu teorii czterech pierwiastków nie było żadnego chemika, którego siła faktów nie zmusiłaby do przyjęcia większej ich liczby. Pierwsi chemicy, którzy pisali od czasu wznowienia Nauk [Ścisłych], uważali siarkę i sól za substancje proste, które wchodziły w skład wielkiej liczby ciał: uznawali więc istnienie sześciu<sup>7</sup> pierwiastków w miejsce czterech. Beccher<sup>8</sup> dopuszczał trzy ziemie i to z ich związków i różnic proporcji wynikały, według niego, różnice, które istnieją między substancjami metalicznymi. Stahl zmodyfikował ten system: wszyscy chemicy, którzy następowali po nim, pozwalali sobie na wprowadzanie zmian, nawet na wymyślanie innych, lecz wszyscy zgodnie z duchem swego wieku zadawalali się twierdzeniami bez dowodów lub przynajmniej takimi, których prawdopodobieństwo było bardzo małe.

Wszystko, co można powiedzieć o liczbie i naturze pierwiastków ogranicza się, według mnie, do dysput czysto metafizycznych: są to problemy nieprecyzyjne

<sup>5</sup> czyli *Powinowactwo*.

<sup>6</sup> Przez 'fizykę doświadczalną' rozumiano wówczas mechanikę i hydraulikę.

<sup>7</sup> W tekście opublikowanym w 1937 r. według wydania pierwszego omyłkowo – *dix*, a w wydaniu trzecim z 1801 r. – *six*.

<sup>8</sup> Powinno być 'Becher'.

określone, które stara się rozstrzygnąć, a które mogą mieć nieskończoną ilość rozwiązań, lecz co do których jest bardzo prawdopodobne, że żadne z nich nie jest zgodne z przyrodą. Zadowolę się więc stwierdzeniem, że jeśli mianem pierwiastków postanowimy określać molekuly proste i niepodzielne, które tworzą ciała, to prawdopodobnie ich nie znamy; że jeśli przeciwnie przywiążemy do miana pierwiastków lub początków ciał wyobrażenie ostatniego członu, do którego dociera analiza, wszystkie substancje, których dotychczas żadnymi środkami nie potrafiliśmy rozłożyć, są dla nas pierwiastkami; nie dlatego że możemy zapewnić, iż te ciała, które uważamy za proste, nie są same złożone z dwu, lub nawet z większej liczby początków, lecz ponieważ te początki nigdy się nie rozdzielają, lub raczej ponieważ nie mamy żadnego sposobu, by je rozdzielić, działają one dla nas w sposób ciał prostych i nie możemy uważać je za złożone, póki doświadczenie lub obserwacja nie dostarczą nam na to dowodu.

Te rozważania nad rozwojem wyobrażeń można oczywiście odnieść do wyboru słów, które te wyobrażenia powinny wyrażać. Kierowany pracą, którą w 1787 roku wykonaliśmy wspólnie z panami de Morveau, Bertholletem, de Fourcroy i ze mną nad Terminologią Chemii<sup>9</sup>, określiłem jak tylko mogłem substancje proste prostymi słowami i to są te, które byłem zmuszony nazwać pierwotnymi. Można sobie przypomnieć, że usiłowaliśmy zachować dla wszystkich tych substancji nazwy, które noszą one ogólnie: wolno nam je zmienić tylko w dwu wypadkach; po pierwsze wobec substancji nowo odkrytych, które nie zostały jeszcze nazwane, lub co najmniej wobec takich, które je mają dopiero od niedawna i których nowe nazwy nie zostały jeszcze usankcjonowane przez ogólne ich przyjęcie: po drugie gdy nazwy przyjęte bądź dawniej bądź obecnie sugerują nam wyobrażenia oczywiście fałszywe, tak że mogą spowodować pomylenie substancji, którą oznaczają, z innymi, mającymi właściwości różne lub przeciwne. Nie mieliśmy więc żadnych trudności, w zastępowaniu ich innymi, które zapożyczyliśmy przeważnie z greki: zrobiliśmy to w taki sposób, aby wyrażały one właściwość najbardziej ogólną, najbardziej charakterystyczną dla substancji i w tym znaleźliśmy korzyść pomagając pamięci początkujących, którzy z trudnością przyswajają sobie nową nazwę, jeśli jest ona całkowicie pozbawiona sensu i wcześniej przyzwyczajając ich, by nie przyjmowali jakiegokolwiek terminu nie wiążąc go z określonym wyobrażeniem

W odniesieniu do ciał, które są utworzone przez połączenie wielu substancji prostych określiliśmy je nazwami złożonymi, tak jak złożone są same substancje;

<sup>9</sup> Lavoisier ma na myśli cztery wystąpienia w Paryskiej Akademii Nauk od kwietnia do czerwca 1787 r., publikowane w 1787 r. p.t. *Méthode de nomenclature chimique proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Berthollet et de Fourcroy*.



lecz ponieważ już liczba związków<sup>10</sup> podwójnych jest znaczna, popadlibyśmy w nieład i konsternację, gdybyśmy nie starali się utworzyć grup. Nazwa grupy i rodzaju mieści się w naturalnym układzie wyobrażeń, odnosi się ona do właściwości wspólnej dla większej liczby indywidualów: nazwy gatunków, przeciwnie, odnoszą się do właściwości szczególnych pewnych indywidualów.

Tych rozróżnień nie dokonuje, jak możnaby sądzić, tylko metafizyka; występują one w przyrodzie. Dziecko, mówi opat Condillac, kojarzy nazwę drzewa, nadaną w pierw jakimś pojedynczemu osobnikowi, lecz stającą się dla niego nazwą klasy lub rodzaju, z wyobrażeniem abstrakcyjnym, które obejmuje wszystkie drzewa w ogólności. Lecz gdy zwrócimy mu uwagę, że nie wszystkie drzewa służą do tego samego, że nie wszystkie dają te same owoce, wkrótce nauczy się rozróżniać je swoistymi i odrębnymi nazwami. Ta logika jest logiką wszystkich nauk; stosuje się ona naturalnie do Chemii.

Kwasy, na przykład, złożone są z dwu substancji spośród tych, które uważamy za proste, jedna, która stanowi o kwasowości i która jest wspólna wszystkim; to od tej substancji należy wywieść nazwę klasy lub rodzaju: druga, która jest właściwa dla każdego z kwasów, która je odróżnia jedne od drugich, i to od tej substancji powinna pochodzić nazwa specyficzna.

Lecz dla większości kwasów obie składające je początki, początek ukwaszający i początek ukwaszany, mogą występować w różnorodnych proporcjach, które wszystkie tworzą punkty równowagi lub nasycenia; to właśnie obserwuje się w kwasie siarkowym i w kwasie siarkawym; wyraziliśmy te dwa stany tego samego kwasu rozróżniając je końcówkami nazw specyficznych<sup>11</sup>.

Substancje metaliczne, które są narażone na równoczesne działanie powietrza i ognia, tracą swój połysk metaliczny, zwiększają swój ciężar i przyjmują wygląd ziemisty; są one w tym stanie, tak jak kwasy, złożone z początku, który jest wspólny wszystkim i z początku dla każdej z nich szczególnego: zostaliśmy również zmuszeni zaklasyfikować je pod nazwą rodzajową wywiedzioną z początku wspólnego, a nazwa,

<sup>10</sup> Jędrzej Śniadecki w *Początkach chemii* (wydanie 1816, str. 92) pisze: *prawdziwe połączenia chemiczne, czyli kombinacje...* W tłumaczeniu niniejszym stosowane jest więc nieraz tłumaczenie francuskiego terminu *combinaison* jako *związek*, przyczym nie zawsze jest to synonim określenia *związek chemiczny*. W dzisiejszym języku francuskim zarówno termin *combinaison* jak i *composé* oznaczają związek chemiczny, lecz mają też szersze znaczenie.

<sup>11</sup> Lavoisier wprowadził rozróżnienie kwasów mających ten sam „początek ukwaszany“ końcówkami *-ique* i *-eux*, którym w terminologii polskiej stosowanej od połowy XIX w. odpowiadały końcówki *-owy* i *-awy*. Obecnie zamiast rozróżniania końcówkami, zaznacza się wartościowość pierwiastka, będącego podstawą kwasu; w przypadku kwasu siarkowego piszemy: kwas siarkowy(VI) i kwas siarkowy(IV). W obecnym tłumaczeniu dla zachowania większej zgodności z francuskim oryginałem posługujemy się jednak nie obowiązującymi już końcówkami.



którą przyjęliśmy to kwasorodek [*niedokwas, tlenek*]<sup>12</sup>; rozróżniliśmy następnie jedne od drugich nazwami szczególnymi metali, do których one należą.

Substancje palne, które w kwasach i metalicznych kwasorodkach są początkiem specyficznym i oddzielnym, mogą z kolei stać się początkiem wspólnym dla wielkiej liczby substancji. Związki siarkowe były przez długi czas jedynymi znanymi tego rodzaju: dzisiaj, po doświadczeniach panów Vandermonde, Monge i Bertholleta wiemy, że węgiel wiąże się z żelazem, a może też z wieloma innymi metalami; że w zależności od proporcji powstaje stal, żeliwo i td. Wiadomo również na podstawie doświadczeń p. Pelletiera, że fosfor wiąże się z wielką liczbą substancji metalicznych. Zgromadziliśmy także te rozmaite związki pod nazwami rodzajowymi wyprowadzonymi z substancji wspólnej, z końcówką, która przypomina o tej analogii i odróżniliśmy je inną nazwą wprowadzoną od nazwy substancji im właściwej.

Terminologia istot złożonych z trzech substancji prostych przedstawia trochę większą trudność ze względu na ich liczbę, a przede wszystkim dlatego, że nie można wyrazić istoty ich początków składowych nie używając nazw bardziej złożonych. W ciałach, które tworzą tę klasę, takie, na przykład jak sole obojętne, musieliśmy uwzględnić: 1° początek ukwaszający, który jest wspólny wszystkim; 2° początek ukwaszany, który zawiera odpowiadający mu kwas; 3° podstawę solną, ziemną lub metaliczną, która określa oddzielny gatunek soli<sup>13</sup>. Zaczepiliśmy nazwę każdej klasy soli od początku ukwaszanego, wspólnego dla wszystkich jednostek tej klasy; następnie rozróżniliśmy każdy gatunek nazwą podstawy solnej, ziemnej lub metalicznej, która jest dlań szczególna<sup>14</sup>.

Sól, jakkolwiek złożona z trzech takich początków, może mimo to występować w bardzo różnych postaciach wyłącznie skutkiem różnych ich proporcji.

<sup>12</sup> Lavoisier wprowadził nazwę *oxyd*, do dziś używaną w terminologii francuskiej. Do terminologii polskiej w 1800 roku Wincenty Choynicki i Jędrzej Śniadecki wprowadzili (pochodzący prawdopodobnie od Ludwika Platera) termin *niedokwas* zmieniony w 1829 roku przez Zdzitowieckiego na *kwasorodek*, a w 1851 roku przez Jana Oczapowskiego na *tlenek*. W tym tłumaczeniu stosować będziemy w dalszych rozdziałach określenie: *kwasorodek*.

<sup>13</sup> W poprzednich fragmentach Lavoisier używał określenia *principe* (początek) w znaczeniu *pierwiastek*, w tym i następnym fragmentach rozróżnia on *principe* (początek) jako czynną grupę pierwiastków działających jako pewna całość i *base* (podstawę) jako podstawę bierną soli, która może być ukwaszona, czyli dotyczy składników alkalicznych. Stwarza to pewną trudność w tłumaczeniu na język polski, ponieważ w terminologii chemicznej składniki te określa się jako *zasadowe*. Aby zachować wierność oryginałowi tłumacz zmuszony jest jednak używać w tym przypadku określenia *podstawa*. Tego samego terminu *base* używa Lavoisier dla określenia substancji w stanie stałym, która po rozpuszczeniu w ciepliku może dać ciecz lub gaz..

<sup>14</sup> Zawilość powyższego wywodu wynika z założenia Lavoisiera, by unikać terminów jeszcze nie wyjaśnionych. Zestawiając to rozumowanie z dzisiejszym stanem wiedzy możemy stwierdzić, że 'początkiem ukwaszającym' był tlen, 'początkiem ukwaszanym' był pierwiastek niemetaliczny łączący się z tlenem i tworzący anion, 'podstawa' przedstawiała zaś kation.

Terminologia, którą przyjęliśmy, byłaby wadliwa, gdyby nie odzwierciedlała tych różnych postaci i dopełniłmy tego przez zmiany końcówki, które przyjęliśmy jednakowe dla takiej samej postaci różnych soli.

W końcu doprowadziliśmy do tego, że tylko na podstawie nazwy można od razu rozpoznać, która to palna substancja wchodzi w rozważany związek; czy ta substancja palna jest związana z początkiem usalającym i w jakiej proporcji; w jakim stanie jest ten kwas; z jaką podstawą jest on połączony; czy nasycenie jest całkowite; czy to kwas, czy też podstawa jest w nadmiarze.

Można zrozumieć, że nie było możliwe przedstawić te różnorodne poglądy nie urażając przyjętych zwyczajów i nie przyjmując nazwań, które w pierwszej chwili wydawałyby się twarde i dzikie; lecz zauważyliśmy, że ucho szybko przyzwyczaja się do nowych słów, zwłaszcza gdy tworzą one system ogólny i racjonalny. Ponadto nazwy używane przed nami takie jak *proszek algarotha*<sup>15</sup>, *sól alembrotu*<sup>16</sup>, *pomfoliksu*, *woda fagedeniczna*, *minerał turbitowy*<sup>17</sup>, *colcothar*<sup>18</sup> i wiele innych nie są ani mniej twarde, ani mniej dziwaczne; trzeba się długo przyzwyczajać i mieć dobrą pamięć, żeby zapamiętać substancje, które one oznaczają, a przede wszystkim by rozpoznać, do jakiego rodzaju związku one należą. Nazwy *olej osadu przez opadanie*, *olej witriolowy*, *masło arsenikowe* i *antymonowe*, *kwiat cynku* itd. są jeszcze mniej odpowiednie, ponieważ wywołują one błędne wyobrażenia; bowiem w królestwie minerałów, ściśle mówiąc, nie istnieje ani masło, ani olej, ani kwiat; w końcu ponieważ substancje, które określa się nazwami wprowadzającymi w błąd, są gwałtownymi truciznami.

Zarzucono nam, gdy opublikowaliśmy nasz *Essai de Nomenclature chimique*, że odmieniliśmy język, którym mówili nasi mistrzowie, który uświetniali i który nam przekazali, lecz zapomina się, że to właśnie Bergman i Macquer doradzali, by przeprowadzić reformę. Uczony profesor z Upsali, p. Bergman napisał do p. de Morveau w ostatnim okresie swego życia: „Nie ułaskawiajcie żadnej niewłaściwej nazwy: ci, którzy już wiedzą, zawsze rozumieją; ci, którzy jeszcze nie wiedzą, rozumieją wkrótce,“.

Może byłoby bardziej słuszne, zarzucić mi, że w moim Dziale, które publicznie przedstawiam, nie omawiam żadnego historycznego poglądu tych, którzy mnie poprzedzali; że przedstawiam tylko poglądy swoje, nie roztrząsając innych. W wyniku tego nie zawsze oddałem moim pobratymcom, a jeszcze mniej zagranicznym chemikom, sprawiedliwość, którą miałem zamiar im oddać: proszę jednak czytelnika, by wziął pod uwagę, że gdyby zgromadzić cytaty w podstawowym Dziale,

<sup>15</sup> Victorius Algarothus – lekarz w Weronie

<sup>16</sup> *Alembrot* – twardy skamieniały cukier lub sól kamienna.

<sup>17</sup> *Turbit* – siarczan rtęci

<sup>18</sup> *colcothar* – pozostałość po destylowaniu zanieczyszczonego kwasu siarkowego, zawierająca głównie hematyt  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i siarczan żelaza(III)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

gdyby przedstawić długie dyskusje na temat historii Nauki i na temat prac tych, którzy je przedstawiali, straciłoby się z pola widzenia właściwy cel, który został postawiony i powstałoby Dzieło, którego czytanie stałoby się zdecydowanie uciążliwe dla początkujących. Ani historii Nauki, ani historii umysłu ludzkiego nie należy przedstawiać w Dziele podstawowym: należy dążyć jedynie do łatwości, przejrzystości; należy starannie usuwać wszystko, co mogłoby odwrócić uwagę. Oto droga, którą należy konsekwentnie wygładzać, na której nie należy dopuścić, by pozostała na niej jakakolwiek przeszkoda, która mogłaby spowodować najmniejsze opóźnienie. Nauki przedstawiają już same dosyć trudności bez wprowadzania jeszcze tych, które są im obce. Chemicy łatwo się zresztą zorientują, że w pierwszej części korzystam prawie wyłącznie z doświadczeń, które są moje własne. Jeżeli gdzieś mogło mi się zdarzyć, że adaptowałem, bez podania autora, doświadczenia lub poglądy panów Bertholleta, de Fourcroy, de La Place'a, Monge'a, i ogólnie tych, którzy przyjęli te same co ja zasady, to dlatego, że zwyczaj wspólnego życia, przekazywania sobie naszych wyobrażeń, naszych obserwacji, naszego sposobu widzenia, wytworzył między nami rodzaj wspólnoty poglądów, w której często jest nam samym trudno rozróżnić, co dokładniej do każdego z nas należy.

To wszystko, co właśnie wyhuszczylem o zasadach, które postanowiłem zastosować w przedstawianiu dowodów i poglądów, stosuje się wyłącznie do pierwszej części tego Dzieła: tylko ona zawiera całość doktryn, które przyjąłem; tylko jej starałem się nadać postać prawdziwie podstawową.

Druga część złożona jest głównie z tablic terminologii soli obojętnych. Dołączam do nich tylko wyjaśnienia bardzo treściwe, których celem jest przedstawienie najprostszyc sposobów otrzymywania różnych gatunków znanych kwasów: ta druga część nie zawiera niczego, co byłoby moje; zawiera ona tylko bardzo skrócone, zwięzłe wyniki zaczerpnięte z różnych Dzieł.

W końcu w trzeciej części dałem szczegółowy opis wszystkich operacji stosowanych w nowoczesnej Chemii. Tego rodzaju Dzieło było, jak się wydaje, pożądane od dawna i sędzę, że przyniesie pewną korzyść. W ogólności praktyka doświadczeń, a zwłaszcza doświadczeń nowoczesnych, nie jest dostatecznie rozpowszechniona; i może gdybym w różnych doniesieniach, które przedkładałem Akademii, obszerniej opisywał szczegóły postępowania, byłbym lepiej zrozumiany i Nauka uczyniłaby szersze postępy. Kolejność materiału w tej trzeciej części wydała mi się dosyć dowolna i w każdym z ośmiu rozdziałów, które ją tworzą, starałem się tylko zebrać operacje, które wydawały mi się najbardziej analogiczne. Można łatwo zauważyć, że ta trzecia Część nie mogła być zaczerpnięta z jakiegokolwiek Dzieła i w głównych paragrafach nie mogłem być wspomozony niczym innym, jak tylko własnymi doświadczeniami.

Zakończę przedmowę przepisując dosłownie kilka ustępów z Opatu de Condillac, które wydają mi się odmalowywać z dużą prawdziwością, gdzie była chemia w czasach bardzo bliskich naszemu<sup>19</sup>. Te ustępy, które wcale nie były napisane umyślnie, uzyskają tylko większe znaczenie, jeśli ich zastosowanie okaże się słuszne.

«Zamiast obserwować rzeczy, które chcieliśmy poznać, woleliśmy je sobie wyobrazić. Z błędnego domniemania w błędne domniemanie zabłąkaliśmy się w mnóstwo omyłek; a te omyłki stały się przesadami, i z tej racji zostały przyjęte za zasady: gubiliśmy się więc co raz bardziej. Nauczyliśmy się więc rozumować jedynie zgodnie ze złymi przyzwyczajeniami, któreśmy nabyli. Sztuka nadużywania słów nie rozumiejąc ich dobrze stała się dla nas» sztuką rozumowania... Gdy sprawy doszły do tego stanu, gdy omyłki tak się nagromadziły, istnieje tylko jeden sposób, by przywrócić porządek w «dziedzinie myśli; a mianowicie zapomnieć wszystko, czegośmy się nauczyli, na nowo wywieźć nasze pojęcia z ich źródeł, z nich wyprowadzić dalsze i odtworzyć, jak mówi Bacon, rozumowanie ludzkie.»

«Ten środek jest tym trudniejszy, im się uważa siebie za bardziej wykształconego. Również gdyby do dzieł lub nauk odnoszono się z większą precyzją, z większym ładem, czy nie byłyby one bardziej przydatne całemu światu. Ci, którzy nic nie studiowali, rozumieliby lepiej, niż ci którzy przeszli wielkie nauki, a przede wszystkim niż ci, którzy wiele napisali o naukach.»

Pan Opat Condillac dorzucił na końcu rozdziału V: «Lecz w końcu nauka dokonała postępu, ponieważ filozofowie lepiej obserwowali i ponieważ wprowadzili do swego języka precyzję i dokładność, które przykładali do swych obserwacji; poprawili język i lepiej rozumowali.»<sup>20</sup>

<sup>19</sup> PRZYPIIS LAVOISIERA: Część druga, Rozdział I.

<sup>20</sup> Lavoisier wkrótce po wydaniu swego *Traktatu* doszedł do wniosku, że nie spełnia on wszystkich założeń przedstawionych w tej dyskusji wstępnej i zaczął przygotowywać nową jego wersję, która miała zawierać również omówienie zagadnień związanych z powinowactwem. Innym, bardziej może nawet rozpowszechnionym francuskim podręcznikiem omawiającym Lavoisierowską chemię było opublikowane w 1792 r. dzieło Antoine'a de Fourcroy *Philosophie chimique* w 1808 r. przetłumaczone przez Jana Bystrzyckiego na język polski.



# Traktat Początkowy Chemii

## CZĘŚĆ PIERWSZA

### O POWSTAWANIU PŁYNÓW O POSTACI POWIETRZA I ICH ROZKŁADANIU; O SPALANIU CIAŁ PROSTYCH I O TWORZENIU SIĘ KWASÓW.

#### ROZDZIAŁ I.

##### O związkach ciepłika

##### i tworzeniu się płynów elastycznych o postaci powietrza<sup>1</sup>

Jest zjawiskiem niezmiennym w przyrodzie, którego ogólność została dobrze sprawdzona przez Boerhaavego, że gdy ogrzewa się jakiekolwiek ciało, stałe lub ciekłe, zwiększa ono swe rozmiary we wszystkich kierunkach. Fakty, na których opierano się by ograniczyć powszechność tej zasady, okazują się jedynie faktami złudnymi lub co najmniej takimi, które się komplikują przez okoliczności obce, mające na nie wpływ: lecz jeżeli uda się oddzielić te zaburzenia i przypisać każde z nich przyczynom, które je wywołują, zauważy się, że rozsuwanie się molekuł pod wpływem ciepła jest ogólnym i stałym prawem Przyrody.

Jeśli po ogrzaniu ciała stałego do pewnego punktu i spowodowaniu coraz większego rozsunienia się wszystkich molekuł pozwoli mu się oziębić, te same molekuły zbliżą się do siebie w tej samej proporcji, według której zostały rozsunięte; ciało powraca poprzez te same stopnie rozszerzenia, przez które przechodziło i jeśli doprowadzi się je do tej samej temperatury, którą miało na początku doświadczenia, wyraźnie odzyska ono objętość, którą miało uprzednio. Lecz jako że jesteśmy bardzo dalecy od możliwości uzyskania stopnia zimna absolutnego, ponieważ nie znamy żadnego stopnia oziębienia, co do którego nie moglibyśmy uznać, że jest on podatny do powiększenia, wynika z tego, że jeszcze nie możemy zbliżyć molekuł żadnego ciała najbardziej, jak jest to tylko możliwe i w konsekwencji molekuły żadnego ciała nie stykają się ze sobą w przyrodzie; wniosek bardzo szczególny, od którego mimo to nie można się uchylić.

Dochodzi się do wniosku, że molekuły, będąc stale pobudzane przez ciepło do odsuwania się jedne od drugich, nie powinny mieć między sobą żadnego powiązania

<sup>1</sup> Lavoisier używa określenia *aériforme*, które zmuszeni jesteśmy tłumaczyć opisowo o *postaci powietrza*.



i nie istniałoby żadne ciało stałe, jeśli by nie były one przytrzymywane przez inną siłę, która by dążyła, by je z powrotem połączyć i, możnaby powiedzieć, skuwać i ta siła, jakakolwiek byłaby jej przyczyna, została nazwana przyciąganiem.

Tak więc możemy uznać, że molekuly ciał podlegają dwóm siłom, jednej odpychającej, drugiej przyciągającej, które są między sobą w równowadze. Póki druga z tych sił, przyciągająca, przeważa, ciało pozostaje w stanie stałym; jeśli przeciwnie przyciąganie jest słabsze, jeśli ciepło w takim stopniu odsunęło jedne molekuly ciała od drugich, że znalazły się one poza sferą działania ich przyciągania, tracą one spójność, którą miały między sobą i ciało przestaje być stałym.

Woda ustawicznie stanowi przykład tego zjawiska: poniżej zera termometru francuskiego<sup>2</sup> jest ona w stanie stałym i ma nazwę lodu; powyżej tej granicy jej molekuly przestają być poddawane wzajemnemu przyciąganiu i staje się tym, co nazywa się ciecżą: w końcu powyżej 80° [100°C] jej molekuly poddają się odpychaniu spowodowanemu przez ciepło; woda przyjmuje stan pary lub gazu i przetwarza się w płyn o postaci powietrza.

Można to samo powiedzieć o wszystkich ciałach przyrody: są one stałe, lub ciekłe, lub w stanie elastycznym i o postaci powietrza zależnie od stosunku, który istnieje między siłą przyciągającą ich molekuly i siłą odpychającą ciepła lub, co sprowadza się do tego samego, zależnie od stopnia ciepła, na który są one wystawione.

Trudno jest pojąć te zjawiska bez przyjęcia, że są one skutkiem działania substancji rzeczywistej i materialnej, płynu bardzo delikatnego, który wsuwa się pomiędzy molekuly wszystkich ciał i który je odsuwa od siebie i przypuszczając nawet, że istnienie tego płynu jest hipotezą, zobaczymy dalej, że tłumaczy ona w sposób zadawalający zjawiska Przyrody.

Tej substancji, czymkolwiek by ona była, będącej przyczyną ciepła, lub innymi słowy wrażenia, które nazywamy ciepłem, będącego wynikiem nagromadzenia się jej, nie można w ścisłym języku określać nazwą ciepła; ponieważ to samo słowo nie może wyrażać przyczyny i skutku. To mnie skłoniło, by w Doniesieniu, które opublikowałem w 1777 roku (*Receuil de l' Académie*, str.420), określić ją pod nazwą płynu ogniowego i materii ciepła. Od tego czasu w pracy, którą wykonaliśmy wspólnie z p. de Morveau, p. Bertholletem, p. de Fourcroy i ze mną nad reformą języka chemicznego, uznaliśmy za słuszne usunąć te omówienia, które wydłużały wykład, czyniąc go bardziej rozwlekłym, mniej dokładnym, mniej jasnym i które często nie odpowiadają wyobrażeniom dostatecznie słusznym. Przeto nazwaliśmy przyczynę ciepła, płyn w wysokim stopniu elastyczny, który je powoduje, mianem *cieplika*<sup>3</sup>. Oprócz tego, że to wyrażenie spełnia cel w przyjętym przez nas systemie, ma ono jeszcze inną zaletę, a mia-

<sup>2</sup> T.zn według skali Réaumura.

<sup>3</sup> Franc. *Calorique*.

nowicie można je zastosować do wszystkich rodzajów poglądów; ponieważ, ściśle mówiąc, nie musimy nawet zakładać, że ciepłik jest rzeczywistą materią; wystarczy, jak to lepiej będzie można wyczuć w trakcie dalszej lektury, by była to jakakolwiek przyczyna odpychająca od siebie molekuly materii i by można było dzięki temu rozpatrywać zjawiska w sposób abstrakcyjny i matematyczny.

Światło, czy jest ono modyfikacją ciepłika, czy też ciepłik jest modyfikacją światła? Na ten temat nie można się wypowiedzieć w obecnym stanie naszych wiadomości. Pewne jest jednak, że skoro zostało przyjęte jako prawidło, że przyjmuje się tylko fakty i w miarę możliwości unika się przypuszczania niczego ponad to, co one przedstawiają, należy prowizorycznie określać różnymi nazwami to, co wywołuje różne zjawiska. Rozróżniamy więc światło od ciepłika; lecz bynajmniej nie przeczymy, że światło i ciepło mają właściwości, które są im obu wspólne i w pewnych okolicznościach wiążą się [z innymi ciałami] w ten sam sposób i wywołują część tych samych zjawisk.

To co właśnie powiedziałem wystarczy, by dobrze określić pojęcie przypisane nazwie *ciepłik*. Ale pozostaje mi do wypełnienia trudniejsze zadanie przedstawienia właściwych poglądów, w jaki sposób ciepłik działa na ciała. Ponieważ ta subtelna materia przenika przez pory wszystkich substancji, które znamy, ponieważ nie istnieje naczynie, z któregooby nie wypływała, a więc nie ma takiego, które mogłoby ją zachować bez strat, nie można poznać jej właściwości, jak tylko poprzez zjawiska, które w większości są ulotne i trudne do uchwycenia. To w związku z tym, czego nie można ani zobaczyć, ani dotknąć, jest szczególnie ważne, by pilnować się i nie ulegać wyskokom wyobraźni, która stara się wybujać ponad prawdziwość i która ma wielkie trudności, by zamknąć się w wąskim kręgu, który jej ograniczają fakty.

Zobaczyliśmy powyżej, że to samo ciało może być stałym, ciekłym lub mieć postać powietrza zależnie od ilości ciepłika, która je przeniknęła lub, by mówić bardziej ściśle, zależnie od tego, czy siła odpychająca ciepłika jest równa przyciąganiu jego molekuł czy też jest ona silniejsza, czy słabsza od niego.

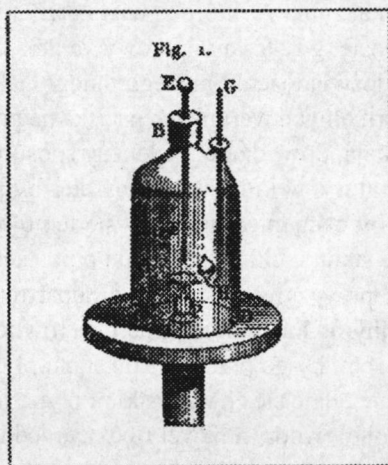
Lecz gdyby istniały tylko te dwie siły, ciała mogłyby być cieczami tylko w nie dającym się podzielić stopniu termometru<sup>4</sup> i przechodziłyby natychmiast ze stanu ciała stałego w stan elastyczny o postaci powietrza. Tak więc na przykład woda w tej samej chwili, gdy przestałaby być lodem, zaczęłaby wrzeć; przemieniałaby się w płyn o postaci powietrza i jej molekuly oddalałyby się od siebie nieskończenie w przestrzeni; jeśli tak się nie dzieje to dlatego, że trzecia siła, ciśnienie atmosferyczne, utrudnia takie oddalanie się i z tej przyczyny woda pozostaje w stanie ciekłym od zera do 80° termometru francuskiego [100°C]: ilość

<sup>4</sup> W oryginale: „un degré indivisible du thermometre“ w znaczeniu: nieskończenie małym zakresie temperatur.

ciepłika, którą przyjmuje ona w tym przedziale jest niewystarczająca, by przewyciężyć siłę wywołaną przez ciśnienie atmosfery.

Widać więc, że bez ciśnienia atmosfery nie mielibyśmy trwałych cieczy; widzielibyśmy ciała w tym stanie tylko dokładnie w momencie, gdy się topią: najmniejsze zwiększenie ciepła, które otrzymałoby później, natychmiast oddaliłoby części od siebie i je rozproszyło. Ponadto bez ciśnienia atmosfery nie mielibyśmy właściwie płynów o postaci powietrza. W istocie w chwili, gdy siła przyciągania została pokonana przez siłę odpychającą ciepłika, molekuly oddaliłyby się od siebie nieskończenie, w braku czegokolwiek co ograniczałoby ich oddalanie, jeśli nie byłby to ich własny ciężar, który by je zbierał, by utworzyć atmosferę.

Proste rozważania nad najbardziej znanymi doświadczeniami wystarczą, by uznać prawdę tego co właśnie wyraziłem. Jest ona skądinąd jasno potwierdzona przez doświadczenie niżej opisane, którego szczegóły przedstawiłem już Akademii w 1777 roku (*Mémoires*, str. 426)



Eterem siarkowym<sup>5</sup> napełnia się małe szklane proste naczynie A (*fig. 1*), umocowane na podstawie P. To naczynie nie powinno mieć więcej niż 12 do 15 linii średnicy i 2 cale wysokości [średnica 2,7–3,4 cm, wysokość 5,4 cm]. Naczynie przykrywa się zwilżonym pęcherzem, który przytwierdza się wokół szyjki naczynia wielką liczbą zwojów grubej, dobrze ściśniętej nici: dla większej pewności drugi pęcherz umieszcza się ponad pierwszym i umocowuje w podobny

<sup>5</sup> PRZYPIS LAVOISIERA: *Éther sulfurique* – Podaję gdzie indziej definicję cieczy nazywanej eterem i przedstawiam jej właściwości. Teraz zadawałam się stwierdzeniem, że tą nazwą określa się ciecz palną, bardzo lotną, o ciężarze właściwym znacznie mniejszym od wody, a nawet od wyskoku winnego. Przypis tłumacza: Tą nazwą Lavoisier określa produkt reakcji kwasu organicznego z alkoholem w czasie której powstająca woda jest absorbowana przez dodany kwas siarkowy.

sposób. Naczynie to powinno w takim stopniu być wypełnione eterem, by nie było wcale powietrza między ciecżą a pęcherzem; następnie umieszcza się go pod zbiornikiem BCD maszyny pneumatycznej. Wierzchołek B powinien być wyposażony w zamknięcie<sup>6</sup> skórzane przebite przez trzpień EF, którego końcówka F kończy się ostrzem lub bardzo zaostrzoną blaszką; do tego zbiornika powinien być dopasowany barometr GH.

Gdy wszystko jest w ten sposób urządzone, tworzy się próżnię pod zbiornikiem; potem obniżając zaostrowany trzpień przebija się pęcherz. Natychmiast eter zaczyna wrzeć ze zdumiewającą szybkością, wyparowuje i przemienia się w płyn elastyczny o postaci powietrza, który zajmuje cały zbiornik. Jeśli ilość eteru jest wystarczająco duża, aby gdy skończy się wyparowywanie, pozostało jeszcze kilka kropli we flaszczyce, płyn elastyczny jest zdolny utrzymać barometr dołączony do maszyny pneumatycznej na około 8 do 10 cali w zimie i 20 do 25 cali w upałach letnich. Aby uczynić to doświadczenie bardziej całkowitym, można wprowadzić mały termometr do naczynia A, które zawiera eter, a zaobserwuje się, że obniża się on znacznie w czasie, gdy trwa odparowywanie.

Nie czynimy w tym doświadczeniu niczego innego, jak tylko niweczymy ciężar atmosfery, który w normalnych warunkach naciska na powierzchnię eteru, a zjawiska, które z tego wynikają, dowodzą w widoczny sposób dwu rzeczy; po pierwsze, że w stopniu temperatury, w którym żyjemy eter byłby stale w stanie płynu o postaci powietrza, gdyby ciśnienie atmosfery się temu nie przeciwstawiało. Po drugie, temu przejściu ze stanu ciekłego do stanu o postaci powietrza towarzyszy znaczne oziębienie z tej przyczyny, że podczas odparowywania część cieplika, która była w stanie wolnym, lub przynajmniej w równowadze w ciałach otaczających, łączy się z eterem, by go przenieść do stanu płynu o postaci powietrza.

To samo doświadczenie udaje się ze wszystkimi płynami parującymi takimi jak wyskok winny<sup>7</sup> czyli alkohol, woda, a nawet rtęć; z tą jednak różnicą, że atmosfera alkoholu, która powstaje w zbiorniku może zastosowany do maszyny pneumatycznej barometr utrzymać w zimie tylko na 1 cal ponad swój poziom, a w lecie na 4 lub 5 cali; że woda utrzymuje go zaledwie na kilku liniach, a rtęć na kilku ułamkach linii. Zatem mniej cieczy odparowuje, gdy wykonujemy doświadczenie z alkoholem, niż gdy z eterem; jeszcze mniej gdy z wodą, a nade wszystko gdy z rtęcią; a zatem mniej cieplika zużytego i mniejsze ochłodzenie; co doskonale zgadza się z wynikami doświadczeń.

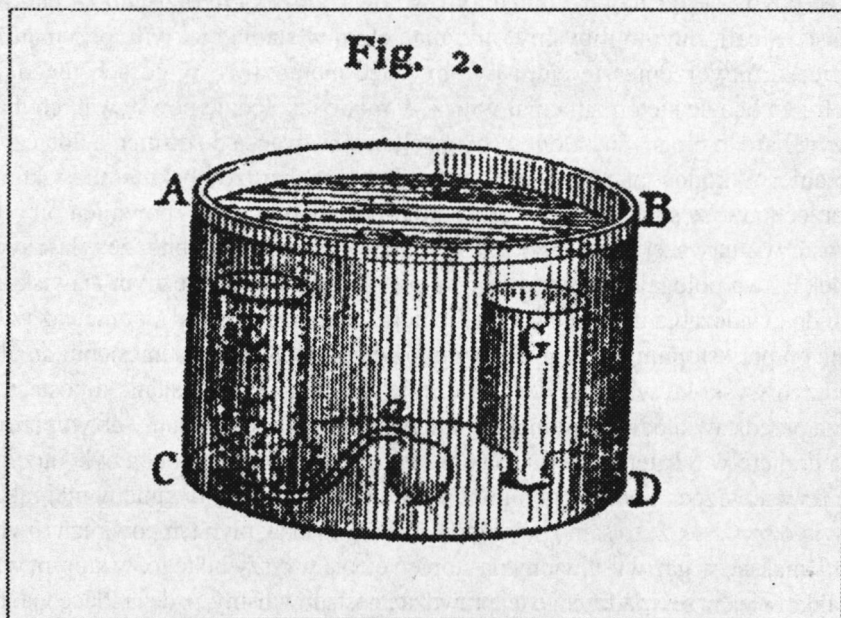
Inny rodzaj doświadczenia dowodzi jeszcze w sposób równie oczywisty, że stan o postaci powietrza jest modyfikacją ciał i że zależy on od stopnia temperatury i ciśnienia, które one wywierają.

<sup>6</sup> W oryginale: *boëte*.

<sup>7</sup> W XVIII i XIX wieku francuskiej nazwie *l'esprit-de-vin* odpowiadało w języku polskim określenie *wyskok winny*.



Wykazaliśmy, p. de la Place i ja, w doniesieniu, które czytaliśmy w Akademii w 1777 roku, lecz które nie zostało wydrukowane, że skoro eter poddany jest ciśnieniu 28 cali rtęci [ $756 \text{ mmHg} = 1007,7 \text{ hPa}$ ], to znaczy ciśnieniu równemu ciśnieniu atmosferycznemu, zaczyna on wrzeć przy 32 lub 33° termometru rtęciowego<sup>8</sup>. P. de Luc, który robił analogiczne badania z wysokiem winnym, stwierdził, że zaczyna on wrzeć przy 67° [ $83^{\circ}\text{C}$ ]. W końcu wszyscy wiedzą, że woda zaczyna wrzeć przy 80°. Jako że wrzenie nie jest niczym innym jak wyparowywaniem płynu, czyli chwilą jego przejścia ze stanu ciekłego w płyn elastyczny o postaci powietrza, było oczywiste, że utrzymując stale eter w temperaturze wyższej niż 33° i zwykłym stopniu ciśnienia atmosfery, powinno się go otrzymać w stanie płynu o postaci powietrza; to samo powinno się dziać z wysokiem winnym powyżej 67° i z wodą powyżej 80°, co jest całkowicie potwierdzone przez następujące doświadczenia<sup>9</sup>.



Napełniłem wodą przy 35° lub 36° termometru [ $45^{\circ}\text{C}$ ] wielkie naczynie ABCD (fig. 2); postarałem się, by było ono przezroczyste, aby lepiej można było widzieć, co dzieje się wewnątrz; przy tych stopniach można jeszcze trzymać rękę dość długo w wodzie bez odczuwania przykrości. Zanurzyłem w nim butelki

<sup>8</sup> 32° Réaumura odpowiadają 40°C. Eter dwuetylowy wrze jednak w 34°C.

<sup>9</sup> PRZYPIIS LAVOISIERA: *Mém. Acad.* 1780, str. 335.



F, G z odwiniętymi szyjkami, które tam zostały napełnione, poczem je obróciłem w taki sposób, że miały swe szyjki na dole i przyłożone do dna naczynia.

Gdy rzeczy zostały tak ułożone, napełniłem eterem siarkowym bardzo małą retortę, której kołnierz *abc* był dwukrotnie wygięty; zanurzyłem tę retortę w naczyniu ABCD i ułożyłem, jak to jest przedstawione na rycinie 2, tak by końcówka kołnierza *abc* znalazła się w szyjce butelki F: gdy tylko eter zaczął odczuwać działanie ciepła, zaczął wrzeć i ciepłik, który się z nim związał, przemienił go w płyn elastyczny o postaci powietrza, którym kolejno napełniałem kilka butelek F, G.

To nie miejsce, by teraz badać naturę i właściwości tego płynu o postaci powietrza, który jest bardzo palny; lecz bez wyprzedzenia wiadomości, których [znajomości] nie powinienem przewidywać u czytelnika, zauważę zwracając uwagę na przedmiot, który nas w tej chwili zajmuje, że zgodnie z tym doświadczeniem eter powinien istnieć na planecie, którą zamieszkujemy, tylko w stanie o postaci powietrza; że gdyby ciężar naszej atmosfery równoważył słup tylko 20 lub 24 cali rtęci zamiast 28 cali, nie moglibyśmy otrzymać eteru w stanie ciekłym, przynajmniej w lecie; że utworzenie się eteru byłoby więc niemożliwe w górach nieco wyższych i że będzie się on zmieniał w gaz, w miarę jak będzie powstawał, chyba że się użyje bardzo mocnych balonów, by go skondensować, a do ciśnienia dołączy się oziębianie. W końcu jako że stopień ciepła krwi jest bardzo bliski temu, w którym eter przechodzi ze stanu ciekłego do stanu o postaci powietrza, powinien on odparowywać w pierwszej kolejności i że jest bardzo prawdopodobne, że właściwości tego lekarstwa polegają na tym, żeby tak powiedzieć, mechanicznym zjawisku.

Te doświadczenia udają się jeszcze lepiej z eterem nitrawym<sup>10</sup>, ponieważ wyparowuje on przy stopniu ciepła mniejszym niż eter siarkowy. W odniesieniu do alkoholu, czyli wysokości winnego doświadczenie otrzymania go w stanie o postaci powietrza przedstawia pewną trudność i ponieważ płyn ten jest podatny do wyparowywania dopiero w 67° termometru Réaumura, trzeba, by kąpiel wodna była utrzymywana prawie wrząca i w tym stopniu nie jest już możliwe zanurzanie w niej rąk.

Było oczywiste, że to samo powinno dziać się z wodą; płyn ten powinien również przemieniać się w gaz wystawiony na stopień ciepła wyższy od tego, w którym wrze; lecz jakkolwiek przeświadczeni o tej prawdzie, postanowiliśmy, p. de la Place i ja, potwierdzić ją przez bezpośrednie doświadczenie i oto jego wynik. Napełniliśmy rtęcią szklane naczynie i odwrócone otworem do dołu umieściliśmy nad wanienką również wypełnioną rtęcią. Do tego naczynka wprowadziliśmy około dwa grosy [7,6 g] wody, która doszła w nim do wysokości CD, znajdującej się powyżej powierzchni rtęci; następnie zanurzyliśmy to wszystko w wielkim żelaznym kotle EFGH umieszczonym na piecu GHIK; kocioł ten był napełniony osoloną, wrząca wodą, której temperatura przewyższała 85° termometru; wiadomo w istocie, że woda

<sup>10</sup> W oryginale: *l'ether nitreux*; tak Lavoisier nazywa azotan etylu, czyli azotan(III) etylu.

z rozpuszczoną w niej solą może mieć stopień ciepła wyższy o kilka stopni od wody wrzącej.

Skoro dwa grosy wody umieszczonej w wyższej części CD naczynka lub rurki osiągną temperaturę  $80^{\circ}$  lub w pobliżu, zaczną wrzeć i zamiast zajmować, jak to czyniły, małą przestrzeń ACD zamieniają się w płyn o postaci powietrza, który wypełni [je] całkowicie; rtęć nawet opadnie nieco poniżej swego poziomu i naczynko by się rozerwało, gdyby nie było bardzo grube, a więc i wiele ważące i gdyby nie było uprzednio umocowane do podstawki drutem żelaznym. Gdy tylko wyjęto naczynko z kąpieli wody osolonej, woda się skondensowała i poziom rtęci się podniósł; lecz ponownie przyjęła ona stan o postaci powietrza kilka chwil potem, gdy urządzenie zostało powtórnie zanurzone.

Oto więc niektóre z substancji, które się przekształcają w płyny o postaci powietrza przy stopniach ciepła bardzo bliskich tym, w których żyjemy. Zobaczymy wkrótce, że istnieje wiele innych, takich jak kwas morski czyli muriatyczny<sup>11</sup>, lotne alkali czyli amoniak, kwas węglowy czyli powietrze zestalone<sup>12</sup>, kwas siarkawy<sup>13</sup> i td.. które stale pozostają w stanie o postaci powietrza w codziennym stopniu ciepła i ciśnienia atmosfery.

Wszystkie te szczegółowe fakty, przykłady które łatwo mogę mnożyć, upoważniają mnie do sformułowania ogólnej zasady, którą już przedstawiałem powyżej, że prawie wszystkie ciała Przyrody mogą występować w trzech różnych stanach, w stanie stałym, w stanie ciekłym i w stanie o postaci powietrza i że te trzy stany tego samego ciała zależą od ilości ciepłika, który jest z nimi związany. Będę odąd nazywał te płyny o postaci powietrza nazwą rodzajową gazu i w wyniku tego stwierdzę, że w każdym gatunku gazu należy rozróżnić ciepłik, który w pewien sposób pełni funkcję rozpuszczalnika i substancję, która jest z nim związana i tworzy jego podstawę.

To tym podstawom różnych gazów, które są jeszcze mało poznane, musieliszmy nadać nazwy. Wskażę je w IV rozdziale tego dzieła po opisanii kilku zjawisk, które towarzyszą ogrzewaniu i ochładzaniu ciał i po przedstawieniu dokładniejszych koncepcji na temat składu naszej atmosfery.

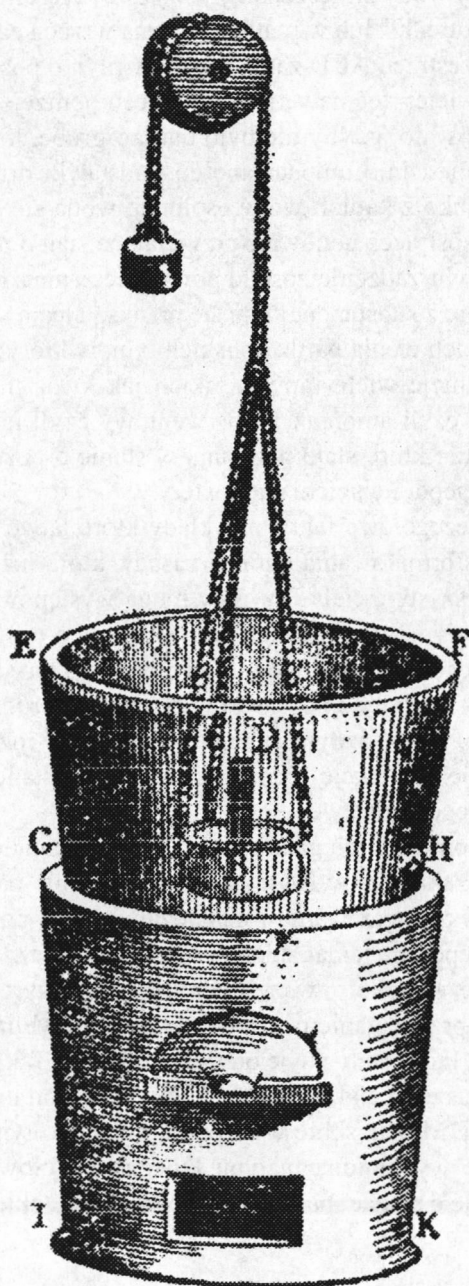
Widzieliśmy, że molekuly wszystkich ciał w Przyrodzie doznają stanu równowagi między przyciąganiem, które stara się je przybliżyć i połączyć, a usiłowaniami ciepłika, który stara się je od siebie oddalić. Tak więc ciepłik nie tylko otacza wszystkie części ciał, lecz ponadto wypełnia on luki, które istnieją pomiędzy molekułami. Można sobie wytworzyć pojęcie o tym układzie, gdy wyobrazi się naczynie wypełnione małymi kuleczkami ołowianymi, do którego wrzuci się substancję o postaci bardzo drobnego pudru, takiej jak drobny piasek:

<sup>11</sup> Kwas solny, a ściślej chlorowódór.

<sup>12</sup> *Air fixe* – dwutlenek węgla.

<sup>13</sup> *Acide sulfureux* – kwas siarkawy, ściślej: dwutlenek siarki.

Fig. 3.



łatwo zrozumieć, że substancja ta równomiernie rozsypie się w lukach, które kulki pozostawiają między sobą i je wypełni. Kulki w podanym przykładzie są tym dla drobnego piasku, czym molekuly ciała dla ciepłika; z tą różnicą że w podanym przykładzie kulki się stykają, natomiast molekuly się nie stykają i zawsze są utrzymywane w małych odległościach od siebie wskutek działania ciepłika.

Jeśli zamiast kulek, które mają kształt okrągły, podstawimy sześciiany, ośmiościany lub ciała o jakiegokolwiek postaci regularnej i o jednakowej trwałości, objętość pustych miejsc, które powstaną między nimi nie będzie więcej jednako-owa i nie można już umieszczać tam takiej samej ilości drobnego piasku. To samo zachodzi w odniesieniu do wszystkich ciał Przyrody; luki, które ich molekuly tworzą między sobą, nie mają wszystkie jednakowej objętości; objętość ta zależy od kształtu molekuł, ich wielkości i od odległości pomiędzy nimi, na jakiej są utrzymywane zależnie od stosunku, który istnieje pomiędzy ich siłą przyciągania a siłą odpychania wywieraną przez ciepłik.

To w tym sensie należy rozumieć wyrażenie: *objętość ciał, która może przyjąć materię ciepłą*; wyrażenie bardzo słuszne, wprowadzone przez fizyków angielskich, którzy stworzyli pierwsze dokładne pojęcia na ten temat. Przykład tego, co dzieje się w wodzie i kilka rozważań o sposobie, w jaki ten płyn zwilża i przenika ciała, uczyni ten problem bardziej zrozumiałym: nie potrafimy sobie bardziej pomóc w [zrozumieniu] problemów abstrakcyjnych niż przez porównania, które można sobie wyobrazić zmysłami.

Gdy zanurzymy w wodzie kawałki różnych drzew o jednakowej objętości, na przykład jednej stopy sześciennej, ten płyn będzie stopniowo wnikał w ich pory; one napęcznieją i zwiększą swój ciężar, lecz każdy gatunek drzewa wchłonie w swe pory różne ilości wody; najłżejsze i najbardziej porowate wchłoną jej najwięcej; te, które są zwarte i ściśle dozwolą wnikać jedynie niewielkiej ilości; w końcu ilość wody, którą zatrzymają, zależeć będzie jeszcze od właściwości molekuł tworzących drewno, od większego lub mniejszego powinowactwa, które wykażą one wobec wody i na przykład drzewa bardzo żywiczne, chociaż porowate, przyjmą jej bardzo mało. Można więc powiedzieć, że różne gatunki drzew mają różną pojemność przyjmowania wody; można nawet przez wzrost ciężaru poznać ilość, którą one zaabsorbowały; lecz ponieważ nie będziemy znali ilości wody, którą zawierały one przed zanurzeniem, nie będziemy mogli wiedzieć, jaką bezwzględną jej ilość będą one zawierały po wyjęciu z niej.

Takie same okoliczności zachodzą wobec ciał, które są zanurzone w ciepłiku, biorąc jednak pod uwagę, że woda jest płynem nieściśliwym, podczas gdy ciepłik odznacza się dużą elastycznością, co innymi słowami oznacza, że molekuly ciepłika mają silną skłonność do oddalania się jedne od drugich, gdy jakakolwiek siła zmusza je do przybliżania się i z tego wynika, że wywołać to musi znaczne różnice wyników.



Gdy zagadnienia zostały doprowadzone do tego stopnia jasności i prostoty, łatwo mi będzie uczynić zrozumiałymi wyobrażenia związane z wyrażeniami: *cieplik swobodny* i *cieplik związany*, *ilość właściwa cieplika* zawarta w różnych ciałach, *pojemność dla utrzymania cieplika*, *ciepło utajone*, *ciepło wyczuwalne*, a wszystkie te określenia nie są synonimami lecz, jak zaraz wyjaśnię, mają ścisłe i określone znaczenie.

*Cieplik swobodny* jest tym, który nie wchodzi w żadne związki. Ponieważ żyjemy w środowisku układu ciał, do których cieplik przylega, nigdy nie spotykamy więc tego początku w stanie bezwzględnej wolności.

*Cieplik związany* jest tym, który jest skuty z ciałami siłą powinowactwa lub przyciągania i który stanowi część ich substancji, nawet w stanie stałym.

Przez określenie *cieplik właściwy* ciało rozumie się ilość cieplika odpowiednio konieczną, by podnieść o daną liczbę stopni temperaturę poszczególnych ciał o jednakowym ciężarze. Ta ilość cieplika zależy od odległości molekuł ciał, od ich większego lub mniejszego przylegania; i to tę odległość, a raczej wynikającą z niej objętość nazwano, jak już zwróciłem na to uwagę, *pojemnością dla utrzymania cieplika*.

*Ciepło* rozważane jako wrażenie zmysłowe, lub innymi słowami *ciepło wyczuwalne* jest jedynie skutkiem wywołanym w naszych narządach przez przyjmowanie cieplika, związanego z ciałami nas otaczającymi. W ogólności odczuwamy wrażenia jedynie dzięki jakiemukolwiek ruchowi i można sformułować pewnik *nie ma ruchu, nie ma wrażenia*. Ta ogólna zasada stosuje się oczywiście do wrażeń ciepła i zimna: gdy dotykamy zimnego ciała, cieplik, który stara się być w równowadze we wszystkich ciałach, przepływa od naszej ręki do ciała, które dotykamy i my odczuwamy wrażenie zimna. Zjawisko przeciwne zachodzi, gdy dotykamy ciała ciepłego; cieplik przechodzi od ciała do naszej ręki i odczuwamy wrażenie ciepła. Gdy ciało i ręka mają ten sam lub sobie bliski stopień temperatury, nie odczuwamy żadnego wrażenia, ani zimna ani ciepła, ponieważ wtedy nie ma żadnego ruchu, żadnego przeniesienia cieplika, bo powtarzam, nie ma wrażenia, bez ruchu który je powoduje.

Gdy termometr się podnosi, jest to dowód, że istnieje swobodny cieplik, który rozprzestrzenia się w ciałach otaczających: termometr, który jest jednym z tych ciał, otrzymuje swoją część w zależności od masy i pojemności, którą on ma dla zawierania w sobie cieplika. Zmiana, która zachodzi w termometrze, oznajmia tylko przemieszczenie się cieplika, zmianę zachodzącą w układzie ciał, którego część stanowi; wskazuje ona co najwyżej, że termometr otrzymał porcję cieplika, lecz nie mierzy całkowitej ilości [cieplika], która została wydzielona, przemieszczona lub zaabsorbowana. Metodą najprostszą i najdokładniejszą, by osiągnąć zamierzony cel, jest ta wynaleziona przez p. de la Place i która jest opisana w *Mémoires de l'Académie* rok 1780, str. 364. Znajduje się też krótkie jej

wyjaśnienie na końcu tego Dzieła. Polega ona na umieszczeniu ciała lub związku, z których wydziela się ciepłik, wewnątrz kuli wydrążonej w lodzie; ilość stopionego lodu jest dokładną miarą ilości ciepłika, który się wydzielił. Za pomocą przyrządu, który skonstruowaliśmy na podstawie tego pomysłu, można poznać nie, jak zamierzano, pojemność, którą ciała mają, by utrzymać ciepłik, lecz stosunkowe wielkości wzrostów lub spadków, którym ulegają te pojemności przez określoną liczbę stopni termometru<sup>14</sup>. Można łatwo za pomocą tego przyrządu i przez różne kombinacje doświadczeń poznać ilość ciepłika potrzebną, by przemienić ciała stałe w ciekłe i ciekłe w płyny o postaci powietrza i odwrotnie te ilości ciepłika, które płyny elastyczne oddają, gdy z powrotem stają się cieczami i gdy te stają się ciałami stałymi. Będzie można więc pewnego dnia, gdy doświadczenia będą dostatecznie liczne, dojść do wyznaczenia stosunkowej ilości<sup>15</sup> ciepłika, który tworzy każdy gatunek gazu. Przedstawię w specjalnym rozdziale główne wyniki tego rodzaju, które otrzymaliśmy.

Pozostaje mi, kończąc ten rozdział, powiedzieć słowo o przyczynie elastyczności gazów i płynów w stanie pary. Nie trudno zauważyć, że ta elastyczność ma związek z elastycznością ciepłika, który wydaje się być ciałem najbardziej elastycznym w przyrodzie. Nic prostszego jak zauważyć, że ciało staje się elastyczne wiążąc się z innym, które samo jest wyposażone w tę właściwość. Lecz trzeba stwierdzić, że jest to wytłumaczenie elastyczności przez elastyczność; że nie czyni się przez to nic innego, jak tylko odsuwa się trudność i że wciąż pozostaje do wyjaśnienia, co to jest elastyczność i dlaczego ciepłik jest elastyczny. Rozważając elastyczność w sensie abstrakcyjnym, nie jest ona niczym innym, jak właściwością, którą mają molekuly danego ciała, że odsuwają się one jedne od drugich, gdy usiłuje się je zbliżyć do siebie. Ta dążność oddalania się, którą mają molekuly ciepłika, przejawia się nawet na bardzo dużych odległościach. Można się o tym przekonać, jeżeli się uwzględni, że powietrze jest w dużym stopniu podatne do sprężenia; co pozwala sądzić, że jego molekuly są już bardzo oddalone jedne od drugich; ponieważ możliwość zbliżenia dowodzi, że ich odległość jest co najmniej równa wielkości zbliżenia. A więc molekuly powietrza, które już są bardzo oddalone jedne od drugich, starają się oddalić od siebie jeszcze bardziej: w istocie jeśli wytworzy się próżnię Boyle'a<sup>16</sup> w bardzo wielkim pojemniku, ostatnie porcje powietrza, które tam pozostaną, rozprzestrzeniając się równomiernie w całej objętości naczynia, jak wielkie by ono było, wypełnią je całkowicie i będą wywierać ciśnienie na jego ścianki: czyli ten efekt może być wyjaśniony tylko gdy przypuścimy, że molekuly czynią wysiłek, by oddalić się we wszystkich kierunkach i nie znamy odległości, na której to zjawisko zanika.

<sup>14</sup> Należy to rozumieć: „przy założonej różnicy temperatur“.

<sup>15</sup> Ilość na jednostkę ciężaru.

<sup>16</sup> T.zn. za pomocą maszyny próżniowej zaprojektowanej przez Roberta Boyle'a.

Istnieje więc rzeczywiste odpychanie pomiędzy molekułami płynów elastycznych; lub też co najmniej zjawiska zachodzą tak, jakby takie odpychanie miało miejsce i będziemy mieli prawo wnioskować, że molekuły ciepłika odpychają się jedne od drugich. Gdy raz przyjmiemy istnienie tej siły odpychania, wyjaśnienia odnoszące się do powstawania płynów elastycznych czyli gazów staną się zupełnie proste: lecz równocześnie trzeba się zgodzić, że siła odpychająca pomiędzy bardzo małymi molekułami, która działa na dużych odległościach, jest trudna do pojęcia.

Może bardziej naturalnym wydawałoby się założyć, że molekuły ciepłika przyciągają siebie bardziej niż czynią to molekuły ciał i że one je odsuwają tylko dlatego, by poddać się siłom przyciągania, które zmuszają je do połączenia się ze sobą. Coś podobnego do tego zjawiska zachodzi, gdy zanurza się suchą gąbkę w wodzie: ona pęcznieje; jej molekuły odsuwają się jedne od drugich, a woda wypełnia wszystkie luki. Jest oczywiste, że gąbka pęczniąc zwiększa swą pojemność, aby móc przyjąć wodę, której uprzednio nie miała. Czy można jednak powiedzieć, że wprowadzenie wody pomiędzy jej molekuły przekazało im siłę odpychającą, która dąży do odsunięcia jednych [molekuł] od drugich? Bez wątplenia nie: przeciwnie w tym przypadku działają tylko siły przyciągające i tymi siłami są: 1° ciężkość wody i działanie które ona wywiera we wszystkich kierunkach jak wszystkie ciecze; 2° siła przyciągająca jednych molekuł wody względem drugich; 3° siła przyciągająca pomiędzy molekułami gąbki; w końcu siła wzajemnego przyciągania molekuł wody i molekuł gąbki. Łatwo można zrozumieć, że to na natężeniu i wzajemnym stosunku wszystkich tych sił polega wyjaśnienie zjawiska. Jest prawdopodobne, że odsuwanie molekuł ciał przez ciepłik polega na takiej samej kombinacji różnych sił przyciągających i że jest to wynik tych sił, które staramy się wyrazić w sposób bardziej zwięzły i bardziej zgodny ze stanem niedoskonałości naszych wiadomości, gdy mówimy, że ciepłik przekazuje swą siłę odpychającą molekułom ciał.

## ROZDZIAŁ II.

### **Poglądy ogólne na kształtowanie i skład atmosfery Ziemi**

Rozważania, które przedstawiłem powyżej na temat kształtowania się płynów elastycznych o postaci powietrza czyli gazów, rzucają jasne światło na sposób, w który w początku czasów uformowały się atmosfery planet, a szczególnie atmosfera Ziemi. Zdajemy sobie sprawę, że ta ostatnia musi pochodzić i być mieszaniną: 1° wszystkich substancji, które mogą parować lub raczej pozostawać w stanie podobnym do powietrza w stopniu temperatury, w którym żyjemy i przy ciśnieniu równym ciężarowi słupa rtęci wysokości 27 cali; 2° z wszystkich substancji ciekłych lub stałych, które są podatne do rozpuszczania się w tej mieszaninie różnych gazów.

Aby lepiej ustalić nasze wyobrażenia odnośnie zagadnień, nad którymi jeszcze się nie dosyć zastanawiano, rozważmy przez chwilę, co stałoby się z różnymi substancjami, które tworzą kulę ziemską, gdyby temperatura nagle się zmieniła. Przypuśćmy na przykład, że Ziemia nagle została przeniesiona do znacznie gorętszego rejonu układu słonecznego; na przykład w rejon Merkurego, gdzie ciepło jest prawdopodobnie znacznie wyższe od ciepła wrzącej wody: wkrótce woda, wszystkie płyny zdolne do odparowywania w stopniach zbliżonych do wrzącej wody i nawet sama rtęć zaczęłyby się rozpręzać; przemieniłyby się one w płyny o postaci powietrza, czyli w gazy, które stałyby się częściami atmosfery. Te nowe gatunki powietrza zmieszałyby się z już istniejącymi, co spowodowałyby wzajemne rozkłady i nowe związki, póki nie zostaną zaspokojone powinowactwa, a początki, które będą tworzyły te różne powietrza lub gazy, nie doszłyby do stanu spoczynku. Lecz rozważanie, którego nie należy pominąć, to że samo odparowywanie będzie miało granice: w istocie, w miarę jak wzrastać będzie ilość płynu elastycznego, proporcjonalnie zwiększy się ciężar atmosfery, a ponieważ jakiegokolwiek ciśnienie stanowi przeszkodę parowania, jako że płyny najłatwiej parujące mogą bez parowania być wytrzymałe na bardzo silne ciepło, jeśli się je podda ciśnieniu proporcjonalnie jeszcze silniejszemu; w końcu ponieważ sama woda i wszystkie płyny mogą w machinie Papi-na doznawać ciepła zdolnego do rozżarzenia ich do czerwoności, więc rozumie się, że nowa atmosfera dojdzie do takiego stopnia ciężkości, że woda, która do tego czasu nie wyparowała, przestanie wrzeć i pozostanie w stanie ciekłości; w ten sposób, nawet w tym domniemaniu, jak też we wszystkich innych tego rodzaju, ciężar atmosfery będzie ograniczony i nie będzie mógł przekroczyć pewnej granicy. Można by te rozważania znacznie rozszerzyć i zbadać co stanie się z głazami, solami i z bardzo wielką ilością substancji topliwych, z których składa się kula ziemską, doszłoby się do wniosku, że one zmiękną, że zaczną się topić i utworzą płyny; lecz te ostatnie rozważania wykraczają poza mój cel i waham się, by w nie wejść.

Przy zjawisku przeciwnym, gdyby Ziemia nagle znalazła się w rejonach bardzo zimnych, woda, która tworzy dziś nasze rzeki i nasze morza i prawdopodobnie większą liczbę płynów, które my znamy, przemieniłaby się w trwałe góry, w bardzo twarde skały, w pierw przeźroczyste, jednorodne i białe jak kryształ skalny; lecz które z biegiem czasu mieszając się z substancjami różnej natury stałyby się kamieniami nieprzejrzystymi, różnie zabarwionymi.

Przy tym założeniu powietrze, a przynajmniej część substancji o postaci powietrza, które je tworzą, przestanie bez wątpienia istnieć w stanie elastycznych par, z powodu niewystarczającego stopnia ciepła; powrócą więc one do stanu ciekłości i wynikną z tego nowe ciecze, o których nie mamy żadnego pojęcia.

Te dwa skrajne założenia pozwalają jasno zobaczyć: 1° że stałość, ciekłość i elastyczność są trzema różnymi stanami tej samej materii, trzema szczególnymi modyfikacjami, poprzez które prawie wszystkie substancje mogą przechodzić



kolejno i które zależą wyłącznie od stopnia ciepła, który je przeniknął; 2° że jest bardzo prawdopodobne, że powietrze jest płynem z natury w postaci par, lub mówiąc lepiej, że nasza atmosfera jest złożona ze wszystkich płynów, które mogą istnieć w stanie pary i stałej elastyczności w zwykłym stopniu ciepła i przy ciśnieniu, które my odczuwamy; 3° że nie byłoby przeto niemożliwe, by w naszej atmosferze spotkać substancje skrajnie spoiste, nawet metale i by należała do nich na przykład substancja metaliczna, która byłaby nieco bardziej lotna niż rtęć.

Wiadomo, że wśród płynów, które znamy, jedne jak woda i alkohol czyli wyskok winny mogą się ze sobą mieszać w dowolnych stosunkach: inne, jak rtęć, woda i oliwa przeciwnie mogą się spajać tylko przez chwilowe zetknięcia, oddzielają się one jedne od drugich, gdy zostaną zmieszane i ułożą się zgodnie z ich ciężarami właściwymi. Podobne zjawisko powinno, lub przynajmniej może zachodzić w atmosferze: jest możliwe, a nawet jest prawdopodobne, że została ona zrazu utworzona i tworzy się każdego dnia z gazów, które tylko z trudnością mieszają się z powietrzem atmosfery i się od niego oddzielają; jeśli gazy te są lżejsze, powinny się zebrać w górnych rejonach i tam utworzyć warstwę, która płynie po powietrzu atmosferycznym. Przejawy, które towarzyszą ognistym zjawiskom atmosferycznym skłaniają mnie do przekonania, że w górze atmosfery istnieje zatem warstwa zapalającego się płynu i że to w punkcie styku tych dwóch warstw powietrza powstają zjawiska zorzy polarnej i wszystkich ognistych zjawisk atmosferycznych. Zamierzam rozwinąć moje poglądy na ten temat w oddzielnym Doniesieniu.

### ROZDZIAŁ III

#### **Analiza powietrza atmosfery; jego rozkład na swa płyny elastyczne, jeden nadający się do oddychania, drugi niezdatny do oddychania.**

Taki jest więc *a priori* skład naszej atmosfery; musi ona być złożona z połączenia się wszystkich substancji, zdolnych do pozostawania w stanie o postaci powietrza w normalnym stopniu temperatury i przy ciśnieniu, które odczuwamy. Te płyny tworzą masę mniej więcej równomierną od powierzchni ziemi do największej wysokości, do której można jeszcze dosięgnąć i której gęstość maleje w stosunku odwrotnym do ciężaru, który ona wywiera; lecz, jak już powiedziałem, jest możliwe, że ta pierwsza warstwa jest pokryta jednym płynem lub większą ilością bardzo różnych płynów.

Pozostaje nam teraz ustalić, jaka jest liczba i jaka jest natura płynów elastycznych, które tworzą tę niższą warstwę, w której żyjemy; i to właśnie objaśni nam doświadczenie. Nowoczesna chemia zrobiła pod tym względem duży krok; i szczegóły, które mam zamiar przedstawić, pozwolą poznać, że powietrze

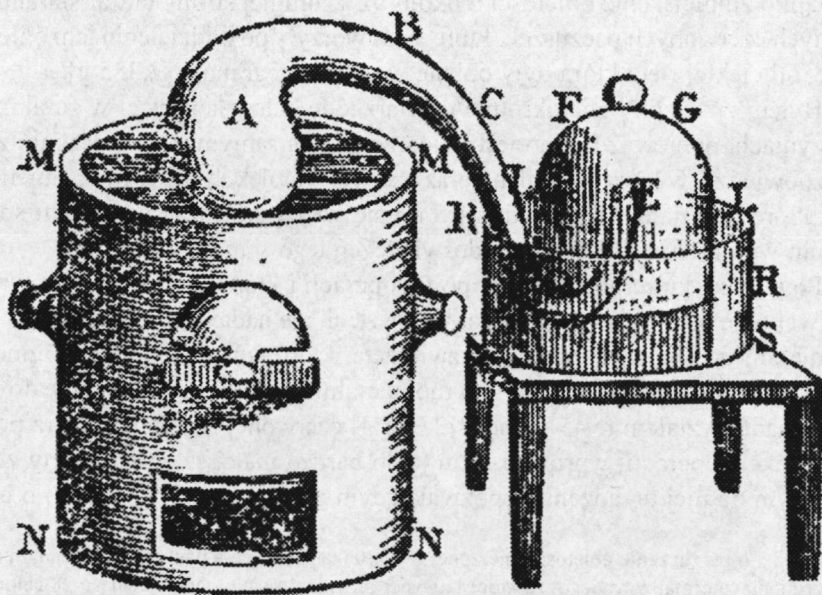
atmosfery jest może ze wszystkich tego rodzaju substancji tą, której analiza została najdokładniej i najściślej przeprowadzona.

Chemia dysponuje w ogólności dwiema drogami, by określić naturę części składających dane ciało, złożenie ich i rozłożenie. Skoro na przykład zespoli się wodę i wyskok winny czyli alkohol i skoro w wyniku tej mieszaniny tworzy się rodzaj płynu, który nazywany jest w handlu okowitą<sup>1</sup>, mamy prawo sądzić, że okowita jest związkiem alkoholu i wody, lecz do tego samego wniosku można dojść przez rozkład i w ogólności w Chemii nie należy być całkowicie zadowolonym, póki nie można połączyć tych dwu rodzajów dowodów.

Odnosimy tę korzyść w analizie powietrza atmosfery; można je rozłożyć i złożyć z powrotem; ograniczę się tutaj do przedstawienia najbardziej przekonujących doświadczeń wykonanych na ten temat. Nie ma wśród nich żadnego, które nie byłoby moim własnym, bądź dlatego że wykonałem je pierwszy, bądź ponieważ je powtarzałem pod nowym kątem widzenia, mianowicie w celu analizowania powietrza atmosfery.

Wziąłem retortę objętości około 36 sześciennych cali [710,5 cm<sup>3</sup>], której szyjka była bardzo długa i miała wewnętrzną średnicę 6 do 7 linii [1,3–1,5 cm]. Wygiąłem ją, jak to jest przedstawione na fig. 4 w taki sposób, by można ją było umieścić na

Fig. 4.



<sup>1</sup> Woryginalne francuskim *l'eau-de-vie*.

piecu MMNN, podczas gdy zakończenie E jej szyjki było wprowadzone pod klosz FG umieszczony w kąpeli rtęciowej RRSS. Wprowadziłem do tej retorty 4 unce [122,36 g] bardzo czystej rtęci, następnie wysysając za pomocą wprowadzonego pod klosz FG syfonu starannie podniosłem tę wysokość zaznaczoną na pasku naklejonego papieru i dokładnie obserwowałem barometr i termometr.

Gdy wszystko zostało tak przygotowane, rozpałem ogień pod piecem MMNN i podtrzymywałem go stale przez dwanaście dni, tak że rtęć została podgrzana prawie do stopnia koniecznego, by zaczęła wrzeć. Nic godnego uwagi nie zdarzyło się w czasie pierwszego dnia: rtęć, choć nie wrząca, stale parowała; pokrywała wewnątrz naczyń kropelkami, w pierw bardzo drobnymi, które się następnie powiększały i które, gdy osiągnęły pewną objętość, spadały same z siebie na dno naczyń i łączyły się z pozostałą rtęcią. Drugiego dnia spostrzegłem pływające po powierzchni rtęci małe czerwone paczuski, których liczba i objętość wzrastała przez cztery lub pięć dni; poczym przestały one wzrastać i pozostawały absolutnie w tym samym stanie. Po dwunastu dniach, widząc że kalcynacja rtęci dalej nie postępuje, zgasłem ogień i pozwoliłem ostygnąć naczyńiom. Objętość powietrza zawartego w retorcie i w jej szyi oraz pod pustą częścią klosza zredukowana do ciśnienia do 28 cali [756 mmHg = 1007,7 hPa]<sup>2</sup> i temperatury 10° termometru [12,5°C], wynosiła przed doświadczeniem około 50 cali sześciennych [984 cm<sup>3</sup>]. Gdy doświadczenie zostało zakończone, ta sama objętość przy tym samym ciśnieniu i temperaturze nie wynosiła więcej niż 42 do 43 cali: a zatem nastąpiło zmniejszenie objętości o około 1/6. Z drugiej strony ciężar starannie zebranych czerwonych paczuszek, które się utworzyły po oddzieleniu ich, o ile możliwe, od ciekłej rtęci którą były oblane, wynosił 45 granów [2,385 g].

Byłem zmuszony wielokrotnie powtarzać tę kalcynację rtęci w zamkniętych naczyńiach, ponieważ trudno jest w jednym i tym samym doświadczeniu zachować powietrze, w którym działano oraz czerwone molekuly czyli wapno merkurialne<sup>2</sup>, które powstało. Często zdarzało mi się więc pomieszać w jednym sprawozdaniu wyniki dwóch lub trzech doświadczeń tego samego rodzaju.

Powietrze, które pozostawało po tej operacji i które zostało zredukowane do 5/6 swej objętości wskutek skalcynowania rtęci, nie nadawało się więcej do oddychania ani do spalania; ponieważ zwierzęta, które tam wprowadzano ginęły po kilku chwilach, a światła gasły tam momentalnie, jakby były zanurzane do wody.

Ponadto wziąłem te 45 granów [2,385 g] czerwonej substancji, która powstała w trakcie operacji; wprowadziłem je do bardzo małej szklanej retorty z dopasowanym do niej urządzeniem pozwalającym zbierać produkty ciekłe i o postaci

<sup>2</sup> Chodzi o przeliczenie objętości mierzonej w warunkach ciśnienia panującego w danym dniu do ciśnienia znormalizowanego, za które Lavoisier przyjął ciśnienie odpowiadające 28 calom słupa rtęci. W dalszym tekście Lavoisier nie raz opuszcza termin *sześcienny* podając objętość w calach.

<sup>3</sup> Dziś powiedzielibyśmy w Polsce: tlenek rtęci.

powietrza, które mogłyby się wydzielić: po rozpaleniu ognia w piecu zaobserwowałem, że w miarę jak ogrzewała się czerwona substancja, zwiększała się intensywność jej barwy. Gdy w końcu retorta była bliska rozżarzeniu, czerwona substancja zaczęła stopniowo tracić swą objętość i po kilku minutach całkowicie znikła; w tym samym czasie w małym odbieralniku skondensowało się 41 i  $\frac{1}{2}$  grana [2,1995 g] ciekłej rtęci, a pod kloz przeszło 7 do 8 cali sześciennych [około 150 cm<sup>3</sup>] płynu elastycznego, znacznie bardziej niż powietrze atmosferyczne zdolnego do podtrzymania palenia i oddychania zwierząt.

Po przeniesieniu części tego powietrza do rurki szklanej o średnicy 1 cala i po zanurzeniu w niej świecy, rozżarzył się wspaniały blask; węgiel zamiast ją spokojnie zużywać jak w zwykłym powietrzu, palił się w niej płomieniem i z rodzajem trzaskania w sposób podobny do fosforu i z żywością światła, które oczy ledwo mogły znieść. To powietrze, które p. Priestley, p. Scheele i ja odkryliśmy prawie w tym samym czasie, zostało przez pierwszego nazwane powietrzem deflogistowanym; przez drugiego powietrzem empirealnym. Ja w pierw dałem mu nazwę *powietrza wybitnie nadającego się do oddychania*<sup>4</sup>: potem zastąpiono ją przez *powietrze życiowe*<sup>5</sup>. Zobaczymy wkrótce, co należy sądzić o tych nazwaniach.

Zastanawiając się nad okolicznościami tego doświadczenia widzimy, że rtęć kalcynując się pochłania część powietrza zdrową i nadającą się do oddychania czyli, aby wyrazić się ściślej, podstawę<sup>6</sup> tej części nadającej się do oddychania; że część powietrza, która pozostaje, jest gatunkiem czadu<sup>7</sup>, niezdolnego do podtrzymania palenia i do oddychania: powietrze atmosferyczne jest więc złożone z dwu płynów elastycznych o właściwościach różnych i że tak rzec, przeciwstawnych.

Dowodem tej doniosłej prawdy jest, że łącząc ponownie dwa płyny elastyczne, które w ten sposób oddzielnie otrzymano, to znaczy 42 sześciennie cale czadu czyli powietrza nie nadającego się do oddychania i 8 cali sześciennych powietrza nadającego się do oddychania, odzyskuje się powietrze całkowicie podobne do atmosferycznego i które mniej więcej w tym samym stopniu nadaje się do spalania, do kalcynacji metali i do oddychania zwierząt.

Chociaż to doświadczenie dostarcza niesłychanie prostego środka, by otrzymać oddzielnie dwa główne płyny elastyczne, które wchodzą w skład naszej atmosfery, nie daje nam ono dokładnego wyobrażenia o proporcji tych dwu płynów. Powinowactwo rtęci do części powietrza nadającego się do oddychania, lub raczej do jego podstawy, nie jest dostatecznie duże, by mogło całkowicie przewyciężyć

<sup>4</sup> *air éminentement respirable.*

<sup>5</sup> *air vital.*

<sup>6</sup> Lavoisier uważa, że gaz jest połączeniem ciepłika z ciałem stałym, który stanowi podstawę (base) gazu.

<sup>7</sup> Termin *czad* (franc. *mofete*), odnoszący się obecnie przede wszystkim do tlenku węgla, u Lavoisiera oznacza każdy gaz duszący i niepodtrzymujący palenia



przeszkody, które utrudniają taki związek. Te przeszkody powoduje spójność obu płynów składających powietrze atmosfery i siła powinowactwa, która łączy podstawę powietrza życiowego z ciepikiem: w wyniku tego gdy kalcynacja rtęci kończy się, lub przynajmniej zachodzi tak daleko, jak tylko może, przy określonej ilości powietrza, pozostaje jeszcze nieco powietrza nadającego się do oddychania, złączonego z czadem i rtęć nie może uwolnić tej ostatniej porcji. Pokażę w dalszym ciągu, że proporcja powietrza nadającego się do oddychania i powietrza niezdatnego do oddychania, które wchodzi w skład powietrza atmosferycznego, pozostają w stosunku jak 27 do 73<sup>8</sup>, przynajmniej w klimacie, w którym my żyjemy: równocześnie przedyskutuję przyczyny niepewności, które jeszcze istnieją odnośnie dokładności tej proporcji.

Ponieważ rozkład powietrza następuje podczas kalcynacji rtęci, ponieważ następuje ustalenie i powiązanie podstawy części nadającej się do oddychania z rtęcią, z zasad, które uprzednio przedstawiłem, wynika, że powinno wtedy nastąpić wydzielenie się ciepika i światła; i nie można wątpić, że to wydzielenie w istocie zachodzi; lecz dwie przyczyny powodują, że nie daje się go zauważyć w doświadczeniu, z którego zdam relację. Pierwsza to ta, że kalcynacja trwająca wiele dni powoduje, iż ciepło i światło wydzielane przez równie długi okres są w każdej poszczególnej chwili nieskończenie słabe; druga, jako że operację wykonuje się w piecu za pomocą ognia, to ciepło wywołane przez kalcynację miesza się z ciepłem pieca. Mógłbym dodać, że część powietrza nadającego się do oddychania, a raczej jego podstawa, wiążąc się z rtęcią nie uwalnia całości ciepika, z którym była zjednoczona, że jego część pozostaje przejęta przez nowy związek, lecz to rozróżnienie i dowody, które musiałbym przedstawić, nie byłyby tu na miejscu.

Ponadto łatwo jest uczynić zauważalnym wydzielenie ciepła i światła stosując szybszy sposób rozkładu powietrza. Żelazo, które ma dużo większe powinowactwo niż rtęć do podstawy części powietrza nadającej się do oddychania, dostarcza tego środka. Wszyscy znają dziś piękne doświadczenie p. Ingenhouza nad spalaniem żelaza. Bierze się kawałek bardzo cienkiego drucika żelaznego skręconego w spiralę<sup>9</sup>, umieszcza się jeden jego koniec w korku wykonanym z kory korkowej i przeznaczonym do zakorkowania butelki. Do drugiego końca tego żelaznego drucika umocowuje się kawałek hubki. Gdy wszystko jest tak ustawione, wypełnia się butelkę powietrzem pozbawionym części niezdatnej do oddychania. Zapala się hubkę, następnie szybko wprowadza się ją, a więc i drucik żelazny, do butelki i zakorkowuje się ją, jak to widać na rycinie, którą zaraz przytoczę.

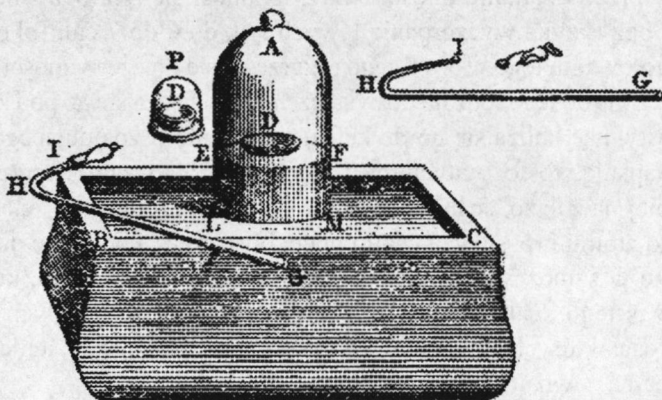
Gdy tylko hubka zostanie zanurzona w powietrzu życiowym, zacznie się palić z ogłuszającym błyskiem; przekaże płomień żelazu, które samo pali się rozsypując

<sup>8</sup> Te liczby odpowiadają stosunkowi 1:2,704.

<sup>9</sup> Ściślej: w helisę

błyszczące iskry, spadające na dno butelki w postaci zaokrąglonych kulek, które po ostygnięciu stają się czarne zachowując pozostałość metalicznego blasku. Żelazo w ten sposób spalone jest bardziej kruche i bardziej łamliwe niż było samo szkło; łatwo przemienia się w proszek i jest jeszcze przyciągane przez magnes, choć mniej niż było przed spalaniem.

Fig. 5.



P. Ingenhouz nie badał ani tego, co się stało z żelazem, ani tego co stało się z powietrzem w trakcie tej operacji; czułem się zatem zobowiązany ją powtórzyć w różnych warunkach i za pomocą aparatu bardziej odpowiadającego moim zamiarom.

Napełniłem klosz A (fig. 5) około 6 pintami [6 kwartami, około  $5,6 \text{ dm}^3$ ]<sup>10</sup> czystego powietrza, inaczej mówiąc częścią powietrza szczególnie nadająca się do oddychania. Przeniósłem za pomocą bardzo płaskiego naczynia ten klosz na kąpiel rtęciową zawartą w basenie BC; następnie wysuszyłem starannie szarym papierem powierzchnię rtęci zarówno wewnątrz, jak i zewnątrz klosza. Zaopatrzyłem się też ponadto w małą kapsułę<sup>11</sup> porcelanową, płaską i szeroką, w której umieściłem małe wiórki żelazne skręcone w spiralę i które ułożyłem w sposób, który wydał mi się najbardziej korzystny, by spalanie przeniosło się na wszystkie cząstki. Do końca jednego z wiórków przyczepiłem mały kawałek hubki i dorzuciłem okruch fosforu, który ważył zaledwie  $1/16$  grana [ $0,003 \text{ g}$ ]. Wprowadziłem kapsułę pod klosz, lekko go unosząc. Zdaję sobie sprawę, że przy tym sposobie postępowania mała porcja zwykłego powietrza miesza się z powietrzem klosza; lecz ta domieszka, która jest mało znacząca, jeśli postępuje się ostrożnie, wcale nie szkodzi powodzeniu doświadczenia.

<sup>10</sup> 1 pinta, 1 kwarta =  $0,93 \text{ dm}^3$ .

<sup>11</sup> Była to płaska podstawka z podwyższonymi brzegami.

Gdy kapsuła D zostanie wprowadzona pod klosz, odsysa się z niego część powietrza, by podnieść rtęć w jego wnętrzu do EF; w tym celu posługuje się syfonem GHI, który wprowadza się od spodu i, by nie napełnił się rtęcią, owija się jego koniec małym kawałkiem papieru. Istnieje pewien sposób, by wysysając wzniesić poziom rtęci pod kloszem: jeśli się zadowolić wciąganiem powietrza płucami, nie osiągnie się więcej niż bardzo skromne wzniesienie 1 lub 1,5 cala, podczas gdy przez działanie mięśni twarzy podnosi się rtęć bez zmęczenia, lub co najmniej bez ryzyka wyczerpania [swych sił], do 6 do 7 cali [około 18 cm].

Po przygotowaniu tego wszystkiego rozgrzewa się do czerwoności wygięte żelazo przeznaczone do tego rodzaju doświadczeń; wprowadza się go pod klosz i zanim zdąży ono ostygnąć zbliża się go do kawałeczka fosforu znajdującego się w porcelanowej kapsule, fosfor natychmiast się zapala, jego zapłon przenosi się na hubkę, a z niej na żelazo. Jeśli wiórki były dobrze ułożone, całe żelazo spala się do ostatniego atomu i rozsiewa światło białe, błyszczące i podobne do tego, które się obserwuje w sztucznych gwiazdach chińskich. Wielkie ciepło, które się wydziela podczas tego spalania, topi żelazo i spada ono w okrągłych kuleczkach różnej wielkości, których największa liczba pozostaje w kapsule, a niektóre z nich są wyrzucone na zewnątrz i pływają po powierzchni rtęci.

W pierwszej chwili spalania pojawia się lekkie zwiększenie objętości powietrza z powodu rozszerzania wywołanego ciepłem: lecz wkrótce szybkie jej zmniejszenie następuje po rozszerzeniu; rtęć wznosi się w kloszu i jeśli ilość żelaza była wystarczająca, a powietrze, którym się posłużono było bardzo czyste, będzie ono prawie całkowicie pochłonięte.

Muszę tutaj uprzedzić, że jeżeli nie ma się zamiaru prowadzić doświadczenia badawczego, lepiej jest spalać tylko umiarkowaną ilość żelaza. Jeżeli chce się prowadzić doświadczenie za daleko i zaabsorbować prawie całe powietrze, kapsuła D, która pływa po rtęci, zbyt zbliża się do czaszy klosza i wielkie ciepło zetknięte z doznanym oziębieniem wywołanym przez zetknięcie rtęci, spowoduje pęknięcie szkła: ciężar słupa rtęci, który nagle opadnie, skoro tylko spowoduje pęknięcie klosza, wywoła falę, wskutek której wielka część płynu wytryśnie z basenu. Żeby uniknąć tych niedogodności i być pewnym, że doświadczenie się uda, nie należy spalać więcej niż 1,5 grosza [5,73 g] żelaza pod kloszem o pojemności 8 pint [7,4 dm<sup>3</sup>]. Ten klosz musi być mocny, by wytrzymać ciężar rtęci, którą ma zawierać.

Nie jest możliwe ustalić w tym doświadczeniu za jednym razem ciężar, o który zwiększyło się żelazo i zmiany, które zaszły w powietrzu. Jeśli staramy się zbadać wzrost ciężaru żelaza i jego stosunek do absorpcji powietrza, powinniśmy starannie i bardzo dokładnie zaznaczyć na kloszu kreską [wykonaną za pomocą] diamentu wysokość rtęci przed i po doświadczeniu; następnie wprowadzić pod klosz syfon GH zaopatrzony w papier, który zapewnia, że nie napełni się on rtęcią.

Umieszcza się palec na końcówce G i powoli wprowadza się powietrze unosząc palec. Gdy rtęć opadnie do swego poziomu [pierwotnego], usuwa się łagodnie klosz; odrywa się z kapsuły kuleczki żelaza, które się tam znajdują; zbiera się starannie te, które mogły się rozprysnąć i które pływają po rtęci i wszystkie się waży. To żelazo jest w stanie, który dawni chemicy nazywali *éthiops martial*<sup>12</sup>; ma ono pewien rodzaj połysku metalicznego; jest bardzo łamliwe i kruche, uderzone młotem lub tłuczkiem zmienia się na proszek. Jeśli operacja była dobrze wykonana, ze 100 granów [5,3 g] żelaza otrzymuje się 135 do 136 granów [7,2 g] etiopu. Można obliczyć, że wzrost ciężaru wynosi co najmniej 35 funtów na kwintal [wzrost około 17 kg na 50 kg].

Jeśli to doświadczenie zostało wykonane z całą starannością, na jaką zasługuje, okaże się, że powietrze zmniejszyło swój ciężar dokładnie o ilość równą tej, o którą zwiększył się ciężar żelaza. Jeśli spalono 100 granów żelaza i wzrost ciężaru, który ten metal zyskał wyniósł 35 granów, zmniejszenie objętości powietrza wynosi dość dokładnie 70 sześciennych cali [co daje] stosunek  $\frac{1}{2}$  grana na cal sześcienny [0,0265 g na 19,7 cm<sup>3</sup>]. Zobaczymy w dalszym ciągu tego doniesienia, że ciężar powietrza życiowego wynosi rzeczywiście dość dokładnie  $\frac{1}{2}$  grana na cal sześcienny.

Przypomnę tutaj ostatni raz, że we wszystkich doświadczeniach tego rodzaju nie można zapominać, by rachunkiem sprowadzać objętość powietrza na początku i na końcu doświadczenia do tych wartości, które one miałyby przy 10° termometru [12,5°C] i ciśnieniu 28 cali, kilka szczegółów na temat sposobu, jak czynić takie poprawki, podam na końcu tego Dzieła.

Jeśli ma się zamiar robić doświadczenia nad jakością powietrza pozostającego w kloszu, postępuje się w sposób nieco inny. Zaczyna się więc, gdy skończy się spalanie i naczynia się ochładzą, od wyjęcia żelaza i zawierającej je kapsuły wprowadzając rękę pod klosz poprzez rtęć: potem pod ten sam klosz wprowadza się potaż czyli żrące alkali rozpuszczone w wodzie, siarczek potasu lub taką inną substancję, której działanie na powietrze uważa się za stosowne zbadać. Wróć w dalszym ciągu do sposobów analizy powietrza, gdy dam poznać właściwości tych różnych substancji, o których w tym miejscu tylko przypadkowo wspominam. Kończy się [pomiar] przez wprowadzenie pod ten sam klosz tyle wody, ile jest konieczne, by całkowicie usunąć rtęć; po czym wprowadza się poniżej naczynie lub rodzaj bardzo płaskiej kapsuły za pomocą którego przenosi się go do zwykłego wodnego przyrządu pneumaty-chemicznego, gdzie można działać na szerszą skalę i z większą łatwością.

Gdy używa się żelaza bardzo miękkiego i bardzo czystego i gdy porcja powietrza nadającego się do oddychania, w której przeprowadza się doświadczenie,

<sup>12</sup> Jest to oczywiście tlenek żelaza; Lavoisier nie wprowadził jeszcze w swym podręczniku tej nazwy i dlatego używa nazwę dawną.



została uwolniona od wszelkiej domieszki powietrza niezdatnego do oddychania, powietrze, które pozostaje po spalaniu okazuje się być równie czyste, jak było przed spalaniem; lecz rzadko się zdarza, by żelazo nie zawierało małej ilości substancji węglowych: przede wszystkim stal zawsze je zawiera. Również bardzo trudno jest uzyskać absolutnie czystą porcję powietrza nadającego się do oddychania, jest ona prawie zawsze zmieszana z małą ilością niezdatną do oddychania, lecz ten rodzaj czadu nie zakłóca zupełnie wyniku doświadczenia i ma on przy końcu taką samą jakość, jak na początku.

Wspominałem, że w dwojaki sposób można określić naturę części składowych powietrza atmosferycznego; na drodze rozkładu i na drodze złożenia. Kalcynacja rtęci dostarczyła nam przykładu na oba, ponieważ po usunięciu rtęcią podstawy jego części nadającej się do oddychania, przywróciliśmy ją jemu, aby odtworzyć powietrze całkiem podobne do powietrza atmosfery. Lecz można również badać ten skład powietrza czerpiąc z różnych królestw<sup>13</sup> materiały, które powinny je uformować. Zobaczymy w dalszym ciągu, że gdy rozpuścimy substancje zwierzęce w kwasie azotowym, wydzieli się duża ilość pewnego powietrza, które wygasi światło, które jest szkodliwe dla zwierząt i które jest całkiem podobne do niezdatnej do oddychania części powietrza atmosfery. Jeśli do 73 części tego płynu elastycznego doda się 27 części powietrza szczególnie nadającego się do oddychania, wydobytego z rtęci przemienionej przez kalcynację w czerwone wapno, utworzy się płyn elastyczny całkowicie podobny do tego z atmosfery i który ma wszystkie jego właściwości.

Istnieje wiele innych sposobów oddzielenia części powietrza nadającej się do oddychania od jego części niezdatnej do oddychania; lecz nie mógłbym ich tu przedstawić bez odwoływania się do pojęć, które w kolejności poznawania należą do następnych rozdziałów. Doświadczenia, które przedstawiłem, wystarczą zresztą dla Traktatu podstawowego; i w tego rodzaju materiałach wybór dowodów jest znacznie ważniejszy niż ich liczba.

Zakończę ten rozdział wskazując na właściwość, którą ma powietrze atmosfery i w ogólności wszystkie znane nam płyny elastyczne; jest nią to, że rozpuszczają one wodę. Ilość wody, którą może rozpuścić stopa sześcienna [34,26 dm<sup>3</sup>] powietrza atmosferycznego, zgodnie z doświadczeniami p. de Saussure, wynosi 12 granów [0,636 g]: inne płyny elastyczne, takie jak kwas węglowy<sup>14</sup>, jak się wydaje rozpuszczają jej więcej; lecz nie wykonano jeszcze dokładnych doświadczeń, by wyznaczyć jej ilość. Ta woda, którą zawierają płyny elastyczne o postaci powietrza, powoduje w kilku doświadczeniach szczególne zjawiska, które zasługują na wiele uwagi i które często doprowadzały chemików do poważnych błędów.

<sup>13</sup> W tym okresie zaliczano substancje do jednego z trzech królestw: mineralnego, roślinnego i zwierzęcego w zależności od ich pochodzenia.

<sup>14</sup> Kwas węglowy – dwutlenek węgla wedle ówczesnej terminologii Lavoisiera,

## ROZDZIAŁ IV

**Terminologia różnych części składowych powietrza atmosfery**

Dotychczas byłem zmuszony posługiwać się omówieniami, by określać istotę różnych substancji, które tworzą naszą atmosferę, prowizorycznie przyjąłem określenia: *część nadająca się do oddychania, część powietrza niezdalna do oddychania*. Szczegóły, które chcę przedstawić, wymagają, abym postępował szybciej i po przedstawieniu prostych wyobrażeń dotyczących różnych substancji, które wchodzi w skład powietrza atmosfery, wyrażę je prostymi słowami.

Temperatura planety, na której żyjemy, jest bardzo bliska stopniowi, w którym woda przechodzi ze stanu ciekłego w stan stały i odwrotnie i jako że zjawisko to zachodzi często przed naszymi oczami, nie ma nic dziwnego, że we wszystkich językach, przynajmniej w klimacie, w którym doświadcza się pewnego rodzaju zimy, nadano nazwę wodzie, która stała się ciałem stałym w nieobecności ciepłika.

Lecz nie wywołuje zdziwienia, że ta sama woda może być sprowadzona do postaci pary przez dodanie większej ilości ciepłika. Ci, którzy nie wykonali w tym celu specjalnego badania, nie wiedzą jeszcze, że w stopniu [temperatury] nieco wyższym od wrzącej wody, woda przemienia się w płyn elastyczny o postaci powietrza, podatny, jak wszystkie gazy, by być utrzymanym i zawartym w naczyniach i który zachowuje swą postać gazową póki doznaje temperatury wyższej od 80° [100°C] połączonej z ciśnieniem równym ciśnieniu słupa 28 cali rtęci. Jako że to zjawisko umknęło większości, żaden język nie określił wody w tym stanie szczególną nazwą; i to samo dzieje się ogólnie ze wszystkimi substancjami, które nie są wcale podatne do wyparowywania w normalnym stopniu temperatury i ciśnienia, w których żyjemy.

Dalszym skutkiem wynikającym z tej przyczyny jest, że wcale nie nadano nazw w stanie ciekłym lub stałym większości płynom o postaci powietrza; nie wiadano, że te płyny są wynikiem związku pewnych podstaw z ciepłikiem; a ponieważ nigdy ich nie widziano ani w stanie ciekłym ani stałym, o ich istnieniu w tych postaciach nie wiedzieli nawet fizycy.

Nie sądziliśmy, by wolno nam było zmieniać nazwy nadane i utrwalone powszechnie przez dawne użycie. Zwiąaliśmy więc ze słowami *woda i lód* ich znaczenie zwyczajowe; wyraziliśmy również przez słowo *powietrze* zbiór płynów elastycznych, składających naszą atmosferę; lecz nie czuliśmy się zobowiązani, by uszanować w podobny sposób nazwania bardzo nowoczesne, świeżo proponowane przez fizyków. Uważaliśmy, że mamy prawo je odrzucić i je zastąpić innymi, powodującymi mniej omyłek, a nawet gdybyśmy zdecydowali się je przyjąć, nie mielibyśmy żadnych trudności, by je zmienić i związać z nimi wyobrażenia bardziej sprecyzowane i skonkretyzowane.

To głównie z greki wyprowadziliśmy nowe słowa i zrobiliśmy to w ten sposób, że ich etymologia odwoływała się do istoty spraw, na które zamierzaliśmy zwrócić uwagę; szczególnie staraliśmy się stosować jedynie słowa krótkie i, o ile możliwe, takie, z których łatwo można utworzyć przymiotniki i czasowniki.

Zgodnie z tymi zasadami za przykładem p. Macquer zachowaliśmy nazwę gazu używaną przez Vanhelmonta i do tej nazwy zaliczyliśmy klasę licznych płynów elastycznych o postaci powietrza robiąc jednak wyjątek dla powietrza atmosfery. Słowo *gaz* jest więc dla nas nazwą rodzajową, która oznacza ostatni stopień nasycenia cieplikiem jakiegokolwiek substancji; jest to określenie sposobu istnienia ciała. Należało następnie sprecyzować każdy gatunek gazu i doszliśmy do tego dając drugą nazwę wywiedzioną z podstawy. Nazywamy więc gazem wodnym wodę związaną z cieplikiem będącą w stanie płynu elastycznego o postaci powietrza: związek eteru z cieplikiem będzie gazem eterowym; związek wysokiu winnego z cieplikiem będzie gazem alkoholowym: będziemy również mieli kwas gazowy muriatyczny<sup>1</sup>, gaz amoniakalny i także wiele innych. Będę się powoływał na ten rozdział, gdy pojawi się problem nazwania różnych podstaw.

Widzieliśmy, że powietrze atmosfery składa się głównie z dwu płynów o postaci powietrza czyli gazów, jednego nadającego się do oddychania, podtrzymującego życie zwierząt, w którym metale się kalcynują, a ciała palne mogą się palić; drugiego, które ma właściwości całkowicie przeciwne, w którym zwierzęta nie mogą oddychać, który nie podtrzymuje palenia i td. Nadaliśmy części powietrza nadającej się do oddychania nazwę *oxygène*<sup>2</sup>, wyprowadzając ją z dwu słów greckich *οξυς* kwas, *γενεα* tworzę, ponieważ w istocie jedną z najbardziej ogólnych właściwości tej podstawy jest tworzenie kwasów, przez wiązanie się z większością substancji. Nazywamy więc gazem kwasorodnym połączenie się tej podstawy z cieplikiem: jego ciężkość [ciężar właściwy] wynosi dość dokładnie  $\frac{1}{2}$  grana ciężaru marki<sup>3</sup> na sześcienny cal czyli 1,5 uncji na sześcienną stopę [ $1,34 \text{ g/dm}^3$ ]<sup>4</sup>, wszystko w temperaturze  $10^\circ$  [ $12,5^\circ\text{C}$ ] przy 28 calach barometru.

Ponieważ właściwości chemiczne części powietrza niezdatnej do oddychania nie są jeszcze dobrze znane, zadowoliliśmy się wyprowadzeniem nazwy jej podstawy od właściwości, którą ma ten gaz, pozbawiania życia zwierząt, które go wdychają:

<sup>1</sup> Kwas morski, chodzi o chlorowódor, ze składu którego Lavoisier nie zdawał sobie sprawy.

<sup>2</sup> Termin francuski *oxygène* został przetłumaczony dosłownie na kwasoród prawdopodobnie przez Ludwika Platęra i zastosowany w 1800 roku w polskich podręcznikach przez Wincenego Choynickiego i Jędrzeja Śniadeckiego i używany jeszcze w 1870 roku w podręcznikach przez E Czermińskiego i B. Radziszewskiego. Dopiero w 1850 roku Jan Oczapowski zaproponował wprowadzenie używanej do dziś w polskiej terminologii nazwy *tlen*. W niniejszym tłumaczeniu stosowany jest pierwotny polski termin, podobnie jak jego pochodne.

<sup>3</sup> w oryginale: *1/2 grain poids de marc*; marc – marka, dawna moneta francuska o ciężarze 8 uncji, 245 g. Owo *poids de marc* w pierwszym i trzecim wydaniu Traktatu jest chyba omyłką autora.

<sup>4</sup> Wedle obecnych danych  $1,43 \text{ g/dm}^3$ .

nazwaliśmy go więc azotem, od «a» greckiego przeczenia i od *Zωή*, życie: tak więc część powietrza niezdatna do oddychania będzie gazem azotowym. Jego ciężkość wynosi 1 uncja 2 grosy 48 granów na sześcienną stopę czyli 0,4444 grana na sześcienny cal [ $1,20 \text{ g/dm}^3$ ]<sup>5</sup>.

Nie ukrywamy, jakoby ta nazwa miała przedstawiać coś nadzwyczajnego; lecz jest to los wszystkich nowych nazwań; jedynie przez używanie z nimi się oswaja. Przez dłuższy czas, zresztą, szukaliśmy lepszej, lecz nie udało nam się jej znaleźć; mieliśmy wprawdzie zamiar nazwać go gazem alkaliurodnym<sup>6</sup>, ponieważ zostało udowodnione przez doświadczenia p. Bertholleta, jak to później zobaczymy, że gaz ten wchodzi w skład lotnego alkali czyli amoniaku: lecz z drugiej strony nie mamy jeszcze dowodu, że jest on początkiem składowym innych alkaliów: jest jednak udowodnione, że wchodzi on również w skład kwasu nitrowego [azotowego]: byłoby zatem również uzasadnione nazwać go początkiem nitrorodnym<sup>7</sup>. W końcu zdecydowaliśmy odrzucić nazwę zawierającą koncepcję systematyczności i nie ryzykowaliśmy, że wprowadzimy się w błąd przyjmując nazwę *azot* i gaz azotowy<sup>8</sup>, która nie wyraża nic ponad fakt, a raczej właściwość, pozbawiania życia zwierząt, które wdychają ten gaz.

Wyprzedziłbym wyobrażenia zarezerwowane dla rozdziałów następnych, gdybym dalej zajmował się terminologią różnych gatunków kwasu. Zadowolona mnie, że podałem tutaj metodę nazywania ich wszystkich, a nie ich wszystkie nazwy. Zaleta terminologii, którą przyjęliśmy, polega przede wszystkim na tym, że gdy nazwana została substancja prosta, nazwa wszystkich jej związków wpływa z tego pierwotnego słowa.

## ROZDZIAŁ V

### Rozkład gazu kwasorodnego siarką, fosforem i węglem i tworzenie się kwasów w ogólności

Jedna z zasad, której nigdy nie należy tracić z pola widzenia w sztuce przeprowadzania doświadczeń, polega na tym, by je jak najbardziej upraszczać i unikać wszelkich okoliczności, które mogłyby skomplikować ich wyniki. Nie wprowadzamy ich więc w omawianych w tym rozdziale doświadczeniach nad powietrzem atmosfery, nie będącym bynajmniej substancją prostą. Jest bezpieczną

<sup>5</sup> Wedle obecnych danych  $1,25 \text{ g/dm}^3$ .

<sup>6</sup> W oryginale: *alcaligène*.

<sup>7</sup> W oryginale: *nitrigène*. Termin *nitra* był często synonimem terminu *saletra*, stąd niektórzy chemicy przyjęli dla azotu określenie łacińskie *nitrogenium*. W terminologii polskiej w 1800 r. Choynicki stosuje nazwę *azot*, a Śniadecki – *saletrorod*.

<sup>8</sup> Określenie Lavoisiera 'gaz azotowy' oznacza gazowy stan pierwiastka azotu i nie należy go mylić z kwasem azotowym, czyli 'nitrowym', jak go niekiedy nazywa Lavoisier.



prawdą, że wydaje się, iż gaz azotowy, który jest częścią mieszaniny tworzącej powietrze, jest całkowicie bierny w procesach kalcynacji i spalania: lecz ponieważ je spowalnia i ponieważ nie jest nawet wykluczone, że w niektórych okolicznościach zmienia ich wyniki, wydało mi się nieodzowne usunąć tę przyczynę niepewności.

Przedstawię więc w doświadczeniach, z których zdam sprawę, wynik spałań taki jak zachodzi on w czystym powietrzu życiowym czyli w gazie kwasorodnym i uprzedzę tylko o różnicach, które występują, gdy gaz kwasorodny jest zmieszany z różnymi proporcjami gazu azotowego.

Wziąłem kryształowy klosz A (*fig. 5*)<sup>1</sup> o pojemności 5 do 6 pint [4,5 do 5,5 dm<sup>3</sup>]; wypełniłem go ponad wodą gazem kwasorodnym, potem przeniósłem nad kąpiel rtęciową za pomocą kapsuły, którą wsunąłem pod spód; następnie osuszyłem powierzchnię rtęci i tam wprowadziłem 61 i 1/4 grana [3,25 g] fosforu Kunkla, który rozdzieliłem na dwie kapsuły porcelanowe, podobne do tych, które jako D umieszczone są pod kloszem A; i aby móc zapalić każdą z tych dwu porcji oddzielnie i aby płomień nie przeskoczył z jednej na drugą, przykryłem jedną z nich małym kwadratem szklanym. Gdy wszystko zostało przygotowane, podniosłem rtęć pod kloszem na wysokość EF wysysając za pomocą szklanego syfonu GHI, przedstawionego na tej samej figurze, który wprowadza się przez dół klosza; i aby w trakcie przechodzenia przez rtęć nie napełnił się, okręca się jego koniec I małym kawałkiem papieru. Potem za pomocą zakrzywionego żelaza zaczerwienionego w ogniu zapaliłem kolejno fosfor w obu kapsułach, zaczynając od tej, która nie była przykryta szklanym kwadratem.

Spalanie zachodzi z wielką szybkością z błyszczącym płomieniem i znacznym wydzieleniem się ciepła i światła. W pierwszej chwili pojawia się znaczne rozprężenie gazu kwasorodnego spowodowane przez ciepło: lecz wkrótce rtęć wznosi się powyżej swego poziomu i występuje znaczna absorpcja: równocześnie całe wnętrze klosza pokrywa się białymi lekkimi kłaczkami, które są niczym innym jak zgęstniałym kwasem fosforowym<sup>2</sup>.

Ilość użytego kwasu kwasorodnego po uwzględnieniu wszystkich poprawek wynosiła na początku doświadczenia 162 sześciennie cale [3188,65 dm<sup>3</sup>]; przy końcu znaleziono tylko 23 i 1/4 cala [457,63 dm<sup>3</sup>]: ilość gazu kwasorodnego zaabsorbowanego wynosiła więc 138 i 3/4 cala [2731,02 dm<sup>3</sup>]<sup>3</sup> czyli 69,375 granów [3,676875 g].

<sup>1</sup> Rysunek przyrządu znajduje się w rozdziale III, str. 35.

<sup>2</sup> Należy pamiętać, że do około połowy XIX wieku kwasem nazywano tlenki kwasowe, ściślej bezwodniki kwasów.

<sup>3</sup> W wydaniu z 1789 r. (wdg. tekstu z 1937 r.) omyłkowo 138 i 1/4. W wydaniu z 1801 r. poprawiono na 138 i 3/4 cala

Cały fosfor się nie spalił; w kapsułach pozostało kilka porcji, których, jak się okazało po wymyciu, by oddzielić kwas i wysuszeniu, było około 16 i  $\frac{1}{4}$  grana [0,86125 g]: to sprowadza się do około 45 granów [2,385 g] spalonego fosforu: mówię około, ponieważ nie można wykluczyć, że jest pomyłka jednego lub dwu granów fosforu, który tam pozostał po spaleniu.

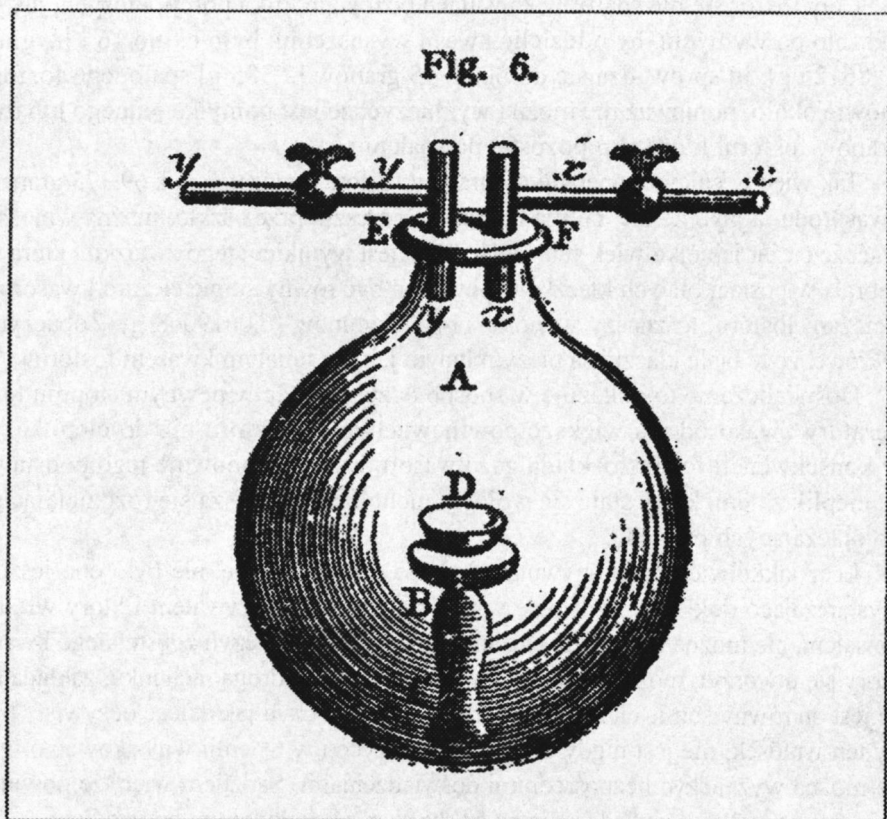
Tak więc w całej tej operacji 45 granów fosforu związało się z 69,375 granami kwasorodu; a jako że nic, co ma ciężar, nie przeszło przez szkło, można wnioskować, że ciężar jakiegokolwiek substancji, która jest wynikiem tego związku i która się zebrała w postaci białych kłaczek, powinien być równy sumie ciężaru kwasorodu i ciężaru fosforu, to znaczy wynosić 114,375 granów [6,0619068 g]. Zobaczymy wkrótce, że te białe kłaczki są niczym innym jak zgęstniałym kwasem fosforowym.

Doświadczenie to pokazuje w sposób oczywisty, że w pewnym stopniu temperatury kwasoród ma większe powinowactwo do fosforu niż do ciepłika; że w konsekwencji fosfor rozkłada gaz kwasorodny, że opanowuje jego podstawę, że ciepłik zatem, który staje się wolnym, uchodzi i rozprasza się rozdzielając się po otaczających ciałach.

Lecz jakkolwiek przekonywujące było to doświadczenie, nie było ono jeszcze wystarczająco dokładne: w istocie w przyrządzie, który używałem i który właśnie opisałem, nie można sprawdzić ciężaru białych kłaczek czyli zgęstniałego kwasu, który się utworzył; można się o nim przekonać jedynie drogą rachunku, zakładając, że jest on równy sumie ciężaru kwasorodu i fosforu: czyli jak dalece oczywisty byłby ten wniosek, nie jest nigdy dozwolone w Fizyce i w Chemii wnioskować o tym, co można wyznaczyć bezpośrednio doświadczeniami. Sądziłem więc, że powinienem powtórzyć to doświadczenie na trochę szerszą skalę innym przyrządem.

Wziąłem duży szklany balon A (*fig. 6*), którego otwór EF miał 3 cale [8 cm] średnicy. Ten otwór został przykryty ściśle dopasowaną płytką krystaliczną, w której wywiercono dwa otwory dla rurek *yyy*, *xxx*.

Przed zamknięciem balonu płytką umieściłem w nim podstawkę BC, na której umocowana była porcelanowa kapsuła D, która zawierała 150 granów [7,95 g] fosforu. Gdy wszystko zostało tak ułożone, umocowałem płytkę krystaliczną na otworze retorty tłustym kitem, który pokryłem pasmami tkaniny nasyconej wapnem i białkiem jaja: gdy kit dobrze wysechł, zawiesiłem cały przyrząd na ramieniu wagi i określiłem jego ciężar z dokładnością do 1 lub 1,5 grana [0,053 lub 0,080 g]. Następnie połączyłem rurkę *xxx* z małą pompą pneumatyczną i wytworzyłem próżnię; potem otworzywszy kurek przymocowany do rurki *yyy* wpuściłem do balonu gaz kwasorodny. Zaobserwowałem, że tego rodzaju doświadczenie wykonuje się z dużą łatwością, a przede wszystkim z dużą dokładnością za pomocą maszyny hydro-pneumatycznej, której opis podaliśmy, p. Meusnier i ja, w *Mémoires de l'Académie* rok, 1782, str. 466 i której opis znajdzie się w ostatniej części tego Dzieła; za pomocą tego przyrządu, od kiedy p. Meusnier wprowadził



doń istotne dodatki i poprawki, można poznać w sposób dokładny ilość gazu kwasorodnego wprowadzonego do balonu i tę która została zużyta w trakcie operacji.

Gdy wszystko zostało w ten sposób ustawione, za pomocą szkła palącego<sup>4</sup> zapaliłem fosfor. Spalenie było bardzo szybkie, towarzyszył mu wielki płomień i dużo ciepła: w miarę jak postępowało spalanie, tworzyła się wielka ilość białych kłaczek, które przymocowywały się do wewnętrznych ścianek naczynia i całkowicie je przesłaniały. Obfitość par była tak wielka, że jakkolwiek stale doprowadzany był gaz kwasorodny, który miał podtrzymywać spalanie, fosfor wkrótce zgasł. Po pozostawieniu przyrządu do całkowitego ochłodzenia rozpocząłem od upewnienia się, jaka ilość gazu kwasorodnego została zużyta i od zważenia balonu przed jego otwarciem. Następnie umyłem, osuszyłem i zważyłem małą ilość fosforu, która pozostała w kapsule i która miała barwę żółtej ochry, aby wysnuć wniosek o całkowitej ilości fosforu zużytego w doświadczeniu. Jest oczywiste, że za pomocą tych wszystkich środków ostrożności było mi łatwo ustalić: 1° ciężar

<sup>4</sup> *Verre ardent* – soczewka skupiająca.

spalonego fosforu, 2° ciężar białych kłaczek powstałych przez spalenie, 3° ciężar gazu kwasorodnego, który związał się z fosforem. Doświadczenie dało mniej więcej takie same wyniki, jak poprzednie: wynikało z niego również, że fosfor spalając się pochłaniał nieco więcej niż 1,5 razy większy ciężar kwasorodu, a ponadto uzyskałem pewność, że ciężar nowo powstałej substancji jest równy sumie ciężaru spalonego fosforu i kwasorodu, który on zaabsorbował: co zresztą łatwo było przewidzieć *a priori*.

Jeśli gaz kwasorodny użyty w tym doświadczeniu był czysty, reszta, która pozostaje po spalaniu, jest również czysta; co dowodzi, że z fosforu nie wydzielą się nic, co mogłoby zmienić czystość powietrza i co nie działa inaczej niż uwalniając ciepłik od jego podstawy czyli kwasorodu, z którym był połączony.

Mówiłem powyżej, że gdy spala się jakiegokolwiek palne ciało w kulistej wnęcie wyżłobionej w lodzie lub innym przyrządzie skonstruowanym na tej samej zasadzie, ilość lodu stopionego w trakcie spalania jest dokładną miarą ilości wydzielonego ciepłika. Można w tej sprawie odwołać się do Doniesienia, które p. de La Place i ja złożyliśmy wspólnie w Akademii w 1780 roku, str. 355. Poddając wówczas spalaniu fosfor stwierdziliśmy, że 1 funt fosforu spalając się topi nieco więcej niż 100 funtów lodu.

Spalanie fosforu zachodzi również w powietrzu atmosfery z dwiema jedynie różnicami: 1° że spalanie jest dużo mniej szybkie zważywszy, że jest ono spowolnione przez dużą ilość gazu azotowego, który jest zmieszany z gazem kwasorodnym; 2° że co najwyżej tylko jedna piąta powietrza jest absorbowana, ponieważ ta absorpcja odbywająca się całkowicie kosztem gazu kwasorodnego powoduje, że proporcja gazu azotowego staje się przy końcu tej operacji tak duża, że spalanie nie może więcej zachodzić.

Fosfor wskutek spalania, czy to w powietrzu zwyczajnym, czy to w gazie kwasorodnym przemienia się, jak to już mówiłem, w substancję kłaczkową, bardzo lekką i wykazuje zupełnie nowe właściwości: z nierozpuszczalnego, jakim był w wodzie, nie tylko staje się rozpuszczalnym, ale z zadziwiającą szybkością przyciąga wilgoć zawartą w powietrzu i przemienia się w ciecz dużo gęstszą niż woda i o dużo większym ciężarze właściwym. W stanie fosforu i przed spalaniem nie miał on prawie żadnego smaku; przez połączenie z kwasorodem nabiera on smaku skrajnie kwaśnego i ostrego: w końcu z grupy substancji palnych przechodzi on do grupy niepalnych i staje się tym, co nazywa się kwasem.

Ta zdolność przemiany substancji palnej w kwas przez dodanie kwasorodu jest, jak wkrótce zobaczymy, właściwością wspólną wielkiej liczby ciał; czyli zgodnie z logiką, nie można uniknąć określenia wspólną nazwą wszystkich operacji, które wywołują te same wyniki; to jedyny sposób uproszczenia badań naukowych i byłoby niemożliwe zapamiętać wszystkie szczegóły, gdyby się nie



starało ich klasyfikować. Nazwiemy więc *ukwasorodnieniem*<sup>5</sup> przemianę fosforu w kwas i ogólnie wiązanie się jakiegokolwiek ciała palnego z kwasorodem.

Przyjmijmy również wyrażenie *ukwasorodnić*<sup>6</sup> i w konsekwencji powiem, że *ukwasorodniając* fosfor, zamienia się go w kwas.

Siarka jest również ciałem palnym, to znaczy ma właściwość rozkładania powietrza i oddzielania kwasorodu od ciepłika. Można się o tym łatwo przekonać za pomocą doświadczeń całkowicie podobnych do tych, które dopiero co opisałem dla fosforu; lecz muszę uprzedzić, że niemożliwe jest operując siarką w ten sam sposób otrzymać wyniki równie dokładne, jak te otrzymane z fosforem; bowiem trudno jest skroplić kwas, który tworzy się przez spalanie siarki i ponieważ sama siarka pali się dużo trudniej i podatna jest do rozpuszczania się w różnych gazach. Lecz mogę zapewnić na podstawie moich doświadczeń, że siarka spalając się absorbuje powietrze; że kwas, który powstaje, jest dużo cięższy niż była siarka; że jego ciężar jest równy sumie ciężaru siarki i kwasorodu, który ona zaabsorbowała; w końcu że kwas ten jest ciężki, niepalny, rozpuszcza się w wodzie we wszelkich stosunkach; pozostaje jedynie niepewność co do ilości siarki i kwasorodu, które tworzą ten kwas.

Można także przeprowadzić spalanie węgla tak jak fosforu pod szklanym kloszem A (*fig. 5*) wypełnionym gazem kwasorodnym i obróconym ku rtęci: lecz jako że ciepło żelaza rozgrzanego nawet do czerwieni nie wystarczy, by go zapalić, narzuca się na węgiel kawałeczek hubki i mały atom fosforu. Za pomocą zaczerwienionego żelaza łatwo zapala się fosfor; zapłon przechodzi następnie na hubkę, a potem na węgiel.

Szczegóły tego doświadczenia znajdują się w *Mémoires de l'Académie*, rok 1781, s. 448. Widać tam, że potrzeba wagowo 72 części kwasorodu żeby nasycić 28 części węgla i że wytworzony kwas o postaci powietrza ma ciężar dokładnie równy sumie ciężaru węgla i kwasorodu, który służył do jego wytworzenia. Ten kwas o postaci powietrza był dawniej, przez pierwszych chemików, którzy go wykryli, nazywany powietrzem stałym<sup>7</sup> lub powietrzem ustalonym<sup>8</sup>; nie wiedzieli więc oni, czy jest to powietrze podobne do powietrza atmosfery, czy też inny płyn elastyczny, zepsuty i zniszczony przez spalanie; lecz ponieważ jest dzisiaj pewne,

<sup>5</sup> W oryginale: *oxygénation*. Odpowiada to stosowanemu obecnie w terminologii polskiej: *utlenianiu*. Wprowadzone tu stosowane jeszcze w 1870 roku przez B. Radziszewskiego terminy: *ukwasorodnianie* i *ukwasorodniac* bardziej zresztą odpowiadają koncepcjom Lavoisiera.

<sup>6</sup> W oryginale: *oxygéner*. *Ukwasorodnić* –. Adam Mickiewicz w *Pieśni Filaretów* używa określenia: *kwasic*. Seweryn Zdzitowiecki w wydany w 1850 roku podręczniku *Wykład początkowy chemii* stosuje określenie: *ukwaszać*, zaś Bronisław Radziszewski w 1870 roku używa czasownik: *ukwasorodniać*.

<sup>7</sup> W oryginale: *air fixe*.

<sup>8</sup> W oryginale: *air fixé*.

że ta substancja podobna do powietrza jest kwasem, który powstał, jak wszystkie inne kwasy, przez ukwasorodnienie podstawy, łatwo jest zauważyć, że nazwa powietrza stałego mu wcale nie odpowiada.

Gdy staraliśmy się, p. de La Place i ja, spalić węgiel w urządzeniu pozwalającym zmierzyć ilość wydzielonego ciepła, stwierdziliśmy, że 1 funt [489,5 g] węgla spalając się topi 96 funtów i 6 uncji [47175,5 g] lodu: 2 funty 9 uncji 1 gros 10 granów [1258,684 g] kwasorodu wiąże się w tej operacji z węglem i tworzy 3 funty 9 uncji 1 gros 10 granów [1748,194 g] kwasu gazowego; cal sześcienny [19,683 cm<sup>3</sup>] tego gazu waży 0,695 grana [0,0368 g], co daje 34 242 cali sześciennych [673,98529 dm<sup>3</sup>] całkowitej objętości gazu kwasowego, który powstaje wskutek spalania 1 funta węgla.

Mógłbym wielokrotnie mnożyć tego rodzaju przykłady i pokazać przez ciąg licznych faktów, że tworzenie się kwasów odbywa się poprzez ukwasorodnienie jakiegokolwiek substancji; lecz tryb postępowania, który zdecydowałem się przyjąć i który polega na tym, by nie przechodzić inaczej jak tylko od znanego do nieznanego i by przedstawiać czytelnikowi tylko przykłady pochodzące z tego, co zostało uprzednio wyjaśnione, nie pozwala mi wyprzedzać tutaj faktów. Zresztą trzy przykłady, które właśnie zacytowałem, wystarczą, by dać jasne i dokładne pojęcie o sposobie, w jaki tworzą się kwasy. Widać, że kwasoród jest początkiem wspólnym dla nich wszystkich i że to on stanowi o ich kwasowości; są one następnie rozróżniane jedne od drugich przez istotę substancji ukwaszanej. We wszystkich kwasach trzeba więc wyróżniać podstawę, która się ukwasza i którą p. de Morveau nazwał rodnikiem<sup>9</sup> i początek ukwaszający, to znaczy kwasoród.

## ROZDZIAŁ VI

### Ogólna terminologia kwasów, a szczególnie tych otrzymanych z saletry i z soli morskiej

Nic nie jest łatwiejsze niż według zasad przedstawionych w poprzednim rozdziale ustalić terminologię kwasów: słowo kwas będzie nazwą rodzajową; każdy kwas zostanie następnie rozróżniony w języku, jak jest w przyrodzie, przez nazwę jego podstawy czyli jego rodnika. Nazwiemy więc kwasami w ogólności wynik spalania lub ukwasorodnienia fosforu, siarki i węgla. Nazwiemy wynik pierwszego z nich kwasem fosforowym, drugiego kwasem siarkowym, trzeciego kwasem węglowym. Tak samo we wszystkich okolicznościach, które mogą się zdarzyć, wyprowadzimy z nazwy podstawy określenie specyficzne każdego kwasu.

Lecz istotną okolicznością, którą przedstawia ukwasorodnienie ciał palnych i ogólnie części tych ciał, które przemieniają się w kwasy, jest, że poddają się

<sup>9</sup> W oryginale: *radical*.

one różnym stopniom nasycenia; i kwasy, które są tego wynikiem, chociaż utworzone ze związku dwóch takich samych substancji, mają bardzo różne właściwości, które zależą od różnicy proporcji. Kwas fosforowy, a szczególnie kwas siarkowy dostarczają tego przykładów. Gdy siarka wiąże się z małą ilością kwasorodu, tworzy w tym pierwszym stopniu ukwasorodnienia kwas lotny, o przenikliwym zapachu, który daje w związkach produkty bardzo różne od pierwotnej [substancji]. Tu zasada naszej metody terminologii wykazuje brak i okazuje się trudne wyprowadzenie z nazwy ukwaszanej podstawy dwu nazwań, które bez omówień i parafraz wyrażałyby dwa stopnie nasycenia. Lecz namysł, a może jeszcze bardziej konieczność otworzyły nam nowe sposoby i uznaliśmy za możliwe pozwolić sobie na wyrażenie różnorodności kwasów przez prostą zmianę końcówek. Lotny kwas siarki został określony przez Stahla nazwą kwasu siarkawego<sup>1</sup>: zachowaliśmy tę nazwę i daliśmy nazwę kwasu siarkowego<sup>2</sup> kwasowi siarki całkowicie nasyconemu kwasorodem. Powiemy więc posługując się nowym językiem, że siarka wiążąc się z kwasorodem może się poddać dwu stopniom nasycenia; pierwszy tworzy kwas siarkawy, który jest przenikliwy i lotny; drugi tworzy kwas siarkowy, który jest bezwonny i stały. Przyjmiemy tę samą zmianę końcówki dla wszystkich kwasów, które wykażą więcej stopni nasycenia; będziemy więc również mieli kwas fosforawy i kwas fosforowy, kwas octawy<sup>3</sup> i kwas octowy i też inne.

Cała ta część chemii mogłaby być niezwykle prosta i terminologia kwasów nie przedstawiałaby żadnych kłopotów, gdyby w czasie odkrycia każdego z nich znany był jego rodnik czyli początek ukwaszany. Kwas fosforowy, na przykład, został odkryty dopiero po odkryciu fosforu i nadano mu nazwę wyprowadzoną przede od nazwy podstawy ukwaszanej, z której jest on utworzony. Ale gdy przeciwnie kwas został odkryty przed podstawą, lub raczej ponieważ w okresie, gdy odkryto kwas, nie wiedzano, jaka była podstawa ukwaszana, do której on należy, nadano wówczas kwasowi i podstawie nazwy, które nie miały ze sobą nic wspólnego i nie tylko przeładowano pamięć niepotrzebnymi nazwaniami, lecz ponadto zaszczerpiono w umysłach początkujących, a nawet chemików skończonych, wyobrażenia fałszywe, które mogą być zatarte tylko z upływem czasu i dzięki refleksji.

Przytoczymy dla przykładu kwas siarki. To z witrliu żelaznego<sup>4</sup> wydobyto kwas w pierwszym okresie Chemii i nazwano go *kw asem witrliowym*<sup>5</sup>, wyprowadzając

<sup>1</sup> W oryginale: *acide sulfureux*.

<sup>2</sup> W oryginale: *acide sulfurique*.

<sup>3</sup> Zgodnie z przyjętymi przez Lavoisiera zasadami terminologii należy określenie *acide acéteux* tłumaczyć jako *kwas octawy*; obecnie oznacza ono *kwas octowy*. Natomiast określenie *acide acétique*, które odpowiadałoby kwasowi o większej zawartości kwasorodu oznacza dziś roztwór zawierający kwas octowy.

<sup>4</sup> W dawnej polszczyźnie używane było określenie: *koperwas* (lub *kopruch*) *zielony*, pochodzący z niemieckiej nazwy *Kupferwasser*.

<sup>5</sup> W potocznej polszczyźnie przez długi czas utrzymała się nazwa: *witriol*.

tę nazwę od nazwy substancji, z której go wydobyto. Nie wiadano wtedy, że kwas ten jest tym samym, który otrzymywano z siarki przez spalanie.

To samo jest z kwasem o postaci powietrza, któremu początkowo nadano nazwę powietrza stałego; nie wiadano, że kwas ten jest wynikiem związania się węgla z kwasorodem. Stąd niezliczone nazwania, które mu dawano, a z których żadne nie oddaje prawidłowych koncepcji. Nic nie było dla nas łatwiejsze, niż poprawić i zmodyfikować dawny język w odniesieniu do kwasów: zmieniliśmy więc nazwę kwasu wtriolowego na kwas siarkowy i nazwę powietrza stałego na kwas węglowy: lecz nie mogliśmy postępować według tego planu w odniesieniu do kwasów, których podstawa była nam nie znana. Byliśmy więc zmuszeni przyjąć postępowanie odwrotne i zamiast wyprowadzać nazwę kwasu z jego podstawy, przeciwnie nazwaliśmy podstawę według nazwy kwasu. Tak właśnie postąpiliśmy wobec kwasu, który wydobywany jest z soli morskiej lub soli kuchennej<sup>6</sup>. Wystarczy, aby otrzymać ten kwas, wylać kwas siarkowy na sól morską; natychmiast pojawia się żywa eferwescencja<sup>7</sup>, unoszą się białe opary o bardzo przenikliwym zapachu i po lekkim podgrzaniu wydziela się cały kwas. Ponieważ jest on oczywiście gazem w stopniu temperatury i ciśnieniu, w którym my żyjemy, potrzeba szczególnych ostrożności, by go zachować. Najwygodniejszym i najprostszy przyrządem dla doświadczenia w małej skali jest mała retorta, do której wprowadza się niebieską suchą sól morską; nalewa się na nią stężony kwas siarkowy i natychmiast wprowadza się dzióbek retorty pod małe klosze lub dzbanki szklane, które uprzednio napełniono rtęcią. W miarę jak wydziela się kwas gazowy, wchodzi on do dzbanków, unosi się do góry i wypiera rtęć. Gdy wydzielenie się spowolni, podgrzewa się lekko i powiększa się ogień, póki więcej nic nie przechodzi. Ten kwas ma wielkie powinowactwo do wody i absorbuje go ona w ogromnych ilościach. Można się o tym przekonać, wprowadzając ciekłą warstewkę wody do szklanego dzbanka, który go zawiera; w jednej chwili kwas łączy się z wodą i całkowicie znika. Korzysta się z tej właściwości w laboratoriach i w rzemiośle, by otrzymać kwas soli morskiej pod postacią cieczy. Dla tego zjawiska posługujemy się przyrządem, który składa się: 1° z jednej retorty, do której wprowadza się sól morską i do której wlewa się przez szyjkę kwas siarkowy; 2° z balonika przeznaczonego do odebrania małej ilości cieczy, która się wydzieli; 3° z ciągu butelek o dwu szyjkach, które wypełnia się do połowy wodą. Woda ta jest przeznaczona, by absorbować kwas gazowy, który się wydzieli podczas destylacji. Ten przyrząd jest obszerniej opisany w ostatniej części tego Dzieła.

Chociaż jeszcze nie udało się ani złożyć ani rozłożyć kwasu, który można wydobyć z soli morskiej, nie można wątpić, że utworzy się on nie inaczej niż wszystkie

<sup>6</sup> Gaz ten nazywany jest obecnie chlorowodorem.

<sup>7</sup> Burzenie się spowodowane wydzieleniem się gazu.



inne [kwasy] przez połączenie dającej się ukwasić podstawy z kwasorodem. Nazwaliśmy tę nieznaną podstawę *podstawą muriatyczną, rodnikiem muriatycznym*<sup>8</sup>, wyprowadzając tę nazwę za przykładem p. Bergmana i p. de Morveau ze słowa łacińskiego *muria*, nadawanego dawniej soli morskiej. Tak więc nie mogąc wyznaczyć jaki jest dokładnie skład kwasu muriatycznego, określiliśmy tym nazwaniem lotny kwas, który w stanie naturalnym ma postać gazową w stopniu temperatury i ciśnienia, które my doświadczamy, który wiąże się z wodą w wielkich ilościach i z wielką łatwością; na koniec w którym ukwaszający się rodnik tak mocno trzyma kwasoród, że dotychczas nie znamy sposobu, by je rozdzielić.

Jeśli pewnego dnia skojarzy się rodnik muriatyczny z jakąś znaną substancją, trzeba będzie zmienić jego nazwanie i nadać mu nazwę analogiczną do podstawy, która zostanie odkryta.

Kwas muriatyczny wykazuje ponadto pewną znaczącą cechę; ma on, podobnie jak kwas siarki i wiele innych kwasów, możliwość występowania w różnych stopniach ukwasorodnienia; ale nadmiar w nim kwasorodu powoduje zjawisko zupełnie przeciwne do tego, które przejawia kwas siarki. Pierwszy stopień ukwasorodnienia przemienia siarkę w gazowy, lotny kwas, który miesza się jedynie z małą ilością wody, to ten, któremu wraz ze Stahlem nadaliśmy nazwę *kwasu siarkawego*<sup>9</sup>. Większa dawka kwasorodu przemienia go w kwas siarkowy, to znaczy w kwas, który przejawia silniejsze jakości kwasowe, który jest znacznie bardziej stały, który może istnieć w stanie gazowym tylko w wysokiej temperaturze, który zupełnie nie ma zapachu i który łączy się z wodą w bardzo wielkich ilościach. Jest natomiast zupełnie przeciwnie w przypadku kwasu muriatycznego; dodanie kwasorodu czyni go bardziej lotnym, o zapachu bardziej przenikliwym, gorzej mieszającym się z wodą i zmniejszającym swe jakości kwasów. Początkowo byliśmy skłonni określać te dwa stopnie nasycenia, tak jak uczyniliśmy to z kwasem siarki, przez rozróżnienie końcówkami. Nazwaliśmy kwas mniej nasycony kwasorodem kwasem muriatowym, a bardziej nasycony kwasem muriatowym, lecz doszliśmy do wniosku, że kwas ten, który przedstawia szczególnie właściwości i dla których nie znamy w Chemii innego przykładu, wymaga wyjątku i zadowoliliśmy się nazwaniem go kwasem muriatowym ukwasorodnionym.

Istnieje inny kwas, który zadowoliliśmy się zdefiniować podobnie, jak zrobiliśmy to z kwasem muriatowym, choć jego podstawa jest lepiej znana: jest to

<sup>8</sup> Lavoisier nie wyobrażał sobie, że mogą istnieć kwasy nie zawierające 'początku kwasotwórczego' nazywane dziś kwasami beztlenowymi; 'rodnik muriatyczny' w ogóle więc nie istnieje. Zgodnie z tekstem Lavoisiera jestem zmuszony używać określeń: 'kwas muriatowy' (*acide muriateux*) i 'kwas muriatowy' (*acide muriatique*); pierwszy z nich odpowiada kwasowi solnemu HCl, drugi – kwasom chlorowym.

<sup>9</sup> W oryginale: *d'acide sulfureux*.

ten, który chemicy określali dotychczas nazwą kwasu azotawego<sup>10</sup>. Ten kwas jest wydobywany z nitry czyli saletry za pomocą postępowania analogicznego [do tego], jakie stosuje się, by otrzymać kwas muriatowy. A więc również za pośrednictwem kwasu siarkowego, który uwalnia się z podstawy, z którą jest on połączony i w tym celu posługuje się znów poprzednim przyrządem. W miarę jak kwas przechodzi, jedna jego część skrapla się w balonie, druga jest absorbowana w wodzie butelek, która staje się wprawdzie zielona, potem niebieska, a w końcu żółta, w zależności od stopnia stężenia kwasu. Podczas tej operacji wydziela się wielka ilość gazu kwasorodnego zmieszana z pewną ilością gazu azotowego.

Kwas, który otrzymuje się z saletry jest złożony, jak wszystkie inne, z kwasorodu połączonego z dającą się ukwasić podstawą i nawet jest pierwszym, w którym obecność kwasorodu była dobrze dowiedziona. Dwa początki, które go tworzą, słabo trzymają się razem i można je łatwo rozdzielić, gdy poda się kwasorodowi substancję, do której ma on większe powinowactwo niż ma on do dającej się ukwasić podstawy, która tworzy kwas saletry. To poprzez tego rodzaju doświadczenia można było rozpoznać, że azot czyli podstawa czadu<sup>11</sup> wchodzi w jego związek, że jest on podstawą dającą się ukwasić. Azot jest więc rzeczywiście rodnikiem saletrowym, czyli kwas saletry jest prawdziwym kwasem azotowym. Widać więc, że aby być w zgodzie z samym z sobą i z naszymi zasadami, powinniśmy byli przyjąć jeden lub drugi sposób wypowiedzania się. Różne powody zawróciły nam jednak głowę; wprawdzie wydało nam się trudne zmienić nazwę nitry czyli saletry ogólnie przyjętą w rzemiosłach, w społeczeństwie i w Chemii. Nie uznawaliśmy z drugiej strony za słuszne, by dać azotowi nazwę rodnika saletrowego, ponieważ substancja ta jest również podstawą lotnego alkali czyli amoniaku, jak to odkrył p. Berthollet. W dalszym ciągu będziemy więc określać nazwą azotu podstawę części powietrza atmosferycznego nie nadającą się do oddychania, która równocześnie jest rodnikiem saletrowym i rodnikiem amoniakowym. Zachowamy również nazwę saletrawy i saletrowy<sup>12</sup> dla kwasu wydobytego z nitry czyli saletry. Wielu chemików o dużym znaczeniu nie aprobowało naszego pobłażania dla dawnych nazwań; woleli oni, byśmy kierowali się wyłącznie naszymi staraniami ku udoskonaleniu terminologii, gdyśmy budowaliśmy od podstaw po dach gmach języka chemicznego, nie starając się go łączyć z dawniej używanym, który czas powoli wymaże z pamięci: i tak to zostaliśmy równocześnie narażeni na krytykę i skargi dwu przeciwnych sobie partii.

Kwas saletry jest podatny, by występować w dużej liczbie stanów, które zależą od stopnia ukwasorodnienia, którego doznał, to znaczy od proporcji azotu

<sup>10</sup> W oryginale: *d'acide nitreux*.

<sup>11</sup> 'czad' tu gaz duszący płomień i niepodtrzymujący życia.

<sup>12</sup> W oryginale: *nitreux et nitrique*. W terminologii polskiej stosowano określenia: *kwas azotawy*, *kwas azotowy*, dziś: *kwas azotowy(III)* i *kwas azotowy (V)* odpowiednio.

i kwasorodu, które weszły w jego skład. Pierwszy stopień ukwasorodnienia azotu tworzy szczególny gaz, który wciąż nazywać będziemy gazem saletrawym: jest on złożony z około 2 części na wagę kwasorodu i 1 części azotu i w tym stanie nie miesza się on z wodą. Wiele brakuje, by azot w tym gazie był nasycony kwasorodem, przeciwnie, pozostaje mu wielkie powinowactwo do tego początku i przyciąga go z taką skutecznością, że nawet usuwa go z powietrza atmosfery, gdy tylko się z nim styka. Wiązanie gazu saletrawego z powietrzem atmosfery stało się nawet sposobem, który się używa, by wyznaczyć ilość kwasorodu zawartą w tym ostatnim i by osądzić jego stopień zdrowotności. Ten dodatek kwasorodu zamienia gaz saletrawy w silny kwas, który ma duże powinowactwo do wody i sam może występować w różnych stopniach ukwasorodnienia. Jeśli proporcja kwasorodu do azotu jest niższa niż 3 części na 1, kwas jest czerwony i dymiący: nazywamy go kwasem saletrawym; przez lekkie ogrzewanie można z niego wydzielić gaz saletrawy. Cztery części kwasorodu na 1 część azotu dają kwas biały i bezbarwny, bardziej odporny na ogień niż poprzedni, który ma mniej zapachu i którego dwa główne składniki są trwalej związane: daliśmy mu, według zasad wyżej wyłożonych, nazwę kwasu saletrowego.

Tak więc kwas saletrowy jest przesyconym kwasorodem kwasem saletry; kwas saletrawy jest przesyconym azotem kwasem saletry czyli, co jest tym samym, gazu saletrawego; w końcu gaz saletrawy jest azotem, który nie jest dostatecznie wysycony kwasorodem, by mieć właściwości kwasu. To jest to, co nazwiemy niżej kwasorodkiem<sup>13</sup>.

## ROZDZIAŁ VII

### O rozkładzie gazu kwasorodnego przez metale i o tworzeniu się metalicznych kwasorodków

Gdy substancje metaliczne podgrzewa się do pewnego stopnia temperatury, kwasoród ma z nimi większe powinowactwo niż z ciepłikiem: wskutek tego wszystkie substancje metaliczne, jeśli wyłączymy złoto, srebro i platynę, uzyskują właściwość rozkładania gazu kwasorodnego, zawładnięcia jego podstawą i wydzielenia ciepłika. Widzieliśmy już wyżej, jak odbywa się taki rozkład powietrza przez rtęć i przez żelazo; obserwowaliśmy, że pierwszy [rozkład] może

<sup>13</sup> W oryginale: *oxyde*. Ludwik Plater (prawdopodobnie), a w ślad za nim Jędrzej Śniadecki, Wincenty Choynicki, Aleksander Chodkiewicz, Ignacy Fonberg, J. Krzyżanowski stosowali, zgodną z omówieniem Lavoisiera nazwę *niedokwas*, w 1829 roku S. Zdzitowiecki zaproponował nazwę kwasorodek, którą stosuję w tym tłumaczeniu; zaś w latach 1850/51 Jan Oczapowski zaproponował nazwy tlennik i tlenek (zależnie od stopnia utlenienia), która przyjęła się w ciągu następných dwudziestu lat w literaturze polskiej.

być uważany jedynie za powolne spalanie; że drugi, przeciwnie, był bardzo szybki i towarzyszył mu błyszczący płomień. Jeśli w tych operacjach konieczne jest użycie pewnego stopnia ciepła, to ciepło odsuwa jedne od drugich molekuly metalu i zmniejsza ich powinowactwo do skupiania się, czyli, co jest tym samym, przyciąganie, które wywierają jedne na drugie.

Substancje metaliczne podczas ich kalcynacji zwiększają swój ciężar w proporcji do [ilości] kwasorodu, który absorbują; równocześnie tracą one swój połysk metaliczny i przemieniają się w ziemisty proszek. Metale w tym stanie nie powinny być wcale uważane za całkowicie nasycone kwasorodem, ponieważ ich działanie na ten początek jest równoważone przez siłę przyciągania, którą wywiera nań cieplik. Kwasoród w trakcie kalcynacji metali podlega więc w istocie dwom siłom, tej wywieranej przez cieplik i tej wywieranej przez metal; stara się on połączyć zgodnie z tą drugą tylko z powodu różnicy tych dwu sił, z powodu przewagi jednej nad drugą, a ta przewaga nie jest w ogólności bardzo znaczna. Również substancje metaliczne, gdy łączą się z kwasorodem w powietrzu i w gazie kwasorodnym, bynajmniej nie zamieniają się w kwasy, jak siarka, fosfor i węgiel: powstają substancje pośrednie, które zaczynają zbliżać się do stanu solnego, lecz które nie uzyskały jeszcze wszystkich właściwości solnych. Dawni badacze dali nazwę wapien, nie tylko metalom doprowadzonym do tego stanu, lecz również wszystkim substancjom, które przez długi czas wystawione były na działanie ognia nie topiąc się. Uczynili skutkiem tego nazwę wapno nazwą rodzaju i w tę nazwę wplątali i kamień wapienny, który z soli obojętnej, jaką był przed kalcynacją, przemienił się w ogniu w alkali ziemiste tracąc połowę swego ciężaru, i metale, które w takiej samej operacji przyłączają nową substancję, której ilość przekracza niejednokrotnie połowę ich ciężaru i która je zbliża do stanu kwasu. Byłoby sprzeczne z naszymi zasadami zaklasyfikować pod tą samą nazwą tak różne substancje, a przede wszystkim zachować dla metali nazwania, które tak łatwo mogą wywołać błędne wyobrażenia. Zatem usunęliśmy wyrażenie „wapna metaliczne“, zastąpiliśmy je nazwą *oxyde (nie-dokwas, kwasorodek)* z greckiego *ὄξυς*<sup>1</sup>.

Widać z tego jak płodny i wyrazisty jest język, któryśmy przyjęli; pierwszy stopień ukwasorodnienia tworzy kwasorodki; drugi stopień tworzy kwasy o końcówkach *-awy*<sup>2</sup>, jak kwas azotawy, kwas siarkawy; trzeci stopień tworzy kwasy o końcówkach *-owy*<sup>3</sup>, jak kwas azotowy, kwas siarkowy; w końcu możemy wyrazić czwarty stopień ukwasorodnienia przez dorzucenie przydawki ukwasorodniony<sup>4</sup>, jak już dodaliśmy go dla kwasu muriatowego ukwasorodnionego.

<sup>1</sup> Ścisłe *ὄξυς* znaczy *kwas*.

<sup>2</sup> W oryginalne: *-eux*.

<sup>3</sup> W oryginalne: *-ique*.

<sup>4</sup> W oryginalne: *oxygéné*. Termin *ukwasorodniony* jest neologizmem utworzonym dla potrzeb tego tłumaczenia.



Nie zadowoliliśmy się określaniem nazwą kwasorodków związku metali z kwasorodem; nie robiło nam żadnej trudności posłużyć się tą nazwą, by określić pierwszy stopień ukwasorodnienia wszystkich substancji, który nie tworząc kwasów zbliża je do stanu solnego. Nazwiemy więc kwasorodkiem siarki siarkę, która staje się miękka przez zaczynające się spalanie; nazwiemy kwasorodkiem fosforu substancję żółtą, którą zostawia fosfor, gdy się spali.

Powiemy także, że gaz saletrawy (azotawy), który jest pierwszym stopniem ukwasorodnienia azotu, jest kwasorodkiem azotu. W końcu swe kwasorodki będzie miało królestwo roślinne i królestwo zwierzęce i pokażę w dalszych wywodach jak wiele światła rzuca nowy język na wszystkie operacje rzemiosł i przyrody.

Kwasorodki metaliczne mają, jak to już widziliśmy, prawie wszystkie kolory, które są im właściwe i te kolory zmieniają się nie tylko dla różnych metali, lecz również zależnie od stopnia ukwasorodnienia danego metalu. Zostaliśmy więc zmuszeni do dodawania do każdego kwasorodka dwu przydawek, jednej która określała ukwasorodniony metal, drugiej – kolor kwasorodka; będziemy zatem mówić kwasorodek czarny żelaza, kwasorodek czerwony żelaza, kwasorodek żółty żelaza i te określenia będą odpowiadać określeniom etiopu martialnego<sup>5</sup>, colcotharu<sup>6</sup> i rdzy, czyli ochry.

Będziemy też mówić kwasorodek szary ołowiu, kwasorodek żółty ołowiu, kwasorodek czerwony ołowiu i te wyrażenia oznaczać będą zendrę ołowianą, massicot<sup>7</sup> i minię.

Te nazwy będą niekiedy nieco długie, zwłaszcza gdy będziemy chcieli zaznaczyć, czy metal był ukwasorodniany na powietrzu, czy przez detonację z saletrą, czy też przez działanie kwasów; lecz tym niemniej będą one zawsze słuszne i spowodują powstanie wyobrażeń ścisłych o przedmiotach, które im odpowiadają.

Tablice dołączone do tego Dzieła uczynią to bardziej wyraźne.

## ROZDZIAŁ VIII

### O początku rodnika wody i o jego rozkładzie przez węgiel i przez żelazo

Do ostatnich czasów uważano wodę za substancję prostą i dawni badacze nie mieli żadnej trudności, by określać ją nazwą pierwiastka: była to dla nich bez wątpliwości substancja elementarna, ponieważ nigdy nie udało im się jej rozdzielić, lub

<sup>5</sup> Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>; w czasach alchemii; żelazo kojarzono z bogiem Marsem i planetą mars.

<sup>6</sup> Colcothar, zwany też w czasach alchemii *caput mortuum* (głowa obumarła), była to pozostałość po prażeniu siarczanów żelaza, czyli Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

<sup>7</sup> Massicot czyli lithargit – żółty tlenek ołowiu [β-PbO].

przynajmniej rozkład wody, który odbywał się codziennie przed ich oczyma, umykał ich obserwacji; lecz zobaczymy, że dla nas woda nie jest więcej pierwiastkiem. Nie przedstawię tutaj wcale historii tego odkrycia, które jest bardzo świeże i nawet jeszcze jest kwestionowane. Pod tym względem można sięgnąć do *Mémoires de l'Académie des Sciences*, rok 1781.

Zadowolę się przedstawieniem głównych dowodów na rozkład i powtórne złożenie wody; ośmielę się powiedzieć, że jeśli zechce się je ocenić bez stronniczości, uzna się je za przekonujące.

**PIERWSZE DOŚWIADCZENIE – Przygotowanie** – Bierze się rurę szklaną EF (fig. 7) o średnicy 8 do 12 linii [18 do 27 mm], którą ustawia się wzdłuż pieca nachylając ją lekko od E do F. Na wyższym końcu E tej rury umocowuje się retortę szklaną A, zawierającą pewną dobrze znaną ilość wody destylowanej, a na niższym końcu F serpentynę SS', która przy S' dopasowana jest do szyjki kolbki H o dwu otworach z rurkami; wreszcie do jednej z tych rurek umocowuje się zakrzywioną rurkę szklaną KK, przeznaczoną do odprowadzenia płynów o postaci powietrza czyli gazów do przyrządu pozwalającego określić ich jakość i ilość.

Jest konieczne, aby zapewnić powodzenie tego doświadczenia, by rura EF była wykonana z zielonego szkła dobrze wyżarzonego i trudno się topiącego; powleka się ją ponadto kitem z gliny zmieszanej z cementem zrobionym ze sproszkowanej kamionki i, z obawy by się nie wyginała w skutek zmiękczenia, podpiera się ją w środku sztabą żelazną, która przechodzi przez piec. Rury z porcelany są lepsze niż ze szkła; trudno jest jednak postarać się, by nie były one porowate i prawie zawsze znajduje się w nich kilka dziur, przez które uchodzić może powietrze i pary.

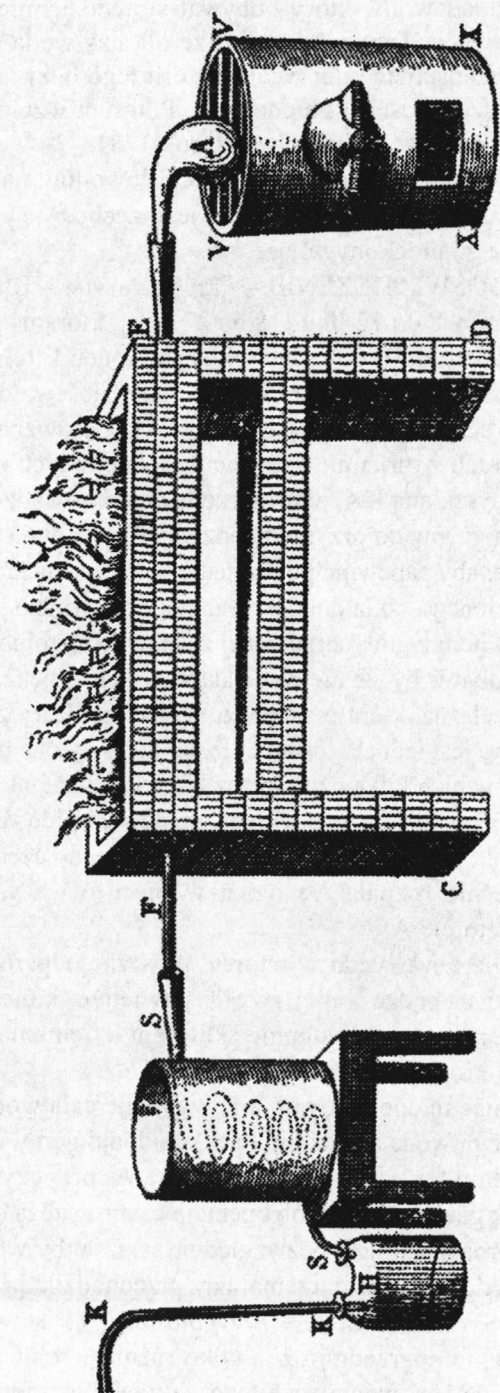
Gdy wszystko zostało tak ustawione, zapala się ogień w piecu EFCD i podtrzymuje się go tak, by rura szklana EF rozgrzała się do czerwoności bez jej stopienia; równocześnie rozpala się ogień w piecu VVXX, by utrzymać stale wrzącą wodę w retorcie A.

**Wynik** – W miarę jak woda w retorcie A wrząc odparowuje, wypełnia ona wnętrze rury EF i wypędza z niej zwykłe powietrze, które uchodzi przez rurę KK; gaz wodny skrapla się następnie skutkiem oziębiania w serpentynie SS' i spada kropla po kropli do kolbki z rurkami H.

Przeprowadzając tę operację póki nie wyparuje cała woda z retorty A i pozwalając, by z naczyń woda dokładnie ściekła, odnajdujemy w kolbie H ilość wody równą dokładnie tej, która była w retorcie A, przyczym nie wydzielił się z niej jakikolwiek gaz; w ten sposób operacja ta sprowadza się do prostej, zwykłej destylacji, której wynik jest bezwzględnie taki, jakby woda wcale nie została doprowadzona do stanu rozżarzenia, gdy przechodziła przez rurę EF.

**DRUGIE DOŚWIADCZENIE – Przygotowanie** – Ustawia się wszystko tak, jak w doświadczeniu poprzednim z tą tylko różnicą, że do rury EF wprowadza się 28 granów [1,484 g] węgla rozbitego na kawałki średniej wielkości, który

Fig. 7.



uprzednio był przez dłuższy czas wystawiony na ciepło żarzenia w zamkniętych naczyniach. Podobnie jak w poprzednim doświadczeniu doprowadza się w retortie A wodę do wrzenia, aż do jej całkowitego wyparowania.

*Wynik* – Woda z retorty A destyluje w tym doświadczeniu tak, jak w poprzednim; skrapla się w serpentynie i kropla po kropli spływa do kolby H; lecz w tym samym czasie wydziela się znaczna ilość gazu, który uchodzi przez rurkę KK i którą zbiera się w odpowiednim przyrządzie.

Gdy operacja się kończy, w rurze EF znajduje się tylko kilka atomów popiołu; 28 granów węgla znikło całkowicie.

Okazało się, że gazy, które się wydzieliły, zbadane starannie, ważą razem 113 i  $\frac{7}{10}$  grana [6,0261 g]<sup>1</sup>; są one dwu gatunków, a mianowicie 144 cali sześciennych [2834,352 cm<sup>3</sup>] gazu węglowego, ważącego 100 granów [5,300 g] i 380 cali sześciennych [7479,54 cm<sup>3</sup>] gazu wyjątkowo lekkiego, ważącego 13 i  $\frac{7}{10}$  grana [0,7261 g], który zapala się po zbliżeniu doń ciała płonącego w kontakcie z powietrzem. Gdy następnie sprawdzi się ciężar wody zebranej w kolbie, znajduje się, że jest on zmniejszony o 85 i  $\frac{7}{10}$  grana [4,5421 g].

Zatem w tym doświadczeniu 85 i  $\frac{7}{10}$  grana wody plus 28 granów węgla utworzyło 100 granów kwasu węglowego plus 13 i  $\frac{7}{10}$  granów gazu, szczególnie podatnego do zapłonu.

Lecz pokazałem powyżej, że dla wytworzenia 100 granów kwasu węglowego trzeba połączyć 72 grany kwasorodu z 28 granami węgla; zatem 28 granów węgla umieszczonych w rurze szklanej usunęło z wody 72 grany kwasorodu; a więc 85 i  $\frac{7}{10}$  granów wody jest złożone z 72 grany kwasorodu i 13 i  $\frac{7}{10}$  granów zapalającego się gazu. Zobaczmy wkrótce, że nie można przypuszczać, by gaz ten wydzielił się z węgla, ale że jest on produktem wody.

W przedstawieniu tego doświadczenia usunąłem kilka szczegółów, któreby je jedynie skomplikowały i wprowadziły niejasność w wyobrażenia czytelnika: gaz palny, na przykład, rozpuszcza nieco węgla i ta okoliczność zwiększa jego ciężar i przeciwnie zmniejsza ciężar kwasu węglowego; zmiana, która z tego wynika w ilościach, nie jest bardzo znaczna; lecz uważałem za swój obowiązek ustalić ją za pomocą rachunku i przedstawić doświadczenie w całej jego prostocie i tak, jakby ta komplikacja nie miała miejsca. Ponadto gdyby pozostały jakieś chmury na prawdzie wniosków, które wysnuwam z tego doświadczenia, rozprzestrzeniłyby się one wkrótce na inne doświadczenia, które zaraz przytoczę jako dowody.

**TRZECIE DOŚWIADCZENIE – Przygotowanie** – Przygotowuje się cały przyrząd jak w poprzednim doświadczeniu z tą tylko różnicą, że zamiast 28 granów węgla w rurze EF (fig. 7) umieszcza się 274 granów [14,522 g] małych

<sup>1</sup> PRZYPIS LAVOISIERA – Można znaleźć w ostatniej części tego Dzieła szczegółowy sposób postępowania, który się stosuje, by rozdzielić różne gatunki gazów i by je zważyć.



strużyn żelaza bardzo delikatnie skręconych w spirale. Rozgrzewa się rurę do czerwonoci jak w poprzednich doświadczeniach; zapala się ogień pod retortą A i wodę, którą ona zawiera, stale utrzymuje się w stanie wrzenia, póki całkowicie nie wyparuje i całkowicie przejdzie przez rurę EF i skropli się w kolbie H.

*Wynik* – W tym doświadczeniu wcale nie wydziela się gaz węglowy, lecz tylko gaz zapalający się, 13 razy lżejszy od powietrza atmosfery; całkowity ciężar, który się otrzymuje wynosi 15 granów [0,795 g], a jego objętość wynosi około 416 sześciennych cali [8,188 dm<sup>3</sup>]. Jeśli porównuje się ilość wody użytej pierwotnie z ilością, która pozostaje w kolbie H, stwierdzamy brak 100 granów [5,30 g]. Z drugiej strony okazuje się, że 274 granów żelaza zamkniętego w rurze EF waży o 85 granów [4,505 g] więcej, niż gdy je tam wprowadzono, a ich objętość znacznie wzrasta: to żelazo prawie nie jest przyciągane przez magnes, rozpuszcza się bez eferwescencji w kwasach; jednym słowem jest ono w stanie czarnego kwasorodka, dokładnie jak to, które zostało spalone w gazie kwasorodnym.

*Wnioski* – Wynik tego doświadczenia pokazuje rzeczywiste ukwasorodnienie żelaza przez wodę; ukwasorodnienie całkiem podobne do tego, które zachodzi w powietrzu z pomocą ciepła; 100 granów wody zostało rozłożone; 85 kwasorodu połączyło się z żelazem, by go przetworzyć w stan czarnego kwasorodka i wydzieliło się 15 granów szczególnie łatwo zapalającego się gazu: a więc woda złożona jest z kwasorodu i z podstawy zapalającego się gazu w proporcji 85 części do 15.

Tak więc woda niezależnie od kwasorodu, który jest jednym z jej początków i który jest wspólny z wielu innymi substancjami, zawiera też inny [początek], który jest jej właściwy, który jest istotnym czynnikiem składowym i któremu zostaliśmy zmuszeni nadać nazwę. Żadna nazwa nie wydała się nam bardziej stosowna, niż nazwa *wodorod*<sup>2</sup>, to znaczy początek tworzący wodę z ὕδωρ woda i z γεννομοι rodzą. Nazwiemy gazem wodorodowym związek tego początku z ciepłikiem, a samo słowo wodorod określi podstawę tego gazu, rzeczywisty rodnik wody.

Oto więc nowe ciało palne, to znaczy ciało, które ma tak duże powinowactwo do kwasorodu, że oddziela go od ciepłika i rozkłada powietrze lub gaz kwasorodny. To palne ciało samo ma takie powinowactwo do ciepłika, że, o ile nie tworzy części jakiegoś związku, zawsze jest w stanie o postaci powietrza czyli gazu w zwykłym stopniu ciśnienia i temperatury, w którym żyjemy. W tym stanie gazu jest ono około 13 razy lżejsze niż powietrze atmosfery, wcale nie jest absorbowane przez wodę, lecz może się w niej rozpuszczać w małych ilościach; w końcu nie może być użyte do oddychania przez zwierzęta.

Jako że właściwość palenia się i zapłonu tego gazu, jak wszystkich innych [substancji] palnych, polega jedynie na rozkładzie powietrza i oddzieleniu kwasorodu

<sup>2</sup> W oryginale: *hydrogène*. W 1800 roku Śniadecki i Choynicki tłumaczą ten termin dosłownie na *wodorod*; w połowie XIX wieku utrwalił się w terminologii polskiej termin: *wodór*.

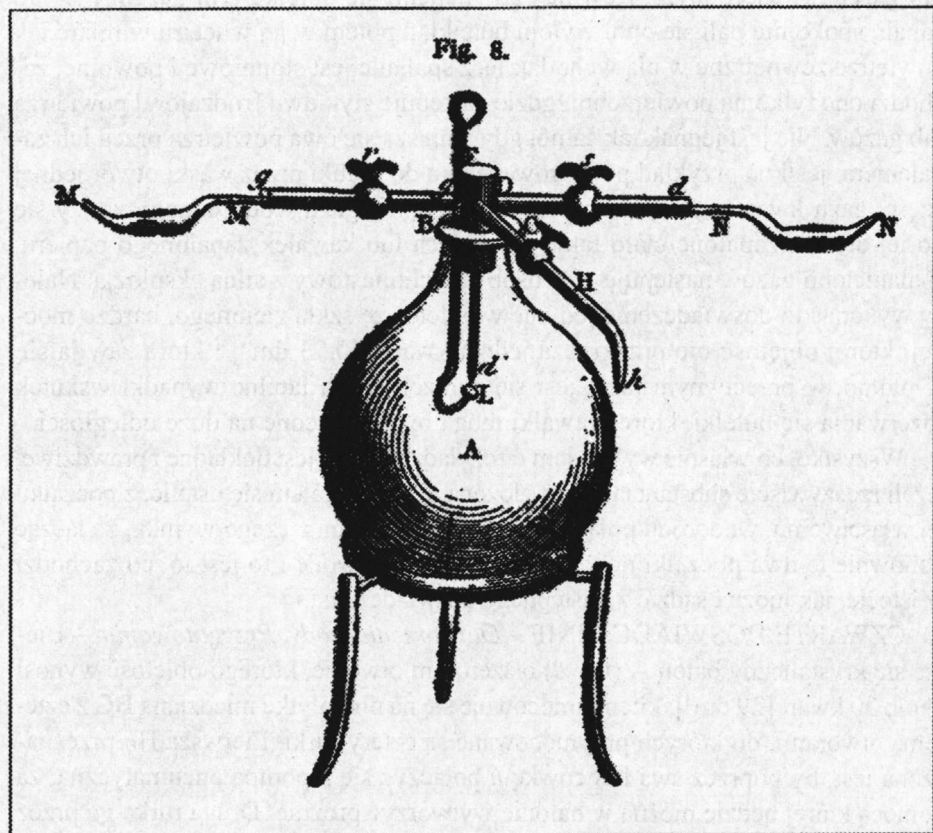
od ciepłika, rozumie się, że może on się palić tylko w zetknięciu z powietrzem lub gazem kwasorodnym. Również gdy napełni się butelkę tym gazem i się go zapali, spokojnie pali się on u wylotu butelki, a potem w jej wnętrzu w miarę jak powietrze zewnętrzne w nią wchodzi; lecz spalanie jest stopniowe i powolne, zachodzi ono tylko na powierzchni, gdzie następuje styk dwu [rodzajów] powietrza lub gazów. Nie jest jednak tak samo, gdy zmiesza się dwa powietrza przed ich zapaleniem: jeśli na przykład po wprowadzeniu do kolbki przez wąski otwór jednej części gazu kwasorodnego, a potem dwu [części] gazu wodorodnego zbliży się do jej otworu zapalone ciało takie jak świeca lub kawałek zapalonego papieru, spalanie obu gazów następuje w sposób natychmiastowy z silną eksplozją. Należy wykonać to doświadczenie jedynie w butelce ze szkła zielonego, bardzo mocnej, której objętość nie przekracza jednej kwarty [ $0,93 \text{ dm}^3$ ] i którą zawija się w płótno, w przeciwnym razie jest się narażonym na fatalne wypadki wskutek rozerwania się butelki, której kawałki mogą być odrzucone na duże odległości.

Wszystko, co właśnie wyłożyłem o rozkładzie wody jest dokładne i prawdziwe, jeżeli rzeczywiście substancja ta jest złożona, jak to starałem się ustalić, z początku jej właściwemu, wodorodu połączonego z kwasorodem, z czego wynika, że łącząc ponownie te dwa początki powinno się odtworzyć wodę i to jest to, co zachodzi w istocie, jak można sądzić z następnego doświadczenia.

**CZWARTE DOŚWIADCZENIE** – *Odtworzenie wody. Przygotowania.* – Bierze się krystaliczny balon A (fig. 8) o szerokim otworze, którego objętość wynosi około 30 kwart [ $29 \text{ dm}^3$ ]; kitem umocowuje się na nim płytkę miedzianą BC z czterema otworami, do których przymocowane są cztery rurki. Pierwsza Hh przeznaczona jest, by poprzez swą końcówkę h połączyć się z pompą pneumatyczną, za pomocą której będzie można w balonie wytworzyć próżnię. Druga rurka gg przez swą końcówkę MM łączy się ze zbiornikiem gazu kwasorodnego i jest przeznaczona, by doprowadzić go do balonu. Trzecia dDd' łączy się przez swą końcówkę dNN ze zbiornikiem gazu wodorodnego: końcówka d' tej rurki kończy się bardzo małym otworkiem, przez który bardzo mała igła może zaledwie przejść. To przez ten mały otworek ma przejść gaz wodorodny zawarty w zbiorniku; a aby miał dostateczną prędkość, należy na niego wyrzucić ciśnienie 1 lub 2 cali wody. Wreszcie, płytka BC ma czwarty otwór, który jest zaopatrzony w szklaną rurkę okitowaną, przez którą przechodzi drut metaliczny GL, do którego końcówki L przymocowana jest mała kulka, aby móc wydobyć iskrę elektryczną od L do d', by, jak to wkrótce zobaczymy, zapalić gaz wodorodny. Drut metalowy GL może się poruszać w szklanej rurze, by móc oddalić kulkę L od końcówki d' rureczki Dd'. Każda z trzech rurek dDd', gg, Hh jest zaopatrzona we własny kurek.

Aby gaz wodorodny i gaz kwasorodny docierały odpowiednio przez rury, które je doprowadzają do balonu A, dobrze suche i aby były pozbawione wody, jak tylko możliwe, przepuszcza się je przez rurki MM, NN o średnicy około cala,

Fig. 8.



które wypełnia się solą higroskopijną, to jest taką, która przyciąga wilgoć powietrza z dużą chciwością, taką jak octan potasu, muriat lub azotan wapna<sup>3</sup>. Zobaczycie w drugiej części Dzieła, jaki jest skład tych soli. Sole te powinny mieć postać grubego proszku, by nie mogły utworzyć [zbitej] masy i by gaz łatwo mógł przejść przez małe odstępy, które pozostawiają między sobą kawałeczki proszku.

Należy z góry zaopatrzyć się w wystarczający zapas bardzo czystego gazu kwasorodnego; i by być pewnym, że nie zawiera on wcale kwasu węglowego, należy pozostawić go dłuższy czas w zetknięciu z rozpuszczonym w wodzie potażem oraz, że pozbawiono go wapnem kwasu węglowego: poniżej podane będzie kilka szczegółów, jak otrzymać to alkali.

<sup>3</sup> W oryginale: *muriate ou le nitrate de chaux*. Lavoisier sądził, że muriat, czyli chlorek musi zawierać kwasoród, a także że ukwasorodniony azot jest połączony z ukwasorodnionym wapniem.

Z taką samą starannością przygotowuje się podwójny<sup>4</sup> gaz wodorodny. Najpewniejszy proces, by go otrzymać wolnym od mieszaniny, polega na wydobyciu go z rozkładu wody żelazem plastycznym i bardzo czystym.

Gdy te dwa gazy są w ten sposób przygotowane, przyłącza się pompę pneumatyczną do rurki *Hh* i wytwarza się próżnię w dużym balonie *A*; Następnie wprowadza się jeden lub drugi z dwu gazów, lecz raczej gaz kwasorodny przez rurkę *gg*, potem zmusza się gaz wodorodny pewnym stopniem ciśnienia do wejścia do tego samego balonu rurką *dDd'*, której końcówka *d'* zakończona jest ostrzem. Następnie zapala się ten gaz za pomocą iskry elektrycznej. Dostarczając w ten sposób każdy z dwu powietrz<sup>5</sup>, dochodzi się do prowadzenia spalania bardzo długo. Gdzie indziej podałem opis przyrządów, które używałem w tym doświadczeniu i wyjaśniłem, jak mierzy się ilości zużytych gazów z rygorystyczną dokładnością. Patrz trzecia część tego Dzieła.

*Wynik* – W miarę jak zachodzi spalanie, woda osadza się na wewnętrznych ściankach balonu lub retorty; ilość tej wody stopniowo wzrasta: łączy się ona w wielkie krople, które spływają i gromadzą się na dnie naczynia.

Ważąc retortę przed i po operacji, łatwo jest poznać ilość wody, która w ten sposób została zebrana. Mamy więc w tym doświadczeniu podwójne sprawdzenie; z jednej strony ciężar zużytych gazów, a z drugiej ciężar utworzonej wody i te dwie ilości powinny być sobie równe. To za pomocą tego rodzaju doświadczenia rozpoznaliśmy, p. Meusnier i ja, że potrzeba 85 części na wagę kwasorodu i 15 części również na wagę wodorodu, by utworzyć 100 części wody. To doświadczenie, które nie zostało jeszcze wcale ogłoszone, zostało wykonane w obecności licznej Komisji Akademii; zastosowaliśmy w nim najbardziej skrupulatne środki ostrożności i mieliśmy prawo sądzić, że są one dokładne co najmniej do  $\frac{1}{200}$ <sup>6</sup>.

Tak więc, czy to postępuje się drogą rozkładu, czy to odtworzenia, można uważać za pewne i tak dobrze udowodnione, jak tylko można to uczynić w Chemii i w Fizyce, że woda wcale nie jest substancją prostą; że jest ona złożona z dwu początków kwasorodu i wodorodu i że te początki, oddzielone jeden od drugiego, mają tak duże powinowactwo

<sup>4</sup> W znaczeniu: podwójną ilość, podwójną objętość.

<sup>5</sup> W oryginale: *airs*; prościej byłoby: *gazów*.

<sup>6</sup> Wynik doświadczenia 2 daje stosunek wodoru do tlenu jak 1: 5,26; według doświadczenia 3 i wspomnianego w tym miejscu doświadczenia stosunek ten wynosi 1:5,67. Różnica między tymi wynikami jest większa niż  $\frac{1}{200}$ . Wspomnianej przez Lavoisiera niepublikowanej pracy nie można znaleźć w zbiorowym 6-tomowym wydaniu jego dzieł *Oeuvres*, Paris, 1864–1890, natomiast Alexander hrabia Chodkiewicz w I tomie swej 7-tomowej *Chemii* wydanym w 1816 r. podaje na str. 144 wynik wykonanego starannie w 1790 roku spalania wodoru w tlenie przez Seguina, Fourcroy i Vauquelina, którzy dla otrzymania 100 granów wody zużyli 87,41 granów tlenu i 12,59 granów wodoru, co daje stosunek wagowy wodoru do tlenu 1: 6,94. Według obecnych danych 100g wody zawiera 88,80 g tlenu o 11,20 g wodoru, czyli stosunek wagowy wodoru do tlenu wynosi 1:7,93.



do ciepłika, że mogą istnieć jedynie pod postacią gazu w stopniu temperatury i ciśnienia, w którym żyjemy.

To zjawisko rozkładu i odtworzenia wody zachodzi stale przed naszymi oczami dzięki temperaturze atmosfery i w wyniku złożonych powinowactw. To temu rozkładowi zawdzięcza istnienie, jak to wkrótce zobaczymy, przynajmniej do pewnego stopnia, zjawisko fermentacji wysokokowej, gnicia, a nawet wegetacji. Jest bardzo dziwne, że dotychczas umknęło ono uważnemu oku Fizyków i Chemików i należy z tego wywnioskować, że w nauce, jak i w moralności trudno jest przewyciężyć przesady, którymi zostało się pierwotnie nasiąkniętym i postępować inną drogą niż tą, którą jest się przyzwyczajonym kroczyć.

Zakończę ten artykuł doświadczeniem dużo mniej przekonywującym niż te, które opisywałem poprzednio, lecz które, wydaje mi się, zrobiło na wielkiej liczbie osób większe wrażenie niż jakiegokolwiek inne. Jeśli spalimy 1 funt czyli 16 uncji [489,51 g] wysokości winnego, a więc alkoholu, w przyrządzie mogącym zebrać całą wodę, która wydzieli się podczas spalania, otrzymamy się 17 do 18 uncji<sup>7</sup>. Lecz żadna materia nie może niczego dostarczyć w trakcie doświadczenia, co przekraczałoby całkowity jej ciężar; wynika więc, że do wysokości dołączyła się inna substancja podczas spalania; a więc wykazałem, że tą inną substancją była podstawa powietrza, kwasoród. Wysok winny zawiera więc jeden z początków wody, wodorod; a oczywiście powietrze atmosfery dostarcza drugi, kwasorod; nowy dowód, że woda jest substancją złożoną.

## ROZDZIAŁ IX

### O ilości ciepłika, który się wydziela w trakcie różnych gatunków spalania

Widzieliśmy przeprowadzając jakiegokolwiek spalanie w wyciętej w lodzie kuli-  
stej wnęce i wprowadzając do niej, by ją utrzymać, powietrze o zerze termometru, że ilość lodu stopionego we wnętrzu kuli była miarą, jeśli nie bezwzględna to przynajmniej względna, ilości wydzielonego ciepłika. Podaliśmy, p. de La Place i ja, opis urządzenia, które używaliśmy w tego rodzaju doświadczeniach. Patrz *Mémoires de l'Académie des Sciences*, rok 1780, str. 355. Patrz też trzecia część tego Dzieła. Starając się ustalić ilości lodu, który się stapiał przy spalaniu trzech z czterech prostych substancji palnych, a mianowicie fosforu, węgla i wodorodu, otrzymaliśmy następujące wyniki:

Dla spalania 1 funta [489,51 g] fosforu : 100 funtów lodu.

Dla spalania 1 funta węgla: 96 funtów 8 uncji [47237,68 g].

Dla spalania 1 funta gazu wodorodowego: 295 funtów 9 uncji 3 i pół grosza [191931,81 g].

<sup>7</sup> PRZYPIS LAVOISIERA: Patrz opis tego przyrządu w trzeciej części Dzieła.

Ponieważ substancja, która powstaje w wyniku spalania fosforu jest gęstym kwasem, jest prawdopodobne, że w kwasie tym pozostaje bardzo mało ciepłika i wskutek tego to spalanie dostarcza środka, który tylko w przybliżeniu pozwala poznać ilość ciepłika zawartą w gazie kwasorodnym. Lecz gdyby chciało się założyć, że kwas fosforowy zatrzymuje jeszcze znaczną ilość ciepłika, jak zawierał również jego porcję fosfor przed spalaniem, pomyłka mogłaby zawsze być jedynie różnicą i w konsekwencji o małym znaczeniu.

Pokazałem w rozdziale V, że 1 funt fosforu spalając się absorbuje 1 funt i 8 uncji kwasorodu ; a ponieważ w tym samym czasie topi się 100 funtów lodu, wynika z tego, że ilość ciepłika zawarta w 1 funtzie [489,51 g] gazu kwasorodnego zdolna jest stopić 66 funtów 10 uncji 5 grosów 24 grany [33123,462 g] lodu.

Jeden funt węgla spalając się topi tylko 96 funtów 8 uncji [47237,68 g] lodu, lecz absorbuje w tym czasie 2 funty 9 uncji 1 gros 10 granów [1258,684 g] gazu kwasorodnego. A więc, opierając się na wynikach otrzymanych w przypadku spalania fosforu, 2 funty 9 uncji 1 gros 10 granów gazu kwasorodnego powinno uwolnić dość ciepłika, by stopić 171 funtów 8 uncji 5 grosów [83908,87 g] lodu. Znikła zatem w tym doświadczeniu ilość ciepłika, która byłaby wystarczająca, by stopić 74 funty 14 uncji 5 grosów [36671,12 g] lodu; lecz jako że kwas węglowy wcale nie jest po spalaniu w stanie gęstym jak kwas fosforowy, lecz przeciwnie jest on w stanie gazowym, okazało się, że potrzebna jest pewna ilość ciepłika, by go przenieść do tego stanu i to jest ta ilość, której brak stwierdziliśmy w powyższym doświadczeniu. Dzieliąc ją przez liczbę funtów kwasu węglowego, które powstały przez spalanie 1 funta węgla, znajdujemy, że ilość ciepłika potrzebna, by przenieść 1 funt kwasu węglowego ze stanu gęstego do stanu gazowego spowoduje stopienie 15 uncji 5 grosów [477,97 g] lodu.

Można zrobić podobne obliczenia dla spalania wodorodu i dla powstawania wody; jeden funt tego elastycznego płynu spalając się absorbuje 5 funtów 10 uncji 5 grosów 24 grany [2773,842 g] kwasorodu i powoduje stopienie 295 funtów 9 uncji 3 i pół grosa [15319,986 g] lodu.

A więc 5 funtów 10 uncji 5 grosów 24 grany gazu kwasorodnego przechodząc ze stanu o postaci powietrza do stanu stałego traciłyby według wyników otrzymanych w trakcie spalania fosforu wystarczającą ilość ciepłika, by stopić ilość lodu równą:

Lód .....	377 funty	12 uncje	3 grosy
W trakcie spalania gazu wodorowego wydziela się tylko	295	2	3
Pozostaje go więc w wodzie, która się utworzyła, nawet			
gdyby została doprowadzona do zera termometru	82	9	7 1/2

A zatem, ponieważ powstaje 8 funtów 10 uncji 5 grosów 24 grany [3263,352 g] wody po spalaniu 1 funta gazu wodorodnego, wynika z tego, że w każdym funtzie

wody przy zerze termometru pozostaje ilość ciepłika równa tej, potrzebnej do stopienia 12 funtów 5 uncji 2 grosów 48 granów [6037,262 g] lodu, nie mówiąc nawet o ciepłiku zawartym w gazie wodorodnym, którego nie można w tym doświadczeniu wprowadzać do obliczeń, ponieważ nie znamy jego ilości. Widać z tego, że woda nawet w stanie lodu zawiera jeszcze dużo ciepłika i że kwasoród zachowuje jego znaczną ilość przechodząc do tego związku.

Na podstawie tych różnych prób można streścić wyniki w sposób następujący:

### SPALANIE FOSFORU

	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]
Ilość spalonego fosforu . . . . .	1	—	—	—	.489,51
Ilość gazu kwasorodnego potrzebnego do spalania . . . . .	1	.8	—	—	.734,23
Ilość otrzymanego kwasu fosforowego . . . . .	2	.8	—	—	.1223,74
Ilość ciepłika wydzielonego przy połączeniu					
jednego funta fosforu wyrażona przez liczbę					
funtów lodu, które może ona stopić . . . . .	100,00000				48951,00
Ilość ciepłika wydzielana przez każdy funt gazu					
kwasorodnego przy spalaniu fosforu . . . . .	.66,66667				32634,00
Ilość ciepłika, który się wydziela przy powstawaniu					
jednego funta kwasu fosforowego . . . . .	40,00000				19580,40
Ilość ciepłika pozostała w każdym funcie kwasu					
fosforowego . . . . .	.0,00000				

Zakłada się tutaj, że kwas fosforowy nie zawiera wcale ciepłika, co nie jest ściśle prawdziwe: lecz ilość ta (jak już powyżej to zaobserwowano) jest prawdopodobnie bardzo mała i określa się ją jako zerową, tylko z braku możliwości jej ocenienia.

### SPALANIE WĘGLA

	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]
Ilość spalonego węgla . . . . .	1	—	—	—	.489,51
Ilość gazu kwasorodnego zaabsorbowanego					
podczas spalania . . . . .	2	.9	.1	.10	.258,68
Ilość utworzonego kwasu węglowego . . . . .	3	.9	.1	.10	.748,19
Ilość ciepłika wydzielona przy spalaniu jednego					
funta węgla, wyrażona w ilościach funtów lodu,					
które może ona stopić . . . . .	96,50000				47237,71

Ilość ciepłika wydzielanego przez każdy funt gazu kwasorodnego . . . . .	.37,52823	18370,44
Ilość ciepłika, który się wydziela przy powstawaniu jednego funta gazowego kwasu węglowego . . . . .	.27,02024	13226,68
Ilość ciepłika, którą zachowuje funt kwasorodu przy tym spalaniu . . . . .	.29,13844	14263,56
Ilość ciepłika potrzebna do przeniesienia jednego funta kwasu węglowego do stanu gazowego . . . . .	.20,97960	10269,72

### SPALANIE GAZU WODORODNEGO

	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]
Ilość spalonego gazu wodorodnego . . . . .	1	—	—	—	.489,51
Ilość gazu kwasorodnego zużytego do spalania . . . . .	.5	.10	.5	.24	.2773,84
Ilość utworzonej wody . . . . .	.6	.10	.5	.24	.3263,35
Ilość ciepłika wydzielonego przy spaleniu jednego funta gazu wodorodnego . . . . .	.295,58950				144694,01
Ilość ciepłika wydzielonego przez każdy funt gazu kwasorodnego . . . . .	.52,16280				25534,21
Ilość ciepłika, który się wydziela przy powstawaniu jednego funta wody . . . . .	.44,33840				21704,09
Ilość ciepłika, którą zachowuje jeden funt kwasorodu przy spalaniu się z wodorodem . . . . .	.14,50386				7099,78
Ilość ciepłika, którą zachowuje jeden funt wody przy zerze . . . . .	.12,32823				6034,79

### O POWSTAWANIU KWASU AZOTOWEGO<sup>1</sup>

Gdy zwiąże się gaz azotawy<sup>2</sup> z gazem kwasorodnym, aby utworzyć kwas azotowy lub azotawy wydziela się słabe ciepło, jest ono jednak dużo mniejsze niż to, które powstaje przy innych związkach kwasorodu; z czego wynika jako konieczna konsekwencja, że gaz kwasorodny ustalając się w kwasie azotowym zatrzymuje dużą część ciepłika, który był z nim związany w stanie gazowym. Wcale nie jest niemożliwe, by bez wątpliwosci wyznaczyć ilość ciepłika, która

<sup>1</sup> W oryginale: *acide nitrique*.

<sup>2</sup> W oryginale: *gas nitreux* czyli: azot gazowy.



się wydziela podczas połączenia się dwóch gazów i stąd łatwo można wywnioskować o tej [ilości ciepłika], która pozostaje uwiązana w związku. Dotrze się do otrzymania pierwszej z tych wielkości wytwarzając związek gazu azotawego z gazem kwasorodnym w urządzeniu otoczonym lodem: lecz ponieważ w tym związku wydziela się mało ciepłika, wyznaczenie tej ilości może udać się tylko i wyłącznie gdy operuje się na szeroką skalę przyrządami kłopotliwymi i skomplikowanymi; i to właśnie wstrzymywało dotychczas nas, p. de La Place i mnie, przed podjęciem tych pomiarów. W oczekiwaniu można je już zastąpić obliczeniami, które nie powinny bardzo różnić się od prawdy.

Przeprowadziliśmy, p. de La Place i ja, w urządzeniu z lodu wybuch odpowiedniej ilości saetry i węgla i zauważyliśmy, że 1 funt saetry może w ten sposób wybuchając stopić 12 funtów lodu.

Lecz 1 funt saetry, jak to zobaczymy później, zawiera:

	uncje	grosy	grany	grany	[gramy]
Potażu . . . . .	.7	. . . . . 6	.51,54 =	4515,84	. .239,34
Kwasu suchego . . . . .	.8	. . . . . 1	.20,16 =	4700,16	. .249,11

A 8 uncji 1 gros 20,16 grana<sup>3</sup> kwasu są same złożone z:

	uncje	grosy	grany	grany	[gramy]
Kwasorodu . . . . .	.6	. . . . . 3	.66,34 =	3738,34	. .198,13
Czadu <sup>4</sup> . . . . .	.1	. . . . . 5	.25,82 =	981,82	. .52,04

A zatem w rzeczywistości w operacji tej spalono 2 grosy 1 i  $\frac{1}{3}$  grana [6,0007 g] węgla za pomocą 3738,34 granów czyli 6 uncji 3 grosów 66,34 grana kwasorodu; a ponieważ ilość lodu stopiona w tym spalaniu wyniosła 12 funtów [5874,12 g], wynika z tego, że:

Jeden funt gazu kwasorodnego spalany w ten sam sposób topi 29,58320 [14481,27 g]

Dodając do tego jako ilość ciepłika, którą zachowuje jeden

funt kwasorodu w połączeniu z węglem, by utworzyć

kwas węglowy w stanie gazu i która wynosi,

jak widzieliśmy wyżej . . . . .29,13844 [14263,56 g]

Dla całkowitej ilości ciepłika, którą zawiera jeden funt

kwasorodu, gdy jest on połączony w kwasie azotowym

mamy . . . . .58,72164 [28744,83 g]

<sup>3</sup> W oryginale omyłkowo: 8 uncji 1,20 grosa 16 granów (wg Wydania pierwszego), w wydaniu trzecim z 1801 r.: 8 onces 1 gros 20 grains 16 d'acide.

<sup>4</sup> W oryginale: Mofete, Lavoisier tak określił tu azot. Podany przez Lavoisiera stosunek wagi tleny do azotu wskazuje, że ów suchy kwas to NO<sub>3</sub>.

Wdzieliśmy w spalaniu fosforu, że w stanie gazu kwasoród

zawiera co najmniej .....66,66667 [32634,00 g]

A więc łącząc się z azotem, by utworzyć kwas azotowy

traci on jedynie .....7,94502 [3889,17 g]

Z późniejszych doświadczeń dowiemy się, czy ten wynik obliczeń jest zgodny z operacjami bardziej bezpośrednimi.

Ta ogromna ilość ciepłika, którą unosi ze sobą kwasoród w kwasie azotowym wyjaśnia, dlaczego we wszystkich wybuchach saletry, lub ściślej mówiąc, we wszystkich zdarzeniach gdy rozkłada się kwas azotowy, następuje tak wielkie wydzielanie się ciepłika.

### SPALANIE ŚWIECY

Po zbadaniu kilku przypadków prostego spalania podam przykłady spalania bardziej złożonego; rozpocznę od świecy woskowej.

Jeden funt tej substancji spalając się spokojnie w urządzeniu z lodu przeznaczonym do pomiaru ilości ciepłika topi 133 funty 2 uncje 5 i  $\frac{1}{3}$  grosza [65186,40 g] lodu.

A więc 1 funt świecy woskowej zgodnie z doświadczeniami, które już referowałem (*Mém. de l' Acad.*, 1784, s. 606), zawiera:

	uncje	grosy	grany	[gramy]
Węgiel .....	12	5	5	386,46
Wodorod .....	3	2	67	41,79
13 uncji 1 gros 23 granów [402,71 g] węgla według powyżej przedstawionych doświadczeń powinno stopić (funt y lodu) .....	79	39	390	38864,10 g
2 uncje 6 grosów 49 granów [86,721 g] wodorodu powinno stopić (funt y lodu) .....	52	37	605	25638,61 g
' Razem .....	131	76	995	64502,71 g

Widzimy z tych wyników, że ilość ciepłika, który się wydziela, gdy spala się świeca [woskowa] jest dokładnie równa tej ilości, którą otrzymuje się spalając oddzielnie ciężary węgla i wodorodu równe tym, które wchodzi w ich połączenie. Ponieważ doświadczenia nad spalaniem świecy były powtarzane wiele razy, mam powody przypuszczać, że są one dokładne.

### SPALANIE OLEJU Z OLIVEK<sup>5</sup>

Zamknęliśmy w zwykłym przyrządzie lampę, która zawierała znaną ilość oleju z oliwek; a po skończonym doświadczeniu wyznaczyliśmy dokładnie ciężar oleju, który został zużyty i ciężar lodu, który został stopiony; wynikiem było, że 1 funt oleju z oliwek spalając się mógł stopić 148 funtów 14 uncji 1 gros [72879,56 g] lodu.

Ale 1 funt oleju z oliwek według doświadczeń, o których donosiłem (*Mém. de l'Acad.*, 1784) i którego fragment znajduje się w następnym rozdziale, zawiera:

	Uncje	grosy	gran	[gramy]
Węgiel .....	12	5	5	386,46
Wodorod .....	3	2	67	102,97
Spalenie 12 uncji 5 grosów 5 granów węgla powinno stopić				
nie więcej niż (funtów lodu) .....	76	18	723	[37294,41 g]
Spalenie 3 uncji 2 grosów 67 granów wodorodu .....	62	15	053	[30423,31 g]
Razem .....	138	33	776	[67717,72 g]
Stopiło się .....	148	88	330	[72879,86 g]
Wydzielenie się ciepłika było więc znacząco większe, niż				
powinno być o ilość równoważną .....	10	54	554	[5162,15 g]

Ta różnica, która z resztą nie jest bardzo znaczna, może pochodzić albo z nieuniknionych błędów tego rodzaju doświadczeń albo z tego, że skład oleju nie jest jeszcze dość dokładnie znany. Ale z tego wynika, że jest już dużo zgodności w drodze ku doświadczeniom [określającym] względne łączenie się i wydzielanie ciepłika.

To co pozostaje do zrobienia w tym momencie i czym jesteśmy zajęci, to ustalenie ile ciepłika zachowuje kwasoród w swoich związkach z metalami, aby je zamienić w kwasorodki; ile zachowuje go wodorod w różnych stanach, w których może on występować; w końcu [należy] poznać w sposób dokładniejszy ilość ciepłika, która się wydziela podczas powstawania wody. W tych oznaczeniach pozostaje nam dość duża niepewność, którą koniecznie trzeba usunąć przez dalsze doświadczenia. Jako że te różne sprawy, mamy nadzieję, będą wkrótce dobrze znane, będziemy zmuszeni prawdopodobnie dokonać poprawek, może nawet dość znacznych, do większości wyników, które zaraz przedstawię; lecz nie sądziłem, by był to powód opóźnienia pomocy tym, którzy mogą zaprzagnąć pracować w tym samym celu. Trudno jest, gdy poszukuje się elementów nowej nauki, by nie rozpoczynać przez przybliżenia; i rzadko byłoby możliwe doprowadzić ją od pierwszego rzutu do jej stanu doskonałości.

<sup>5</sup> Mimo że prawidłowym tłumaczeniem *l'huile d'olive* byłoby oliwa, zachowuję sformułowanie Lavoisiera ponieważ chodzi tu ogólniej o przykład substancji olejistej.

## ROZDZIAŁ X

## O połączeniach substancji palnych jednych z drugimi

Substancje palne są to w ogólności takie, które mają naturalną skłonność do kwasorodu, z czego wynika, że powinny one mieć znaczne powinowactwo między sobą: *qua sunt eadem uni tertio sunt eadem inter se*; i to jest to, co się w istocie obserwuje. Prawie wszystkie metale, na przykład, są podatne, by wiązać się jedne z drugimi i z tego powstaje rząd ciał złożonych zwanych stopami w użytku powszechnym. Nic nie przeszkadza, byśmy przyjęli to wyrażenie; tak więc powiemy, że większość metali stapia się jedne z drugimi; że stopy, jak wszystkie związki podatne są do jednego lub większej ilości stopni nasycenia: że substancje metaliczne są w tym stanie ogólnie bardziej kruche niż metale czyste, przede wszystkim ponieważ stapiane metale mają bardzo różne stopnie topliwości; w końcu dorzucimy, że to ta różnica stopni topliwości metali jest przyczyną szczególnych zjawisk, które przejawiają metale, takie na przykład, jak właściwość, którą mają niektóre gatunki żelaza łamania się na gorąco. Te żelaza muszą być uważane za stop żelaza czystego, metalu prawie nie topliwego, z małą ilością innego metalu, jakkolwiek by on był, który topi się w dużo łagodniejszym cieple. Póki tego gatunku stop jest chłodny i oba metale są w stanie stałym, może on być klepany: lecz gdy się go podgrzeje do stopnia wystarczającego, by topił się ten z dwu metali, który jest bardziej topliwy, części ciekłe rozmieszczone pomiędzy częściami stałymi mogą zerwać ciągłość roztworu i żelazo staje się kruche.

Oдноśnie stopów rtęci z metalami zwykło się je nazywać amalgamatami i nie widzieliśmy żadnej niewygody w zatrzymaniu tego nazwania.

Siarka, fosfor, węgiel są również podatne, by wiązać się z metalami; związki siarki były zwykle nazywane pirydami; inne w ogóle nie zostały nazwane, lub otrzymały nazwy tak współcześnie, że nic nie przeszkadza, by były one zmienione.

Nadaliśmy pierwszym z tych związków nazwę siarczków<sup>1</sup>, drugim nazwę fosforków<sup>2</sup>, w końcu trzecim nazwę węglików<sup>3</sup>. Tak więc siarka, fosfor, węgiel ukwasorodnione tworzą kwasorodki lub kwasy; lecz gdy tworzą one związki nie będąc wcześniej ukwasorodnione tworzą one siarczki, fosforki, węgliki. My rozciągamy nawet te nazwania na związki alkaliczne; tak więc określamy nazwą siarczku potażu związek siarki z potażem, czyli ze stałym alkali roślinnym, a pod nazwą siarczku amonowego<sup>4</sup> związek siarki z lotnym alkali czyli amoniakiem.

Wodorod, substancja wybitnie palna, jest również podatna, by wiązać się z wielką liczbą substancji palnych. W stanie gazu rozpuszcza on węgiel, siarkę,

<sup>1</sup> W oryginale: *sulfures*.

<sup>2</sup> W oryginale: *phosphures*.

<sup>3</sup> W oryginale: *carbures*.

<sup>4</sup> W oryginale: *sulfure d'ammoniaque*.



fosfor i wiele metali. Określamy te związki nazwami gazu wodorodnego węglatego<sup>5</sup>, gazu wodorodnego siarczystego<sup>6</sup>, gazu wodorodnego fosforycznego<sup>7</sup>. Druzi z tych gazów, gaz wodorodny siarczysty, to ten który chemicy nazywali *gazem hepaticznym* i który Scheele nazwał *cuchnącym gazem siarki*; to jemu niektóre wody mineralne zawdzięczają swą wartość; również od jego wyziewów odchody zwierzęce mają cuchnący odór. Odnośnie gazu wodorodnego fosforycznego zwraca uwagę jego właściwość, że samorzutnie zapala się on, gdy styka się z powietrzem, a jeszcze bardziej gdy z gazem kwasorodnym, jak to odkrył p. Gengembre. Gaz ten ma odór zgniłej ryby i jest prawdopodobne, że wydziela ona w istocie prawdziwy gaz wodorodny fosforyczny z gnijącego ciała.

Gdy wodorod i węgiel łączą się, lecz wodorod nie był doprowadzony do stanu gazu przez cieplik, powstaje szczególny związek znany jako olej i ten olej jest stały lub lotny zależnie od proporcji wodorodu i węgla.

Nie będzie tu niepotrzebnym zwrócić uwagę, że główne cechy, które różnią oleje stałe wydobywane z roślin przez tłoczenie od olejów lotnych czyli eterycznych, jest to, że pierwsze zawierają nadmiar węgla, który się wydziela, gdy się je ogrzewa powyżej stopnia wrzenia wody: oleje lotne, przeciwnie, są utworzone z bardziej właściwej proporcji węgla i wodorodu i nie są podatne na rozkład przy stopniu ciepła wyższym od wrzącej wody; oba początki, które je tworzą, pozostają połączone; wiążą się one z cieplikiem, aby utworzyć gaz i w tym to stanie te oleje poddają się destylacji.

Przedstawiłem dowód, że oleje są w ten sposób złożone z wodorodu i z węgla, w doniesieniu wydrukowanym w *Receuil de l'Académie* rok 1784 str. 593. Można tam zobaczyć, że oleje stałe paląc się w gazie kwasorodnym zmieniają się w wodę i kwas węglowy i że stosując obliczenia do doświadczenia [stwierdzamy], że są one złożone z 21 części wodorodu i z 79 części węgla. Możliwe, że oleiste substancje stałe, takie jak воск, zawierają ponadto nieco kwasorodu, któremu zawdzięczają swój stan stały. Jestem zresztą zajęty obecnie doświadczeniami, które spowodują wielki rozwój tej całej teorii.

Jest to zagadnienie godne zbadania, by wiedzieć, czy wodorod jest podatny do wiązania się z siarką, fosforem, a nawet metalami w stanie zgęstniałym. Nic bez wątpienia nie wskazuje *a priori*, że takie związki są niemożliwe, ponieważ skoro ciała palne są w ogólności podatne do wiązania się jedne z drugimi, nie widać, dlaczego wodorod miał być wyjątkiem. Ale w tym samym czasie żadne doświadczenie jeszcze nie dowodzi ani możliwości, ani niemożliwości takiego

<sup>5</sup> W oryginale: *gas hydrogène carboné*. Nazwa wg Śniadeckiego (1816), Zdzitowiecki (1850) zmienia ją na *węglo-wodor* czyli *wodor węglowy*.

<sup>6</sup> W oryginale: *gas hydrogène sulfuré*. Nazwa wg Śniadeckiego (1816), Zdzitowiecki (1850) zmienia ją na *siarko-wodor*.

<sup>7</sup> W oryginale: *gas hydriogène phosphoré*, Nazwa wg Śniadeckiego (1816), Zdzitowiecki (1850) zmienia ją na *fosforek wodoru*.

związku. Żelazo i cynk ze wszystkich metali są tymi, co do których ma się największe prawo przypuszczać [istnienia] związków z wodorodem; lecz równocześnie te metale mają zdolność rozkładania wody; a jako że w doświadczeniach chemicznych trudno jest uwolnić się od ostatnich śladów wilgoci, nie łatwo można być pewnym, czy małe ilości gazu wodorodnego, które otrzymuje się w niektórych doświadczeniach z metalami, były z nimi związane czy też pochodzą one z rozkładu kilku molekuł wody. To co jest pewne, to że im więcej troski wkładamy w usunięcie wody w tego rodzaju doświadczeniach, tym bardziej zmniejsza się ilość wodorodu i z bardzo wielkimi ostrożnościami dochodzi się do tego, że ilości te są prawie niezauważalne.

Jakkolwiek by było, czy że ciała palne, mianowicie siarka, fosfor i metale mogą, czy że nie mogą absorbować wodorodu, można przynajmniej zapewnić, że wiążą się tylko w bardzo małych ilościach i że ten związek, daleki by być istotny dla ich konstytucji, może być uznany tylko jako obcy dodatek, który zmienia ich czystość. To zresztą [skierowane jest] do tych, którzy podjęli się dowieść przez decydujące doświadczenia istnienia tego wodorodu i dotychczas przedstawili tylko podejrzenia oparte na przypuszczeniach.

## ROZDZIAŁ XI

### **Rozważania nad kwasorodkami i kwasami wielu podstaw i nad składem substancji roślinnych i zwierzęcych.**

Badaliśmy w rozdziale V i w rozdziale VIII, jaki jest wynik spalania i ukwasorodnienia czterech substancji prostych, fosforu, siarki, węgla i wodorodu: wykazaliśmy w rozdziale X, że proste substancje palne są podatne, by wiązać się jedne z drugimi, by wytworzyć złożone ciała palne i zaobserwowaliśmy, że oleje w ogólności, a szczególnie roślinne oleje stałe należą do tej klasy i że wszystkie one są złożone z wodorodu i węgla. Pozostaje nam omówić w tym rozdziale ukwasorodnienie złożonych ciał palnych, by wykazać, że istnieją kwasy i kwasorodki o podstawach podwójnych i potrójnych, że przyroda dostarcza nam na każdym kroku tego przykładów i że głównie przez tego rodzaju związki umożliwiła ona utworzenie przez tak małą liczbę pierwiastków czyli ciał prostych tak bardzo różnorodne wyniki.

Zauważono bardzo dawno, że mieszając razem kwas muriatyczny<sup>1</sup> i kwas azotowy otrzymuje się kwas mieszany, który ma właściwości bardzo różne od właściwości [każdego z] dwu kwasów, z których jest on złożony. Ten kwas stał się sławnym wskutek właściwości, że rozpuszcza on złoto *króla metali* w języku alchemicznym i stąd dano mu wspaniałe określenie *wody królewskiej*. Ten zmieszany

<sup>1</sup> T.zn. kwas solny.

kwasy, jak to przekonywująco wykazał p. Berthollet, ma szczególne właściwości zależne od połączonego działania jego dwu podstaw dających się ukwasić i z tego powodu sądził, że należy mu zachować odrębne nazwanie. Najbardziej odpowiednią wydała się nam nazwa kwasu nitromuriatycznego, ponieważ wyraża ona naturę obu substancji, które wchodzi w jego skład.

Lecz to zjawisko, które było obserwowane tylko dla kwasu nitromuriatycznego, występuje stale w królestwie roślinnym: bardzo rzadko można tam znaleźć prosty kwas, to znaczy taki który składa się tylko z jednej podstawy dającej się ukwasić. Wszystkie kwasy tego królestwa mają za podstawę wodorod i węgiel, niekiedy wodorod, węgiel i fosfor, wszystko połączone z bardziej lub mniej znaczącą proporcją kwasorodu. W królestwie roślinnym istnieją również kwasorodki, które są utworzone z tych samych podstaw podwójnych i potrójnych, lecz z mniejszej ilości kwasorodu.

Kwasy i kwasorodki królestwa zwierzęcego są jeszcze bardziej złożone; większość z nich składa się z czterech podstaw dających się ukwasić, z wodorodu, węgla, fosforu i azotu.

Nie będę się tu bardzo rozwodził na ten temat, na który niedawno wytworzyłem sobie pojęcia jasne i metodyczne: omówię go bardziej wyczerpująco w Doniesieniach, które przygotowuję dla Akademii. Większa część moich doświadczeń jest wykonana, lecz konieczne jest, bym je powtórzył i zwiększył ich ilość, aby móc przedstawić dokładne wyniki ilościowe. Zadowolę się więc przedstawieniem krótkiego wyliczenia kwasorodków i kwasów roślinnych i zwierzęcych i zakończę ten rozdział kilkoma refleksjami nad budową roślinną i zwierzęcą.

Kwasorodkami roślinnymi o dwu podstawach są cukry, różne gatunki gumy<sup>2</sup>, które zebraliśmy pod nazwą rodzajową śluzu i krochmal. Te trzy substancje mają jako rodniki wodorod i węgiel, są razem związane w taki sposób, że tworzą tylko jedną podstawę i są doprowadzone do stanu kwasorodka przez pewną ilość kwasorodu; różnią się one tylko proporcją początków, z których składa się podstawa. Można przeprowadzić je ze stanu kwasorodka do stanu kwasu wiążąc je z nową ilością kwasorodu i w ten sposób zależnie od stopnia ukwasorodnienia i proporcji wodorodu i węgla tworzy się różne kwasy roślinne.

Nie chodzi teraz o to, by do terminologii kwasów i kwasorodków roślinnych zastosować zasady, które uprzednio ustaliliśmy dla kwasów mineralnych, lecz by nadać im nazwy zgodne z naturą dwu substancji, które tworzą ich podstawę. Kwasorodki i kwasy roślinne będą więc kwasorodkami i kwasami wodorowęglawymi<sup>3</sup>:

<sup>2</sup> Określenie *gumy* oznaczało u Śniadeckiego (1817) klejowate składniki roślinne, które po rozpuszczeniu w wodzie stawały się klejem

<sup>3</sup> W oryginale: *hydro-carboneux*. Określenia wprowadzone w rozdziale XI przez Lavoisiera nie przyjęły się i nie mają odpowiedników w polskiej literaturze chemicznej I połowy XIX wieku. Stosowane tu polskie określenia są neologizmami utworzonymi tylko dla potrzeb niniejszego tłumaczenia.

ponadto ta metoda ma jeszcze tę korzyść, że może ona wskazać bez omówień, który z początków jest w nadmiarze, jak to wyobraził sobie p. Rouelle dla ekstraktów roślinnych: nazywał on ekstrakto-żywicznymi te ekstrakty, w których ekstrakt dominuje, a żywiczno-ekstrakcyjnymi te, w których nadmiar miała żywica.

Wskutek tych samych zasad i odmieniając końcówki, aby jeszcze bardziej rozwinąć ten język, będziemy mieli dla określenia kwasów i kwasorodków roślinnych następujące nazwy:

kwasorodek wodorowęgławy<sup>4</sup>,  
 kwasorodek wodorowęglowy<sup>5</sup>;  
 kwasorodek węglowodorawy<sup>6</sup>,  
 kwasorodek węglowodorowy;  
 kwas wodorowęgławy,  
 kwas wodorowęglowy;  
 kwas wodorowęglowy ukwasorodniony;  
 kwas węglowodorawy,  
 kwas węglowodorowy,  
 kwas węglowodorowy ukwasorodniony.

Jest możliwe, że ta różnorodność języka będzie wystarczająca, by wyrazić wszystkie różnorodności, których nam dostarcza przyroda i w miarę, jak kwasy roślinne będą lepiej poznane, ułożą się one w sposób naturalny i niejako same zmieszczą się w jego ramach. Lecz dużo jeszcze brakuje, byśmy byli w stanie przeprowadzić metodyczną klasyfikację tych substancji; wiemy, jakie są początki, które je tworzą i nie mam pod tym względem żadnej wątpliwości; lecz [ich] proporcje są jeszcze nieznanne. Te rozważania skłoniły nas, byśmy prowizorycznie zachowali dawne nazwy; i jeszcze obecnie, gdy jestem już trochę bardziej zaawansowany w tej dziedzinie, niż gdy byłem w okresie, gdy ukazał się nasz szkic o terminologii, robiłbym sobie wyrzuty, gdybym wysnuwał wnioski zbyt decydujące z doświadczeń, które nie są jeszcze dość dokładne: lecz zgadzając się, że ta część Chemii utknęła, mogę dorzucić nadzieję, że wkrótce zostanie ona rozjaśniona.

Czuję się bardziej jeszcze zmuszony, by przyjąć to samo postanowienie dotyczące kwasorodków i kwasów o trzech i czterech podstawach, których wielką liczbę przykładów dostarcza królestwo zwierzęce i które niekiedy spotyka się też w królestwie roślinnym. Azot na przykład wchodzi w skład kwasu pruskiego; jest tutaj złączony z wodorodem i z węglem, aby utworzyć podstawę potrójną; wchodzi on też, w co można wierzyć, w kwas gallasowy. Wreszcie prawie wszystkie

<sup>4</sup> W oryginale: *oxyde hydro-carboneux*.

<sup>5</sup> W oryginale: *oxyde hydro-carbonique*.

<sup>6</sup> W oryginale: *oxyde carbone-hydreux*.



kwasy zwierzęce mają jako podstawę azot, fosfor, wodorod i węgiel. Do terminologii, która podejmowałaby równoczesne wyrażenie tych czterech podstaw, nie byłoby metodycznych zastrzeżeń; przedstawiałaby korzyść wyrażania pojęć jasnych i [ściśle] określonych; lecz takie nagromadzenie rzeczowników i przymiotników greckich i łacińskich, których nawet chemicy nie przyjęli jeszcze do powszechnego użytku, wydawałoby się językiem barbarzyńskim, równie trudnym do zapamiętania, jak do wymówienia. Zresztą doskonałość nauki powinna wyprzedzać doskonałość języka, a wiele brakuje, by ta część Chemii doszła do punktu, do którego dojdzie ona pewnego dnia. Jest więc nieodzowne by, przynajmniej na razie, zachować dawne nazwy dla zwierzęcych kwasów i kwasorodków. Pozwoliliśmy sobie tylko na wprowadzenie kilku niewielkich modyfikacji; na przykład stosowania końcówki «awy» dla nazw tych, w których podejrzewamy, że dający się ukwasić początek jest w nadmiarze i określania przeciwnie przez «owy» nazw tych, co do których mamy prawo sądzić, że kwasorod przeważa.

Kwasów roślinnych, które znamy dotychczas, jest 13, a mianowicie:

Kwas octawy	Kwas pyro-śluzawy
Kwas octowy	Kwas pyro-drzewawy <sup>7</sup>
Kwas szczawiowy	Kwas gallasowy
Kwas winawy	Kwas benzoesowy
Kwas pyro-winawy	Kwas komforowy
Kwas cytrynowy	Kwas bursztynowy <sup>8</sup>
Kwas jabłkowy	

Chociaż wszystkie te kwasy, jak o nich powiedziałem, są głównie i prawie wyłącznie złożone z wodorodu, węgla i kwasorodu, nie zawierają one jednak, właściwie mówiąc, ani wody, ani kwasu węglowego, ani oleju, lecz wyłącznie początki, właściwe by je utworzyć. Siły przyciągania, które wzajemnie na siebie wywierają wodorod, węgiel i kwasorod, są w tych kwasach w stanie równowagi, która może istnieć tylko w temperaturze, w której żyjemy: chociaż gdy się je ogrzeje powyżej stopnia wody wrzącej, równowaga jest złamana; kwasorod i wodorod się łączą, by stworzyć wodę; jedna część węgla łączy się z wodorodem, by stworzyć olej; tworzy się również kwas węglowy przez związanie węgla i kwasorodu; w końcu zawsze znajduje się pewien nadmiar węgla, który pozostaje wolny. To jest to, co zamierzam rozwinąć trochę szerzej w następnym rozdziale.

<sup>7</sup> A. Chodkiewicz, (*Chemia*, t V, str.270, rok 1817) omawia pierwiastek drzewowy (*principium ligni*).

<sup>8</sup> W oryginale kolejno: *L'acide acéteux* (obecnie używany w znaczeniu kwasu octowego), *L'acide acétique* (obecnie używane dla substancji zawierających kwas octowy), *L'acide oxalique*, *L'acide tartareux*, *L'acide pyro-tartareux*, *L'acide citrique*, *L'acide malique*, *L'acide pyro-muqueux*, *L'acide pyro-ligneux*, *L'acide gallique*, *L'acide benzoïque*, *L'acide camphorique*, *L'acide succinique*.

Kwasorodki królestwa zwierzęcego są jeszcze mniej znane niż te królestwa roślinnego, a ich liczba jest jeszcze nieokreślona. Część czerwieni krwi, limfa, prawie wszystkie wydzieliny są prawdziwymi kwasorodkami i z tego punktu widzenia ważne jest, by je badać.

Jeśli chodzi o kwasy zwierzęce, to liczba tych, które są znane, ogranicza się obecnie do sześciu; jest jeszcze prawdopodobne, że kilka tych kwasów wchodzi jeden w drugi, lub przynajmniej różnią się tylko w sposób mało dostrzegalny. Te kwasy to:

Kwas mleczny	Kwas mrówkowy
Kwas cukro-mleczny	Kwas łożowy
Kwas jedwabnikowy	Kwas prusowy (pruski) <sup>9</sup> .

Nie umieszczam kwasu fosforowego wśród kwasów zwierzęcych, ponieważ należy on jednakowo do trzech królestw.

Połączenia początków, które tworzą kwasy i kwasorodki zwierzęce nie są bardziej trwałe niż te, które tworzą kwasy i kwasorodki roślinne; wystarczy bardzo niewielka zmiana temperatury, by je zakłócić i to, mam nadzieję, uczynić bardziej widocznym za pomocą doświadczeń, które omówię w następnym rozdziale.

## ROZDZIAŁ XII

### Rozkład substancji roślinnych i zwierzęcych przez działanie ognia

Aby dobrze zrozumieć, co zachodzi w trakcie rozkładu substancji roślinnych przez ogień, trzeba nie tylko rozważyć istotę początków, które wchodzi w ich skład, lecz również różne siły przyciągania, które wywierają molekuly tych początków jedne na drugie i w tym samym czasie siły, które wywiera na nie ciepłik.

Początki rzeczywiście tworzące rośliny, ograniczają się do trzech, jak to właśnie wyłożyłem w poprzednim rozdziale: wodorod, kwasorod i węgiel. Nazywam je tworzącymi, bowiem są one wspólne dla wszystkich roślin, ponieważ rośliny bez nich nie mogą istnieć; w odróżnieniu od wszystkich innych substancji, które są istotne tylko dla niektórych roślin, lecz nie ogólnie dla wszystkich.

Z tych trzech początków, dwa – wodorod i kwasorod wykazują znaczną skłonność do łączenia się z ciepłikiem i do przemienienia się w gaz; podczas gdy węgiel przeciwnie, jest początkiem stałym, który ma bardzo małe powinowactwo do ciepłika.

Z drugiej strony kwasorod, który mniej więcej z jednakową siłą stara się łączyć bądź z wodorodem, bądź z węglem w temperaturze normalnej w której

<sup>9</sup> W oryginale kolejno: *L'acide lactique*, *L'acide saccho-lactique*, *L'acide bombique*, *L'acide formique*, *L'acide sébacique*, *L'acide prussique*.

żyjemy, w stopniu czerwone go ciepła ma, przeciwnie, więcej powinowactwa do węgla; w konsekwencji w tym stopniu kwasorod porzuca wodorod i łączy się węglem, by utworzyć kwas węglowy<sup>1</sup>.

Będę się posługiwał wyrażeniem *ciepło czerwone*, chociaż nie wyraża ono ściśle określonego stopnia ciepła, lecz jednak jest ono dużo lepsze niż ciepło wody wrzącej.

Chociaż daleko nam do tego, by znać wartości wszystkich sił i by móc wyrazić energię liczbami, co najmniej jesteśmy pewni dzięki temu, co dzieje się codziennie na naszych oczach, że jakkolwiek są one zmienne zależnie od stopnia temperatury, lub co jest tym samym, zależnie od ilości ciepłika, z którym są związane, są one wszystkie mniej więcej w równowadze w temperaturze, w której żyjemy; tak więc rośliny nie zawierają ani oleju, ani wody, ani kwasu węglowego<sup>2</sup>, lecz zawierają pierwiastki tych wszystkich substancji. Wodorod nie jest wcale związany ani [tylko] z kwasorodem ani [tylko] z węglem i nawzajem; ale te trzy substancje tworzą związki potrójne, z czego wynika spoczynek i równowaga.

Mała zmiana temperatury wystarczy, aby zmienić cały układ związków, jeśli można posłużyć się takim wyrażeniem. Jeśli temperatura, na którą wystawiona jest roślina, nie wiele przekracza temperaturę wrzącej wody, wodorod i kwasorod ponownie łączą się i tworzą wodę, która uchodzi w czasie destylacji; część wodorodu i węgla łączy się, by utworzyć lotny olej, inna część węgla pozostaje wolna i jako początek najbardziej trwałe pozostaje w retorcie. Ale jeśli zamiast ciepła zbliżonego do wrzącej wody zastosuje się do substancji roślinnej czerwone ciepło, wtedy już woda się nie tworzy, a raczej nawet ta, która mogła powstać przez pierwsze działanie ciepła, rozkłada się; kwasorod łączy się z węglem, do którego ma w tym stopniu [ciepła] więcej powinowactwa; tworzy się kwas węglowy, a wodorod stając się wolnym uchodzi pod postacią gazu łącząc się z ciepłikiem. W tym stopniu [ciepła] nie tylko nie tworzy się wcale olej, lecz jeśli się taki utworzy, rozłoży się.

Widać więc, że rozkład materii roślinnych przy tym stopniu [ciepła] zachodzi na mocy gry dwojakich i trojakich powinowactw i podczas gdy węgiel przyciąga kwasorod, by utworzyć kwas węglowy, ciepłik przyciąga wodorod, by wytworzyć gaz wodorodny.

Prawie nie ma substancji roślinnej, której destylacja nie dawałaby dowodów tej teorii, o ile można wymagać, by słowo to w sposób prosty wyrażało fakty.

<sup>1</sup> Lavoisier ma na myśli dwutlenek węgla.

<sup>2</sup> PRZYPIS LAVOISIERA: Należy rozumieć, że rozważam tutaj rośliny doprowadzone do stanu zupełnej suchości, a odnośnie do oleju nie zamierzam tu mówić o roślinach, które go dostarczają bądź przez tłoczenie na zimno, bądź przez ciepło, które nie przekracza ciepła wrzącej wody. Nie chodzi tu o olej empireumatyczny, który się otrzymuje przez destylację na otwartym ogniu w stopniu ognia wyższym od wrzącej wody. To jest ten olej, o którym donosiłem jako o produktach operacji.

Można zażreć, co publikowałem na ten temat w tomie Akademii w 1786 roku.

Gdy destyluje się cukier, jeśli tylko podda się go ciepłu niższemu niż ciepło wrzącej wody, straci on jedynie nieco wody krystalizacyjnej, pozostanie on zawsze cukrem i zachowa wszystkie jego właściwości: lecz jeśli wystawi się go na ciepło choć trochę wyższe od ciepła wody wrzącej, czernieje on; część węgla oddziela się od związku, w tym samym czasie wydziela się woda lekko kwaśna i trochę oleju; węgiel, który pozostaje w retorcie, stanowi blisko trzecią część pierwotnego ciężaru.

Gra powinowactw jest jeszcze bardziej skomplikowana w roślinach zawierających azot, jak kapustowate i te zawierające fosfor; lecz jako że te substancje wchodzi tylko w niewielkich ilościach w ich związki, nie wnoszą one wielkich zmian, przynajmniej w wyglądzie, w zjawisku destylacji; wydaje się, że fosfor pozostaje związany z węglem, który przekazuje mu stałość. Co do azotu, to łączy się on z wodorodem, by utworzyć amoniak, czyli lotne alkali.

W przypadku substancji zwierzęcych, które są złożone mniej więcej z tych samych początków co rośliny kapustowate, ich destylacja prowadzi do tych samych wyników; lecz jako że zawierają one więcej wodorodu i więcej azotu, wydzielają one więcej oleju i więcej amoniaku. Aby zapoznać [czytelnika] z jaką dokładnością teoria ta zdaje sprawę ze zjawisk, które zachodzą w trakcie destylacji substancji zwierzęcych, przywołajmy pospolite *oleje Dippela*. Oleje te, otrzymywane za pomocą pierwotnej destylacji otwartym ogniem, są ciemne, ponieważ zawierają nieco prawie wolnego węgla; lecz stają się białe po rektyfikacji. Węgiel tak słabo trzyma się swych związków, że oddziela się od nich przez proste wystawienie na powietrze. Jeżeli umieści się oleje dobrze oczyszczone, a więc białe, przezroczyste i przejrzyste pod kloszem wypełnionym gazem kwasorodnym, w krótkim czasie objętość gazu zmniejszy się i zostanie zaabsorbowany przez olej. Kwasorod wiąże się z wodorodem oleju, by utworzyć wodę, która opada na dno; a w tym samym czasie część węgla, która była związana z wodorodem staje się wolna, co przejawia się przez jego czarną barwę. Z tego to powodu oleje te nie pozostają białymi i jasnymi, chyba że się je zamknie we flakonach dobrze zakorkowanych, a one ciemnieją, gdy tylko zetkną się z powietrzem.

Kolejna rektyfikacja tych samych olejów dostarcza innego zjawiska, potwierdzającego tę teorię. Za każdym razem, gdy się je destyluje, pozostaje nieco węgla na dnie retorty, a w tym samym czasie tworzy się nieco wody przez wiązanie kwasorodu powietrza w naczyniu z wodorodem oleju. Ponieważ to samo zjawisko zachodzi przy każdej destylacji tego samego oleju, wynika z tego, że przy końcu dużej liczby kolejnych rektyfikacji, szczególnie gdy stosujemy trochę silniejszy ogień i naczynie o trochę większej objętości, cały olej zostanie rozłożony i doprowadzi się do całkowitej jego przemiany w wodę i węgiel. To całkowite rozłożenie oleju przez powtarzane rektyfikacje jest znacznie dłuższe i znacznie trudniejsze, gdy stosujemy naczynia o małej pojemności, a zwłaszcza przy łagodniejszym



stopniu ognia, nieco wyższym od stopnia wrzącej wody. Przedłożę Akademii w osobnym Doniesieniu szczegóły moich doświadczeń nad tym rozkładem oleju; lecz to, co powiedziałem, wydaje mi się wystarczające, by przedstawić dokładne pojęcia o składzie substancji roślinnych i zwierzęcych i ich rozkładzie przez ogień.

## ROZDZIAŁ XIII

### O rozkładzie kwasorodków roślinnych przez fermentację winową

Wszyscy wiedzą jak przygotowuje się wino, jabłecznik<sup>1</sup>, miód pitny i w ogólności wszystkie sfermentowane napoje wysokokowe. Wyciska się sok winogron i jabłek; rozcieńcza się ten ostatni wodą, ciecz umieszcza się w wielkiej kadzi i trzyma się ją w miejscu, w którym temperatura wynosi co najmniej 10° termometru Réaumur [12,5°C]. Wkrótce rozpoczyna się tam szybki proces fermentacji, liczne pęcherzyki powietrza rozrywają powierzchnię, a gdy fermentacja osiąga swój okres najwyższy, liczba pęcherzyków jest tak duża, ilość gazu, który się wydziela jest tak znaczna, że można sądzić, że ciecz znajduje się nad rozpalonym żarem, który wzbudza gwałtowne wrzenie. Gaz, który się wydziela, to kwas węglowy i gdy się go starannie zbierze, jest on całkiem czysty i wolny od domieszek wszystkich innych rodzajów powietrza czyli gazów.

Sok winogron, łagodny lub słodzony, jaki by był, zmienia się przy tej operacji w ciecz bogatą w wino, która, gdy fermentacja jest zakończona, nie zawiera już cukru i z której można wydobyć przez destylację ciecz palną, która znana jest w handlu i rzemiosłach jako wyskok winny. Odczuwa się, że choć ta ciecz jest wynikiem fermentacji substancji zawierającej cukier, jakkolwiek dostatecznie rozcieńczonej wodą, byłoby to sprzeczne z zasadami naszej terminologii nazywać ją raczej wyskokiem winnym niż wyskokiem jabłecznika lub wyskokiem sfermentowanego cukru. Zostaliśmy więc zmuszeni przyjąć nazwę bardziej ogólną, a więc nazwę alkoholu, która doszła do nas od Arabów i wydaje się nam właściwą dla naszego przedmiotu.

Ta operacja jest jedną z najbardziej zaskakujących i najbardziej niezwykłych ze wszystkich, które dostarcza nam chemia i musimy zbadać, skąd pochodzi gazowy kwas węglowy, który się wydziela, skąd pochodzi palny wyskok, który się tworzy i w jaki sposób ciało słodkie, roślinny kwasorodek, może się tak przetworzyć w dwie tak różne substancje, z których jedna jest palna, a druga zdecydowanie niepalna. Widać, że aby dojść do rozwiązania tych dwu zagadnień, trzeba wprawdzie dobrze poznać rozkład<sup>2</sup> i właściwości ciał mogących ulegać fermentacji i produkty fermentacji; **ponieważ nic nie tworzy się ani w operacjach**

<sup>1</sup> W oryginale: *cidre*.

<sup>2</sup> W oryginale: *l'analyse*.

sztucznych, ani w operacjach przyrody i można przyjąć za zasady, że w całej operacji ta sama ilość materii istnieje przed i po operacji; że jakość i ilość początków [t.zn. pierwiastków] jest ta sama i występują jedynie zmiany, modyfikacje [wyróżnienie moje – R.M.]<sup>3</sup>.

Oto zasada, na której oparte jest całe rzemiosło wykonywania doświadczeń w Chemii: należy [zatem] zakładać we wszystkim rzeczywistą równość lub zrównanie<sup>4</sup> między początkami ciała, które się bada, a tymi, które się wydobywa przez analizę. Tak więc ponieważ moszcz winogronowy daje gazowy kwas węglowy i alkohol, mogę powiedzieć, że

moszcz winogronowy = kwas węglowy + alkohol.

Wynika stąd, że można na dwa sposoby wyjaśnić to, co zachodzi podczas fermentacji winowej; pierwszy, to określając dobrze właściwości początków ciał fermentujących; drugi, to obserwując dokładnie produkty, które powstają w trakcie fermentacji i jest oczywiste, że informacje, które można uzyskać z pierwszych, prowadzą do miarodajnych wniosków o właściwościach drugich i na odwrót.

Jest istotne według tego, do czego przywiązuję wagę, by dobrze znać początki ciał fermentujących. Rozumie się, że aby do tego dojść, nie badałem bardzo złożonych soków owocowych, których dokładna analiza byłaby może niemożliwa. Ze wszystkich ciał podatnych do fermentacji wybrałem najprostsze; cukier, którego analiza jest łatwa i którego właściwości już przedtem poznałem. Przypominam, że substancja ta jest prawdziwym roślinnym kwasorodkiem, kwasorodkiem o dwu podstawach; że jest on złożony z wodorodu i z węgla doprowadzonego do stanu kwasorodku przez pewną proporcję kwasorodu i że te trzy początki są w stanie równowagi i bardzo słaba siła wystarczy do jej zaburzenia: długi szereg doświadczeń wykonywanych rozmaitymi sposobami, które ja wiele razy powtarzałem, wskazał mi, że proporcje początków, które wchodzi w skład cukru są mniej więcej następujące:

Wodorodu .....	8 części
Kwasorodu .....	64 ”
Węgla .....	28 ”
Razem .....	100 części <sup>5</sup>

<sup>3</sup> To wyróżnione przeze mnie zdanie jest często przytaczane jako pierwsze w historii sformułowanie prawa zachowania masy. W rzeczywistości jest to tylko kolejne sformułowanie tego prawa, czego dowodzi też zaczynające to zdanie słowo: «ponieważ», prawie zawsze w cytatach opuszczane. Istotną nowością tego sformułowania jest odniesienie prawa zachowania do poszczególnych pierwiastków, a nie tylko do całej materii, jak to było w poprzednich sformułowaniach. Ze względu na ważność tego sformułowania przytaczam je w oryginale: *car rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, et l'on peut poser en principes que dans toute opération, il y a une égale quantité de matiere avant et après l'opération; que la qualité et la quantité des principes est la même, et qu'il n'y a que des changements, des modufications.*

<sup>4</sup> W oryginale: *égalité ou équation.*

<sup>5</sup> Z wzoru  $C_6H_{12}O_6$  wynika, że powinno być wodoru 6,7 części, tlenu 53,3 części, węgla 40 części.

Aby spowodować fermentację cukru trzeba wpięrow rozcieńczyć go 4 częściami wody. Lecz woda i cukier zmieszane razem w jakichkolwiek proporcjach nigdy same nie sfermentują i między początkami tego związku będzie zawsze istniała równowaga, o ile nie zerwie się jej w jakikolwiek sposób. Nieco drożdży piwnych wystarczy, by wywołać ten efekt i spowodować pierwszy krok fermentacji; dalej postępuje ona sama z siebie aż do końca. Gdzie indziej zdam sprawę z wpływu drożdży i ogólnie fermentów. Zwykle stosowałem 10 funtów drożdży w formie ciasta na 1 kwintal cukru i ilość wody równą czterokrotnemu ciężarowi cukru: tak więc ciecz fermentująca składała się następująco: podaję tutaj wyniki mych doświadczeń, tak jak je otrzymałem zachowując nawet ułamki, które wynikły z przeliczeń redukcyjnych [do warunków znormalizowanych].

*Substancje do fermentacji na jeden kwintal cukru.*

	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]		
Woda .....	400	—	—	—	195804		
Cukier .....	100	—	—	—	48951		
Drożdże piwne w postaci ciasta złożone	}	z wody .....	7	3	6	44	3543,62
		z suchych drożdży ..	2	12	1	18	1350,88
Razem .....	510	—	—	—	249650,1		

*Poszczególne początki tworzące substancje poddane fermentacji*

funty	uncje	grosy	grany	[gramy]	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]	
407	3	6	44	199347,62	wody złożonej:					
					z wodorodu .....	.61	1	2	71,40	29899,27
					z kwasorodu .....	.346	2	3	44,60	169445,48 <sup>6</sup>
100	—	—	—	48951,00	cukru złożonego:					
					z wodorodu .....	.8	—	—	—	3916,08
					z kwasorodu .....	.64	—	—	—	31328,64
					z węgla .....	.28	—	—	—	13706,28
2	12	1	28	1351,41	suchych drożdży złożonych:					
					z węgla .....	—	12	4	59,00	385,50
					z azotu .....	—	—	5	2,94	19,28
					z wodorodu .....	—	4	5	9,30	141,97
					z kwasorodu .....	.1	10	2	28,76	804,58
					Razem .....	.510	—	—	—	249650,1 <sup>7</sup>

<sup>6</sup> Te wartości odpowiadają stosunkowi ciężarowemu tlenu do wodoru w wodzie jak 5,667:1.

<sup>7</sup> Lavoisier podaje wyniki pomiarów z dokładnością do  $\frac{1}{100}$  grana, czyli 0,5 mg. W okresie tych badań miał on jednak w swej dyspozycji wagę, na której można było ważyc masy do 600 g z dokładnością do 5 mg oraz wagę do ciężarów do 10 kg z dokładnością 25 mg. W przeliczeniach na gramy zaokrąglałem więc wartości do 10 mg.

Zestawienie początków tworzących substancje poddane fermentacji

funty uncje grosy grany

Kwasorod:

z wody . . . . . 340	..	-	...	-	.....	-	}									
z wody																
w drożdżach .	6	..	2	...	3	.....		40,60	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]			
z cukru . . . . .	64	...	-	...	-	.....		-	411	...	12	.....	6	...	1,36	...
z drożdży ...	1	..	10	...	2	.....	28,76									

Wodorod:

z wody . . . . . 60	...	-	...	-	.....	-	}									
z wody																
w drożdżach .	1	..	1	...	2	.....		71,40								
z cukru . . . . .	8	...	-	...	-	.....		-	69	.....	6	.....	-	...	3,70	...
z drożdzy ..	-	...	4	...	5	.....	9,30									

Węgiel:

z cukru . . . . . 28	...	-	...	-	.....	-	}									
z drożdży ...	-	..	12	...	4	.....		59,00	28	...	12	.....	4	...	59,00	...

Azot:

z drożdży ..	-	...	-	...	5	.....	2,94	-	.....	-	.....	5	...	2,94	.....	19,28
Razem	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	510	.....	-	.....	-	.....	-	.....	249650,1

Po dokładnym ustaleniu właściwości i ilości początków, które są składnikami substancji poddanych fermentacji, pozostaje zbadanie, jakie są produkty. Aby dojść do ich poznania, zacząłem od zamknięcia 510 funtów [249 650,1 g] powyższej cieczy w przyrządzie, za pomocą którego mogłem nie tylko wyznaczać jakość i ilość gazów w miarę jak się one wydzielają; lecz również ważyć każdy z produktów oddzielnie w tym stadium fermentacji, w której uważałem to za stosowne. Byłoby zbyt długo, gdybym tu opisał ten przyrząd, który ponadto jest opisany w trzeciej części tego Dzieła. Ograniczę się więc do przedstawienia skutków.

Jedną lub dwie godziny po przygotowaniu mieszaniny, przede wszystkim gdy temperatura, w której wykonuje się doświadczenie wynosi 15 do 18° [19 do 23°C] zaczyna się obserwować pierwsze przejawy fermentacji: ciecz mętnieje i staje się spieniona; wydzielają się pęcherzyki, które rozrywają powierzchnię; wkrótce ilość tych pęcherzyków wzrasta i zaczyna się obficie i szybko wydzielanie gazowego kwasu węglowego, bardzo czystego, któremu towarzyszy oddzielająca się piana, nie będąca niczym innym jak drożdżami. Po kilku dniach, zależnie od stopnia



ciepła, ruch i wydzielanie się gazów stają się wolniejsze, lecz nie ustają całkowicie; i dopiero po okresie dość długim fermentacja jest ukończona.

Ciężar suchego kwasu węglowego, który się wydzieliła w trakcie tej operacji wynosi 35 funtów 5 uncji 4 grosy 19 granów [17 305,53 g].

Gaz ten porywa ponadto ze sobą dość znaczną ilość wody, która jest w nim rozpuszczona i której jest około 13 funtów 14 uncji 5 grosów [6 811 g].

W naczyniu, w którym przeprowadzano fermentację, pozostaje ciecz winna, lekko kwaśna, wprawdzie mętna, która klaruje się potem sama z siebie i w której opada porcja drożdży.

Ciecz ta waży w całości 460 funtów 11 uncji 6 grosów 53 grany [225 536,84 g].

W końcu analizując oddzielnie wszystkie substancje i rozdzielając je na części składowe, otrzymuje się po żmudnej pracy następujące wyniki, które zostaną szczegółowo opisane w *Mémoires de l'Académie*.

*Tablica wyników otrzymanych przez fermentację*

funty	uncje	grosy	grany	[gramy]	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]
35	...	5	...	4	...	19	..	17305,53	kwasu węglowego złożonego:
									z kwasorodu
					...	...	...	...	..25
					...	...	...	...	.....7
					...	...	...	...	.....1
					...	...	...	...	.....34
					...	...	...	...	.....12457,51
					...	...	...	...	.....9
					...	...	...	...	.....14
					...	...	...	...	.....2
					...	...	...	...	.....57
					...	...	...	...	.....4844,52
408	...	15	...	5	...	14	..	200188,50	wody złożonej:
									z kwasorodu
					...	...	...	...	.....347
					...	...	...	...	.....10
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....59
					...	...	...	...	.....170168,20
					...	...	...	...	.....61
					...	...	...	...	.....5
					...	...	...	...	.....4
					...	...	...	...	.....27
					...	...	...	...	.....30029,79
57	...	11	...	1	...	11	..	28245,46	alkoholu suchego złożonego:
									z kwasorodu połączonego
					...	...	...	...	.....31
					...	...	...	...	.....6
					...	...	...	...	.....1
					...	...	...	...	.....64
					...	...	...	...	.....15365,57
					...	...	...	...	.....5
					...	...	...	...	.....8
					...	...	...	...	.....5
					...	...	...	...	.....3
					...	...	...	...	.....2711,55
					...	...	...	...	.....4
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....5
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....1977,16
					...	...	...	...	.....16
					...	...	...	...	.....11
					...	...	...	...	.....5
					...	...	...	...	.....63
					...	...	...	...	.....8191,11
2	...	8	...	-	...	-	...	1223,74	kwasu octawego <sup>8</sup> suchego złożonego:
					...	...	...	...	z wodorodu
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....2
					...	...	...	...	.....4
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....76,48
					...	...	...	...	.....1
					...	...	...	...	.....11
					...	...	...	...	.....4
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....841,36
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....10
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....-
					...	...	...	...	.....305,10

<sup>8</sup> W oryginale: *d'ac. acéteux sec*.

Tablica wyników otrzymanych przez fermentację (c.d.)

4	.....1	.....4	...3	..2004,09	słodkiego osadu złożonego:					
					z wodorodu	.....-	.....5	.....1	.....67	.....160,33
					z kwasorodu	.....2	.....9	.....7	.....27	.....1282,53
					z węgla	.....1	.....2	.....2	.....53	.....561,15
1	.....6	.....-	...50	..675,70	drożdży suchych					
					złożonych:					
					z wodorodu	.....-	.....2	.....2	.....41	.....71,00
					z kwasorodu	.....-	.....13	.....1	.....14	.....402,24
					z węgla	.....-	.....6	.....2	.....30	.....192,78
					z azotu	.....-	.....-	.....2	.....37	.....9,60
510	.....-	.....-	.....-	..249650,10						
510	.....-	.....-	.....-	..249650,10						

Zestawienie wyników otrzymanych przez fermentację

	funty	uncje	grosy	grany	[gramy]		funty	uncje	grosy	grany	[gramy]
409	....10	....-	....54	..200517,55	kwasorodu:						
					z wody	.....347	...10	....-	....59	..170168,20	
					z kwasu						
					węglowego	.....25	....7	....1	....34	..12457,51	
					z alkoholu	.....31	....6	....1	....64	..15365,57	
					z kwasu octawego	..1	...11	...4	.....-	....841,30	
					ze słodkiego osadu	.2	...9	...7	...27	..1282,53	
					z drożdży	.....-	...13	...1	...14	....402,24	
28	....12	....5	....59	..14095,69	węgla:						
					z kwasu						
					węglowego	.....9	...14	...2	...57	...4842,24	
					z alkoholu	.....16	...11	...5	...63	...8191,11	
					z kwasu octawego	.-	...10	....-	.....-	....305,90	
					ze słodkiego osadu	.1	...2	...2	...53	....558,39	
					z drożdży	.....-	...6	...2	...30	....192,78	

*Zestawienie wyników otrzymanych przez fermentację (c.d.)*

71	....	8	...6	....66	..35026,37	wodorodu:					
						z wody	.....61	....5	....4	....27	..30029,79
						z wody w alkoholu	.5	...8	....5	.....3	...2711,55
						połączonej z węglem					
						w alkoholu	....4	....-	....5	.....-	....1977,16
						z kwasu octawego	.-	....2	....4	.....-	....76,48
						ze słodkiego osadu	.-	...5	....1	...67	....160,32
						z drożdży	.....-	....2	....5	...41	....102,03
-	.....-	.....2	....37	9,61	azotu	.....-	.....-	....2	....37	.....9,61	
510	.....-	.....-	....-					510	-	-	-

Chociaż w tych wynikach doprowadziłem dokładność obliczeń do granów, daleko jeszcze do tego, by tego rodzaju doświadczenia mogły osiągnąć tak wielką dokładność; lecz jako że posługiwałem się tylko kilku funtami cukru i aby przeprowadzić porównanie byłem zmuszony redukować [wyniki] do kwintala, uznałem, że powinienem pozostawić ułamki, tak jak wynikły one z przeliczeń danych [doświadczalnych].

Zastanawiając się nad wynikami, które przedstawiają powyższe tablice, łatwo można jasno zobaczyć, co dzieje się podczas fermentacji winowej. Wpierw zauważy się, że z użytych 100 funtów cukru 4 funty 1 uncja 4 grosy 3 grany pozostały w postaci cukru nie rozłożonego<sup>9</sup>, tak więc w rzeczywistości przerobiono tylko 95 funtów 14 uncji 3 grosy 69 granów [46946,84 g] cukru, to znaczy przerobiono 61 funtów 6 uncji 45 granów [30047,31 g] kwasorodu, 7 funtów 10 uncji 6 grosów 6 granów [3755,73 g] wodorodu i 26 funtów 13 uncji 5 grosów 19 granów [13145,06 g] węgla. Czyli porównując te ilości widzi się, jakie [ilości początków] są wystarczające, aby utworzyć cały wyskok winny czyli alkohol, cały kwas węglowy i cały kwas octowy, które powstały w wyniku fermentacji. Wcale nie ma potrzeby przypuszczać, że woda się rozkłada w trakcie tej operacji, chyba że sądzi się, że kwasorod i wodorod w cukrze znajdują się w stanie wody; nie sądzę [jednak], by tak było, ponieważ ustaliłem, że przeciwnie, w ogólności trzy początki składające rośliny: wodorod, kwasorod i węgiel pozostają za sobą w stanie równowagi i że ten stan równowagi jest trwały, o ile nie zaburza go albo zmiana temperatury,

<sup>9</sup> W tabelach opisane jako «słodki osad».

albo podwójne powinowactwo i to nie jest zatem tak, że te początki wiążąc się po dwa tworzą wodę i kwas węglowy.

Skutki fermentacji winnej sprowadzają się więc do rozdzielenia na dwie części cukru, który jest kwasorodkiem; do ukwasorodnienia jednej na koszt drugiej, by utworzyć z niej kwas węglowy; do odkwasorodnienia<sup>10</sup> drugiej na korzyść pierwszej, by utworzyć z niej substancję palną, którą jest alkohol; tak więc gdyby można było związać na powrót te dwie substancje, alkohol i kwas węglowy, odtworzyłyby się cukier. Należy ponadto zauważyć, że wodorod i węgiel nie znajdują się w alkoholu w stanie oleju; są one związane z częścią kwasorodu, który powoduje, że mogą się mieszać z wodą: trzy początki, kwasorod, wodorod i węgiel znajdują się więc tutaj jeszcze w pewnym stanie równowagi i w efekcie, gdy się je przepuści przez szklaną lub porcelanową rurę zacerwienioną ogniem, wiążą się one po dwa i odnajdujemy wodę, wodorod, kwas węglowy i węgiel.

Przedstawiałem w sposób formalny w moich pierwszych Doniesieniach o tworzeniu się wody, że substancja ta, uważana za pierwiastek, rozkłada się w wielkiej liczbie operacji chemicznych, a mianowicie w fermentacji winowej; przypuszczałem więc, że w cukrze istnieje całkiem uformowana woda, podczas gdy dziś jestem przekonany, że [cukier] zawiera tylko materiały, z których można ją utworzyć. Rozumie się, że jestem zmuszony porzucić me pierwotne wyobrażenia; tak dopiero po wielu latach rozważań i po długim szeregu doświadczeń i obserwacji [prowadzonych] nad roślinami na to się zdecydowałem.

Zakończę to, co mam powiedzieć o fermentacji winowej zwracając uwagę, że może ona dostarczyć środka do analizy cukru i w ogólności substancji roślinnych, mogących fermentować. W efekcie, jak już wskazałem na początku tego rozdziału, mogę rozważać substancje poddane fermentacji i wynik fermentacji jak równanie algebraiczne; i zakładając, że kolejno każdy z elementów tego równania jest nieznanym, mogę wydobyć wartość i poprawić w ten sposób doświadczenia przez obliczenie i obliczenie przez doświadczenie. Często korzystałem z tej metody, by poprawić pierwotne wyniki moich doświadczeń i kierować się wprowadzanymi ostrożnościami dla ich powtórzenia.; lecz to nie tu jest moment, by wchodzić w szczegóły, które szeroko i obszernie rozważam w Doniesieniu o fermentacji winowej, które przedstawiłem Akademii i które będzie wkrótce wydrukowane.

<sup>10</sup> W oryginale: *désoxygéner* w dzisiejszym znaczeniu: redukować



## ROZDZIAŁ XIV

## O fermentacji gnilnej

Właśnie pokazałem, jak rozkładają się ciała słodkie, gdy są one rozcieńczone pewną ilością wody oraz za pomocą łagodnego ciepła; jak trzy początki, będące ich częściami składowymi, kwasorod, wodorod i węgiel, które znajdują się w stanie równowagi i nie tworzą w tym stanie cukru ani wody, ani oleju, ani kwasu węglowego, rozdzielają się, aby się związać w inny sposób; jak część węgla łączy się z kwasorodem, by utworzyć kwas węglowy; jak inna część węgla wiąże się z wodorodem i z wodą, by utworzyć alkohol.

Zjawiska gnicia zachodzą podobnie na mocy bardzo złożonych powinowactw. Trzy początki, będące częściami ciał, również w tej operacji przestają pozostawać w stanie równowagi; w miejsce związków potrójnych powstają związki podwójne; lecz wynik tych związków jest bardzo różny od tego, który daje fermentacja winowa. W tej ostatniej część początków substancji roślinnej, na przykład wodorod, pozostaje połączony z częścią wody i węgla, aby utworzyć alkohol. W fermentacji gnilnej, przeciwnie, całość wodorodu rozprasza się pod postacią gazu wodorodowego; równocześnie kwasorod i węgiel łącząc się z ciepłikiem uchodzą pod postacią gazu kwasu węglowego. W końcu, gdy operacja jest całkowicie ukończona, przede wszystkim jeśli nie zabrakło ilości wody potrzebnej do gnicia, pozostaje tylko ziemia ogrodowa zmieszana z małą ilością węgla i żelaza.

Gnicie roślin nie jest więc niczym innym jak całkowitą analizą substancji roślinnych, w której całość ich składowych początków wydziela się pod postacią gazu, z wyjątkiem ziemi, która pozostaje w stanie nazywanym *próchnicą*.

Przedstawię w trzeciej części tego Dzieła wyobrażenie o przyrządach, których można używać w tego rodzaju doświadczeniach.

Taki jest wynik gnicia gdy ciało, które mu ulega, zawiera jedynie kwasorod, wodorod, węgiel i nieco ziemi: ale jest to przypadek rzadki i nawet wydaje się, że takie materiały, gdy są same, fermentują z trudnością; że fermentują źle i że potrzeba znacznego czasu, by gnicie się zakończyło. Nie tak jest, gdy substancja poddana gnicciu zawiera azot; i to właśnie zachodzi w odniesieniu do wszystkich materii zwierzęcych, a nawet dość dużej liczby materii roślinnych. Ten nowy składnik w sposób zadziwiający sprzyja gnicciu: to dlatego miesza się materie zwierzęce z roślinnymi, gdy chce się przyspieszyć gnicie i to na tej mieszaninie polega cała wiedza [przygotowania] gnojów i nawozów.

Lecz wprowadzenie azotu do materii gnijących nie tylko powoduje przyspieszenie procesu gnicia, lecz [azot] wiążąc się z wodorodem tworzy nową substancję, znaną pod nazwą alkali lotnego, czyli amoniaku. Wyniki otrzymane przy analizie materii zwierzęcych różnymi sposobami nie pozostawiają najmniejszej wątpliwości o istocie początków, które tworzą amoniak. Za każdym

razem, gdy uprzednio oddzieli się azot z tych materii, nie wydzielają one więcej amoniaku, a wydzielają go, gdy zawierają azot. Ten skład amoniaku jest zresztą potwierdzony doświadczeniami analitycznymi, które p. Bertholet wyszczególnił w *Mémoires de l'Académie* rok 1785, str. 316; podał on różne sposoby rozłożenia tej substancji i otrzymania oddzielnie dwu początków, azotu i wodorodu, które wchodzi w jego związek.

Już wyżej oznajmiłem (patrz Rozdział X), ciała palne mogą prawie zawsze wiązać się jedne z drugimi. Gaz wodorodny szczególnie ma tę właściwość; rozpuszcza on węgiel, siarkę i fosfor i z tych wiązań powstaje to, co nazwałem powyżej *gazem wodorodnym węglistym, gazem wodorodnym siarczystym, gazem wodorodnym fosforycznym*. Dwa ostatnie z tych gazów mają szczególny i bardzo nieprzyjemny zapach: woń gazu wodorodnego siarczystego ma wiele wspólnego z odorem zepsutych i zgniłych jaj; odór gazu wodorodnego fosforycznego jest dokładnie taki sam jak woń zgniłej ryby; w końcu amoniak ma zapach, który nie jest ani bardziej ostry ani bardziej nieprzyjemny niż poprzednie. To z kombinacji tych różnych woni wynika odór, który wydzielają materie zwierzęce w trakcie gnicia i który jest tak cuchnący. Bądź jest to woń amoniaku, który przeważa i który łatwo się rozpoznaje po pieczeniu oczu; bądź jest to woń siarki, jak w kale; bądź w końcu jest to woń fosforu, jak w gnijących śledziach.

Przypuszczałem dotychczas, że nic nie utrudnia biegu fermentacji i nie zakłóca jej skutków. Lecz p. de Fourcroy i p. Thouret zaobserwowali szczególne zjawiska w przypadku zwłok zakopanych na pewnej głębokości, które miały w pewnym stopniu kontakt z powietrzem. Zauważyli oni, że często części mięśniowe zamieniały się w rzeczywisty tłuszcz zwierzęcy. Zjawisko to polega na tym, że wskutek szczególnych okoliczności azot, który zawierały te substancje zwierzęce, wydzielił się i pozostał tylko wodorod i węgiel, to znaczy materie właściwe, by utworzyć tłuszcz. Ta obserwacja o możliwości zamiany w tłuszcz substancji zwierzęcych może doprowadzić pewnego dnia do ważnych odkryć, z których będzie można uzyskać korzyści dla dobra społeczeństwa. Odchody zwierzęce, takie jak kał, są głównie złożone z węgla i wodorodu; zbliżają się więc bardzo do stanu oleju i w istocie sporo go dostarczają przy destylacji w otwartym ogniu. Lecz woń nie do wytrzymania wydzielana przez wszystkie produkty, które się z nich otrzymuje, nie pozwala mieć nadziei, by można je było używać do innych celów, niż do wytwarzania nawozu.

W tym rozdziale przedstawiłem tylko zarys, ponieważ skład materii zwierzęcych nie jest jeszcze bardzo dokładnie znany. Wiadomo, że są one złożone z wodorodu, węgla, azotu, fosforu, siarki; wszystkie one doprowadzone do stanu kwasorodka przez większą, lub mniejszą ilość kwasorodu; lecz nie wiemy w żadnej mierze jakie są proporcje tych początków. Czas uzupełni te korzyści z analizy chemicznej, jak już uzupełnił kilka innych.

## ROZDZIAŁ XV

## O fermentacji octowej

Fermentacja octowa nie jest niczym innym jak kwaszeniem wina, które zachodzi na wolnym powietrzu przez absorpcję kwasorodu. Kwas, który powstaje, jest kwasem octowym<sup>1</sup>, zwanym zwykle octem; jest on złożony w pewnej proporcji, która jeszcze nie została ustalona, z wodorodu i węgla doprowadzonych przez kwasorod do stanu kwasu.

Ponieważ ocet jest kwasem, sama analogia prowadzi do wniosku, że zawiera on kwasorod; lecz prawda ta jest ponadto dowiedziona przez bezpośrednie doświadczenia. Po pierwsze wino nie może zamienić się w ocet, o ile nie styka się z powietrzem, zwłaszcza o ile powietrze to nie zawiera gazu kwasorodnego. Po wtóre tej operacji towarzyszy zmniejszenie objętości powietrza, w którym ona zachodzi i to zmniejszenie jest spowodowane przez absorpcję gazu kwasorodnego. Po trzecie można przemienić wino w ocet ukwasorodniając je w jakikolwiek inny sposób.

Niezależnie od tych faktów, które dowodzą, że kwas octowy jest wynikiem ukwasorodnienia wina, doświadczenie p.Chaptala, profesora Chemii w Montpellier wyraźnie pozwala zobaczyć, co dzieje się w trakcie tej operacji. Bierze on gazowy kwas węglowy, wydzielony z piwa w trakcie fermentacji; przepaja nim wodę, aż do nasycenia, to znaczy aż nie zaabsorbuje ona ilości równej w przybliżeniu jej objętości; umieszcza tę wodę w piwnicy w naczyniach, które kontaktują się z powietrzem i po pewnym czasie okazuje się, że wszystko przemieniło się w kwas octowy. Gazowy kwas węglowy z kadzi z piwa fermentującego nie jest całkowicie czysty; jest on zmieszany z pewną ilością alkoholu, który jest w nim rozpuszczony: zatem w wodzie nasyconej kwasem węglowym wydzielonym w czasie fermentacji winowej występują wszystkie materiały potrzebne do utworzenia kwasu octowego. Alkohol dostarcza wodorodu i pewną część węgla; kwas węglowy dostarcza węgla i kwasorodu; w końcu powietrze atmosfery dostarcza brakujący kwasorod, by doprowadzić mieszaninę do stanu kwasu octowego.

Widać z tego, że trzeba tylko dorzucić wodorod do kwasu węglowego, aby utworzył się kwas octowy, lub, by powiedzieć ogólniej, aby go przekształcić w jakikolwiek kwas roślinny zależnie od stopnia ukwasorodnienia; i że przeciwnie, trzeba tylko usunąć wodorod z kwasów roślinnych, by przemienić je w kwas węglowy.

Nie będę się dłużej rozwodził o fermentacji octowej, na temat której nie mamy jeszcze dokładnych doświadczeń; główne fakty są znane, lecz brak jest dokładności liczbowej. Widać zresztą, że teoria octowania jest bezpośrednio związana ze

<sup>1</sup> W oryginale: *l'acide acéteux*; ze względu na końcówkę *eux* należałoby stosować tłumaczenie „octawy“, lecz ponieważ obecnie to wyrażenie używane jest w znaczeniu „kwasu octowego“, odstępuję od trzymania się znaczenia końcówki *eux*. W dalszym ciągu tego rozdziału tłumaczę więc *l'acide acéteux* jako „kwas octowy“

składem wszystkich roślinnych kwasów i kwasorodków, a nie znamy jeszcze wcale proporcji początków, z których są one złożone. Łatwo można się wszakże zorientować, że ten dział Chemii, jak wszystkie inne szybko posuwa się do doskonałości i że jest on dużo prostszy, niż to sądzono dotychczas.

## ROZDZIAŁ XVI

### O tworzeniu soli obojętnych i o różnych podstawach wchodzących w ich skład

Widzieliśmy, jak niewielka liczba prostych substancji, a przynajmniej substancji, które dotychczas nie zostały rozłożone, takich jak azot, siarka, fosfor, węgiel, rodnik muriatyczny i wodorod wiążąc się z kwasorodem tworzą wszystkie kwasorodki i kwasy królestwa roślinnego i królestwa zwierzęcego; podziwialiśmy z jaką prostotą przyroda powieliła właściwości i postacie, bądź wiążąc razem w różnych proporcjach do trzech lub czterech dających się ukwasić podstaw, bądź zmieniając dawkę kwasorodu przeznaczoną, by je ukwasić. Nie stwierdzimy, by była ona mniej urozmaicona, ani mniej prosta, ani przede wszystkim mniej płodna w kolejnych obiektach, które będziemy teraz rozważać.

Substancje dające się ukwasić wiążąc się z kwasorodem i przemieniając się w kwasy, uzyskują dużą skłonność do wiązania się; stają się one podatne do łączenia się z substancjami ziemistymi i metalicznymi i to z tego łączenia wynikają sole obojętne. Kwasy mogą więc być uznane za prawdziwe początki usalające, a substancje z którymi się one łączą, aby utworzyć sole obojętne, jako podstawy dające się usolić: to właśnie związkami początków usalających i podstaw dających się usolić zajmiemy się w tym rozdziale.

Ten sposób zapatrywania się na kwasy nie pozwala mi uważać je za sole, chociaż mają one niektóre z ich podstawowych właściwości, takich jak rozpuszczalność w wodzie i t.p. Kwasy, jak już zwróciłem na to uwagę, są wynikiem związków pierwszego stopnia; powstają przez jednoczenie się dwu prostych początków, lub przynajmniej takich, które zachowują się jak początki proste i wskutek tego znajdują się, aby posłużyć się wyrażeniem Stahla, w rzędzie ciał mieszanych. Sole obojętne, przeciwnie, są związkami innego rzędu, są one utworzone z połączenia dwu ciał mieszanych i należą one do klasy ciał złożonych<sup>1</sup>. Z tego samego powodu nie zaliczyłbym również do klasy soli ani alkaliów<sup>2</sup>, ani substancji ziemistych takich

<sup>1</sup> W tym rozdziale określenie *ciało złożone* (franc. *composé*) ma znaczenie najbardziej zbliżone do dzisiejszego określenia *związek chemiczny*.

<sup>2</sup> PRZYPIS LAVOISIERA: Zostanie może uznane za wadę metody przeze mnie przyjętej, że byłem zmuszony wyprzeć alkalia z klasy soli i zgadzam się, że jest to zarzut, który można jej zrobić; lecz ta niewygodą jest skompensowana przez tak wielkie korzyści, że nie sądzę, by powinna ona mnie wstrzymać.



jak wapno, magnezja i t.p., a tą nazwą określe tylko ciała złożone utworzone z połączenia substancji prostej ukwasorodnionej z jakąkolwiek podstawą.

Dostatecznie szeroko omówiłem w poprzednich rozdziałach powstawanie kwasów i nie dorzucę niczego w tym względzie; lecz jeszcze niczego nie powiedziałem o podstawach, które są podatne, by z nimi się wiązać dla utworzenia soli obojętnych; tymi podstawami, które nazywam *dające się usolić* są:

Potaż	Wapno
Soda	Magnezja
Amoniak	Baryta
	Glinka <sup>3</sup>

i wszystkie substancje metaliczne.

Powiem słowo o pochodzeniu i naturze każdej z tych podstaw oddzielnie.

### O POTAZU

Obserwowaliśmy już, że gdy ogrzewa się substancję roślinną w aparacie destylacyjnym, początki, które ją tworzą, kwasorod, wodorod i węgiel i które tworzyły potrójne związki w stanie równowagi, łączyły się parami zgodnie z powinowactwami, które powinny mieć zależnie od stopnia temperatury. Tak więc w pierwszym działaniu ognia, jak tylko ciepło przekracza ciepło wrzącej wody, kwasorod i wodorod łączą się, by wytworzyć wodę. Wkrótce potem część węgla i część wodorodu wiążą się, by utworzyć olej. Jeśli następnie skutkiem postępu destylacji dochodzi się do czerwonego ciepła, olej i woda, które się utworzyły, rozkładają się; kwasorod i węgiel tworzą kwas węglowy, uwalnia się i ulatnia duża ilość gazu wodorowego, w końcu pozostaje w retorcie tylko węgiel.

Największą część tego zjawiska odnajduje się w spalaniu roślin w swobodnym powietrzu; lecz jednak obecność powietrza wprowadza do procesu trzy nowe składniki, z których co najmniej dwa powodują znaczne zmiany w jego przebiegu. Tymi składnikami są kwasorod powietrza, azot i ciepłik. W miarę jak wodorod roślin, lub ten który powstaje z rozkładu wody, jest pod wpływem ognia usuwany pod postacią gazu wodorowego, zapala się w momencie, w którym ma styczność z powietrzem i ciepłik tych dwu gazów, lub przynajmniej jego większa część, wytwarza płomień.

Gdy w końcu cały gaz wodorodowy jest wypędzony, spalony i przemieniony w wodę, pozostały węgiel spala się w swej kolejności, ale bez płomienia; tworzy on kwas węglowy, który uchodzi porywając ze sobą część ciepłika, który go utrzymuje w stanie gazowym: nadmiar ciepłika staje się wolnym, ulatnia się i wytwarza ciepło i światło, które obserwujemy w trakcie spalania węgla. Cała

<sup>3</sup> Woryginale: *L'alumine*, co w dzisiejszym języku francuskim oznacza tlenek glinu.

roślina zostaje więc przetworzona w wodę i kwas węglowy, a pozostaje jedynie mała część szarej materii ziemistej, znanej pod nazwą popiołu, a która zawiera sole, początki rzeczywiście ustalone, które wchodzi w budowę roślin.

Ta ziemia, czyli popiół, której ciężar nie przekracza zwykle jednej dwudziestej ciężaru rośliny, zawiera substancję szczególnego rodzaju, znaną pod nazwą stałego alkali roślinnego czyli potażu

Aby go otrzymać, nalewa się wodę na popioły, woda napełnia się potażem, który jest rozpuszczalny i pozostawia popioły, które są nierozpuszczalne; odparowując następnie wodę, otrzymuje się potaż, który jest stały, nawet w bardzo wielkim cieple i który pozostaje w postaci białej i gęstej. Nie jest moim zadaniem opisywać tutaj sposób wytwarzania potażu a tym bardziej metodę otrzymywania go czystym: nie wchodzić nawet w szczegóły, aby zgodnie z regułą, którą przyjąłem, nie używać żadnego słowa, które nie zostało zdefiniowane.

Potaż, który się w ten sposób otrzymuje, jest zawsze mniej lub więcej nasycony kwasem węglowym, a przyczynę tego łatwo uchwycić: skoro potaż tworzy się, albo najmniej uwalnia się, w miarę jak węgiel rośliny przemienia się w kwas węglowy przez dodawanie kwasorodu bądź z powietrza, bądź z wody, wynika więc, że każda molekula potażu w momencie, gdy się tworzy, znajduje się w zetknięciu z molekułą kwasu węglowego, a jako że istnieje duże powinowactwo między tymi dwiema substancjami, musi tam nastąpić związanie. Chociaż kwas węglowy jest z pośród wszystkich kwasów tym, który najslabiej trzyma się potażu, trudno jest jednak oddzielić jego ostatnie części. Środek najczęściej stosowany polega na tym, że rozpuszcza się potaż w wodzie, dorzuca się wapno niegaszone dwa lub trzy razy więcej niż on waży, filtruje i odparowuje w zamkniętych naczyniach; substancja solna, którą się otrzymuje, jest potażem prawie całkowicie pozbawionym kwasu węglowego.

W tym stanie jest on nie tylko rozpuszczalny w wodzie, co najmniej w równej mu części; lecz ponadto przyciąga on ją z powietrza ze zdumiewającą chciwością: staje się on wskutek tego preparatem, którym można suszyć powietrze lub jakkolwiek gaz, na który jest on wystawiony. Rozpuszcza się on też w wysokim winnym czyli alkoholu, z tą różnicą, że ten który jest nasycony kwasem węglowym, nie rozpuszcza się w tym rozpuszczalniku. Ta okoliczność pozwoliła p. Bertholletowi otrzymać potaż doskonale czysty.

Nie istnieją rośliny, które nie dałyby mniej lub więcej potażu przez spopielenie; lecz nie otrzymuje się go z nich wszystkich tak samo czystego, jest on zwykle zmieszany z różnymi solami, od których łatwo go oddzielić.

Nie można prawie wątpić, że popioły, inaczej mówiąc ziemie, które pozostawiają rośliny, gdy się je spala, nie istniały w tych roślinach uprzednio, do spalania; ta ziemia tworzy, jak się wydaje, część kostną, szkielet rośliny. Lecz to nie dotyczy potażu; jeszcze nie doszliśmy do tego, by wydzielić tę substancję z roślin

[inaczej], jak tylko stosując metody lub środki, które mogą dostarczyć kwasoród i azot, takie jak spalanie lub wiązanie z kwasem azotowym; w ten sposób wcale nie wykazano, że substancja ta nie jest produktem tych operacji. Rozpocząłem szereg doświadczeń na ten temat, z których wkrótce będę mógł przedłożyć sprawozdanie.

### O SODZIE

Soda jest, podobnie jak potaż, alkali, które wydobywa się przez wyługowywanie popiołów roślin, ale tylko tych, które rosną na brzegach morza, a szczególnie z *kali*, od którego pochodzi nazwa *alkali*, nadana mu przez Arabów: ma ona niektóre właściwości wspólne z potażem, lecz ma też inne, które je rozróżniają. W ogólności każda z tych dwu substancji wnosi do wszystkich związków solnych cechy, które są im właściwe. Soda, tak jak się ją otrzymuje przez ługowanie roślin morskich, jest najczęściej całkowicie wysycona kwasem węglowym; lecz nie przyciąga ona, jak potaż, wilgoci powietrza; przeciwnie, ona w nim wysycha; kryształy wietrzeją i przemieniają się w biały proszek, który ma wszystkie właściwości sody i który różni się tylko tym, że stracił swą wodę krystalizacyjną.

Dotychczas początki tworzące sodę nie są znane lepiej niż początki potażu i nawet nie jest całkiem pewne, czy ta substancja jest w całości utworzona w roślinach przed spaleniem. Analogia może pozwolić sądzić, że azot jest w ogólności początkiem składowym alkaliów i mamy tego dowód odnośnie amoniaku, jak to zaraz wyłożę; lecz wobec potażu i sody są jedynie powierzchowne przypuszczenia, których nie potwierdziło jeszcze żadne decydujące doświadczenie.

### O AMONIAKU

Ponieważ nie mogliśmy przedstawić żadnych dokładnych danych o składzie sody i potażu, musieliśmy się ograniczyć w dwu poprzednich paragrafach do wskazania substancji, z których się je wydobywa i do środków w tym celu stosowanych. Nie tak jest z amoniakiem, który dawni [chemicy] nazywali lotnym alkali. P. Berthelotowi w Doniesieniu wydrukowanym w le Recueil de l'Académie, rok 1784, str. 316 udało się wykazać drogą rozkładu, że 1000 części wagowych tej substancji złożone jest z około 807 części azotu i 193 części wodorodu<sup>4</sup>.

To głównie przez destylację materii zwierzęcych otrzymuje się tę substancję; azot, który jest jednym z początków ją składających, łączy się w proporcji wodorodu

<sup>4</sup> Według obecnie przyjmowanych danych powinny być: 824 części azotu i 176 części wodoru.

właściwej dla tego związku i powstaje amoniak: lecz nie otrzymuje się go wcale czystym w tej operacji; jest on zmieszany z wodą, z olejem i w dużej części nasycony kwasem węglowym. Aby go oddzielić od tych wszystkich substancji wiąże się go wprawdzie z kwasem takim, jak na przykład kwas muriatyczny<sup>5</sup>; wydziela się go następnie bądź przez dodanie wapna, bądź przez dodanie potażu.

Gdy amoniak został w ten sposób doprowadzony do swego największego stopnia czystości, nie może on istnieć inaczej niż w postaci gazowej w temperaturze zwykłej, w której żyjemy; ma on zapach wybitnie przenikliwy. Woda absorbuje go w bardzo wielkich ilościach, szczególnie gdy jest zimna i gdy do oziębienia doda się ciśnienie; tak nasycona amoniakiem była nazywana *lotne alkali uplynnione*<sup>6</sup>; będziemy go po prostu nazywać amoniakiem lub amoniakiem w płynie i określimy tę samą substancję, gdy będzie ona w stanie o postaci powietrza nazwą gazu amoniakowego.

## O WAPNIE, MAGNEZJI, BARYCIE I GLINCIE

Skład tych czterech ziem jest absolutnie nie znany, a skoro jeszcze nie doszliśmy do tego, by ustalić jakie są ich części składowe i pierwiastkowe, jesteśmy upoważnieni, by oczekując nowszych odkryć uważać je za istoty proste; rzemiosło nie ma żadnego udziału w tworzeniu tych ziem, przyroda nam je przedstawia całkowicie uformowane. Lecz ponieważ one, zwłaszcza trzy pierwsze, mają znaczną skłonność do wiązania się, nie znajduje się ich nigdy samych. Wapno jest prawie zawsze nasycone kwasem węglowym i w tym stanie tworzy krede, szpat wapienny<sup>7</sup>, części marmurów itd. Niekiedy jest ono nasycone kwasem siarkowym, jak w gipsie i w gipsie palonym; kiedy indziej nasycone kwasem fluorowym tworzy szpat fluorowy czyli szklisty. W końcu wody morskie i źródła solne zawierają je związane z kwasem muriatycznym. Ze wszystkich podstaw dających się usolic jest ono najobficiej rozpowszechnione w przyrodzie.

Magnezję spotyka się w dużej liczbie wód mineralnych; jest ona tam najczęściej związana z kwasem siarkowym; znajduje się ją również bardzo obficie w wodzie morskiej, gdzie jest ona związana z kwasem muriatycznym; w końcu wchodzi ona w skład wielu kamieni.

Baryta występuje dużo mniej obficie niż dwie poprzednie ziemie; znajduje się ją w królestwie mineralnym związaną z kwasem siarkowym i wtedy tworzy ona szpat ciężki<sup>8</sup>; niekiedy, lecz rzadziej, jest ona związana z kwasem węglowym.

Glinka czyli podstawa ałunu ma mniej skłonności do wiązania się niż poprzednie [ziemie]; często znajduje się ją w stanie glinki nie związanej z żadnym kwasem. Znajduje się ją głównie w glinie; ściśle mówiąc, jest jej podstawą.

<sup>5</sup> T. zn. solny.

<sup>6</sup> W oryginale: *alkali volatil fluor*.

<sup>7</sup> T. zn. kalcyt.

<sup>8</sup> T. zn. siarczan baru.



## O SUBSTANCJACH METALICZNYCH

Metale, z wyjątkiem złota i niekiedy srebra, rzadko występują w królestwie mineralnym w stanie metalicznym; są one zwykle mniej lub więcej nasycone kwasorodem lub związane z siarką, arsenem, kwasem siarkowym, kwasem muriatycznym, kwasem węglowym, kwasem fosforowym. Docymazja<sup>9</sup> i metalurgia nauczają jak oddzielić te wszystkie obce substancje i my odsyłamy do dzieł, które piszą o tych działach Chemii.

Jest prawdopodobne, że znamy tylko część substancji metalicznych, które istnieją w przyrodzie; na przykład wszystkie te, które mają więcej powinowactwa do kwasorodu niż do węgla, nie są podatne, by je zredukować, czyli doprowadzić do stanu metalicznego i przedstawiają się naszym oczom jedynie pod postacią kwasorodków, które dla nas myślą się z ziemiami. Jest bardzo prawdopodobne, że baryta, którą właśnie zaliczyliśmy do klasy ziemi, jest takim przypadkiem; w szczegółach doświadczeń wykazuje ona właściwości, które bardzo zbliżają ją do substancji metalicznych. Ściśle biorąc jest możliwe, że wszystkie substancje, którym dajemy nazwę ziemi, są jedynie kwasorodkami metalicznymi, nieredukowalnymi za pomocą środków, które stosujemy.

Jakkolwiek jest, substancje metaliczne, które znamy i które możemy otrzymać w stanie metalicznym są w liczbie 17, a mianowicie:

Arsen	Żelazo
Molibden	Cyna
Tungsten (wolfram)	Ołów
Mangan <sup>10</sup>	Miedź
Nikiel	Rtęć
Kobalt	Srebro
Bizmut	Platyna
Antymon	Złoto
Cynk	

Nie będę tu rozważał tych metali jako podstaw dających się usolić i nie będę wchodził w żaden szczegół dotyczący ich właściwości przydatnych rzemiosłom, ani też ich stosowania w społeczeństwie. Z tych punktów widzenia każdy metal wymagałby całkowitego Traktatu i wyszedłbym zdecydowanie poza granice, które sobie przepisałem.

<sup>9</sup> Docymazja – nauka o wydzieleniu domieszek z metali.

<sup>10</sup> W oryginale: *Le manganèse*; ta nazwa określała zarówno mangan jak i magnez

## ROZDZIAŁ XVII

**Dalszy ciąg rozważań o dających się usolić podstawach  
i o powstawaniu soli obojętnych**

Takie są podstawy dające się usolić, to znaczy podatne na wiązanie się z kwasami i tworzące sole obojętne. Lecz trzeba zwrócić uwagę, że alkalia i ziemie wchodzi w skład soli obojętnych czysto i łatwo, bez żadnych pośredników służących, by je połączyć; natomiast metale, przeciwnie, mogą się wiązać z kwasami, tylko gdy uprzednio były mniej lub więcej ukwasorodnione. Można więc powiedzieć stanowczo, że metale nie są wcale rozpuszczalne w kwasach, lecz rozpuszczalne są tylko kwasorodki metaliczne. Tak więc gdy spotyka się substancję metaliczną [rozpuszczoną] w kwasie, pierwszym warunkiem, by mogła się ona w nim rozpuścić jest, by mogła się ona ukwasorodnić, a zrobić to może tylko porywając kwasoród albo od kwasu, albo od wody, w której ten kwas jest rozcieńczony; to znaczy innymi słowami, może rozpuścić się w kwasie tylko gdy kwasoród, który wchodzi bądź w skład wody, bądź kwasu ma więcej niż metal powinowactwa do metalu aniżeli do wodorodu lub podstawy dającej się usolić; czyli, co wychodzi na to samo, nie ma rozpuszczania się metalu, jeśli nie ma rozkładu wody lub kwasu. To na tej prostej obserwacji, która wymknęła się nawet znamenitemu Bergmanowi, polega wyjaśnienie głównych zjawisk roztwarzań metalicznych. Pierwszym [zjawiskiem] i najbardziej uderzającym jest eferwescencja, czyli mówiąc w sposób bardziej jednoznaczny, wydzielanie się gazu, które zachodzi podczas roztwarzania. Gaz ten w przypadku roztwarzania kwasem azotowym jest gazem azotowym; w przypadku roztwarzania kwasem siarkowym jest albo gazem kwasu siarkawego, albo gazem wodorodowym zależnie od tego czy to przez kwas siarkowy czy też przez wodę metal jest ukwasorodniany.

Jest widoczne, że kwas azotowy i woda są złożone jedno i drugie z substancji, które oddzielnie mogą istnieć tylko w stanie gazu, przynajmniej w temperaturze, w której my żyjemy. Jak tylko odbierze się im kwasoród, początek który był z nim związany powinien natychmiast zacząć się rozpręzać, powinien przyjąć postać gazową i to szybkie przejście ze stanu ciekłego w stan gazowy stanowi o eferwescencji. Tak samo jest z kwasem siarkowym; metale w ogólności, szczególnie na drodze mokrej, nie odbierają wcale temu kwasowi kwasorodu w całości; wcale go nie redukują do siarki, lecz do kwasu siarkawego, który może istnieć tylko w stanie gazu<sup>1</sup> w stopniu temperatury i ciśnienia, w których żyjemy. Ten kwas powinien więc wydzielać się pod postacią gazu i to znowu jego wydzielanie się powoduje eferwescencję.

Drugim zjawiskiem jest, że wszystkie substancje metaliczne roztwarzają się w kwasach bez eferwescencji, gdy były one ukwasorodnione przed roztwarza-

<sup>1</sup> Lavoisier ma na myśli bezwodnik kwasu siarkawego  $\text{SO}_2$ .

niem; jasne jest więc, że metal nie mogący się więcej ukwasorodnić, nie stara się już rozłożyć ani kwasu, ani wody ponieważ efekt, który to wywoływał, więcej nie istnieje.

Trzecim zjawiskiem jest, że wszystkie metale roztwarzają się w kwasie muriatycznym ukwasorodnionym bez eferwescencji: to co zachodzi w trakcie tego procesu, zasługuje na szczególne rozważania. W tym przypadku metal odbiera od kwasu muriatycznego ukwasorodnionego nadmiar jego kwasorodu; tworzy się z jednej strony kwasorodek metaliczny, z drugiej zwykły kwas muriatyczny. Eferwescencja nie występuje w tego rodzaju roztworzeniach nie dlatego, że esencja kwasu muriatycznego nie miałaby postaci gazu w stopniu temperatury, w którym żyjemy, lecz ponieważ ten gaz znajduje w kwasie muriatycznym ukwasorodnionym więcej wody niż jej potrzeba, by została zatrzymana i aby pozostawała w postaci cieczy; nie wydziela się więc on jak kwas siarkawy i po związaniu się z wodą w pierwszej chwili, wiąże się następnie łagodnie z kwasorodkiem metalicznym, który roztwarza.

Czwartym zjawiskiem jest, że metale, które mają małe powinowactwo do kwasorodu i które nie wywierają na ten początek działania dość silnego, by rozłożyć bądź kwas, bądź wodę, są absolutnie nieroztwarzalne; z tej to przyczyny srebro, rtęć, ołów nie roztwarzają się w kwasie muriatycznym, gdy wystawia się je na działanie tego kwasu w stanie metalicznym; lecz jeśli się je uprzednio ukwasorodni jakimkolwiek sposobem, stają się one natychmiast bardzo roztwarzalne, a roztwarzanie zachodzi bez eferwescencji.

Kwasorod jest więc pośrednikiem w łączeniu metali i kwasów; i ta okoliczność, która zachodzi dla wszystkich metali i dla wszystkich kwasów, mogłaby nasunąć przekonanie, że wszystkie substancje, które mają duże powinowactwo do kwasów, zawierają kwasoród. Jest więc bardzo prawdopodobne, że cztery dające się usolić ziemie, które powyżej omawialiśmy, zawierają kwasorod i to przez te szpice<sup>2</sup> łączą się one z kwasami. Te rozważania mogłyby potwierdzić to, co poprzednio wysuwałem w rozdziale o ziemiach, że te substancje nie mogą być czym innym niż kwasorodkami metali, do których kwasoród ma większe powinowactwo niż mają one do węgla i które wskutek tej właściwości są nieredukowalne. Zresztą to jest tu tylko domysł, który dalsze doświadczenia potwierdzić lub obalić mogą.

Kwasy znane dotychczas są następujące; określając je będziemy wskazywać nazwę rodnika lub podstawy dającej się usolić, z których są one złożone.

<sup>2</sup> W oryginale: *latus*.

Nazwy kwasów	Nazwa podstawy dającej się usolić lub rodnika każdego z kwasów z uwagami
1. Siarkawy .....	Siarka
2. Siarkowy .....	
3. Fosforawy .....	Fosfor
4. Fosforowy .....	
5. Muriatyczny .....	Rodnik muriatyczny
6. Muriatyczny ukwasorodniony ..	
7. Azotawy .....	Azot
8. Azotowy .....	
9. Azotowy ukwasorodniony .....	
10. Węglowy .....	Węgiel
11. Octawy .....	Wszystkie te kwasy wydają się być utworzone z połączenia jednej podwójnej podstawy dającej się usolić, węgla i wodorodu, a różnią się jedynie proporcją tych dwu podstaw i kwasorodu, który je zakwasza; nie ma dotychczas jeszcze [przeprowadzonego] żadnego ciągu prawidłowo na ten temat wykonanych doświadczeń.
12. Octowy .....	
13. Szczawiowy .....	
14. Winny <sup>3</sup> .....	
15. Pyro-winny .....	
16. Cytrynowy .....	
17. Jabłkowy .....	
18. Pyro-Drzewiasty .....	
19. Pyro-śluzowy .....	
20. Galasowy .....	
21. Prusowy <sup>4</sup> .....	
22. Benzoesowy .....	
23. Bursztynowy .....	
24. Kamforowy .....	
25. Mleczny <sup>5</sup> .....	
26. Cukro-mleczny .....	Te kwasy i wszystkie, które otrzymuje się przez ukwasorodnienie substancji zwierzęcych wydają się mieć za podstawę dającą się usolić węgiel, wodorod, fosfor i azot.
27. Jedwabnikowy <sup>6</sup> .....	
28. Mrówczany <sup>7</sup> .....	
29. Łojowy .....	

<sup>3</sup> Woryginalne: *Tartareux*. Według J. Śniadeckiego: winny [*Początki chemii*, 1817, t. II, str. 112]

<sup>4</sup> Woryginalne: *Prussique*. Według A. Chodkiewicza: prusowy [*Chemia*, 1817, t. IV, str. 214.]

<sup>5</sup> Woryginalne: *Lactique*. Według J. Śniadeckiego: mleczny [*Początki chemii*, 1817, t. II str. 204]

<sup>6</sup> Woryginalne: *Bombique*. Według J. Śniadeckiego, *op. cit.* Str.203

<sup>7</sup> Według J. Śniadeckiego, *op. cit.*, str.202.



30. Boraksowy .....	Rodnik boraksowy (*)
31. Fluorowy .....	Rodnik fluorowy (*)
32. Antymonowy .....	Antymon
33. Srebrowy .....	Srebro
34. Arsenikowy <sup>8</sup> .....	Arsenik
35. Bizmutowy .....	Bizmut
36. Kobaltowy .....	Kobalt
37. Miedziowy .....	Miedź
38. Cynowy .....	Cyna
39. Żelazowy .....	Żelazo
40. Manganowy .....	Mangan
41. Rtęciowy <sup>9</sup> .....	Rtęć
42. Molibdenowy .....	Molibden
43. Nikłowy .....	Nikiel
44. Złotowy .....	Złoto
45. Platynowy .....	Platyna
46. Tungstenowy .....	Tungsten [Wolfram]
47. Ołowiowy .....	Ołów
48. Cynkowy .....	Cynk

*Uwaga.* – (\*) Istota tych dwu rodników jest całkowicie nieznaną.

Jak widać liczba kwasów wynosi 48 wliczając 17 kwasów metalicznych, które są jeszcze mało znane, lecz na temat których p. Berthollet niezwłocznie przedstawi ważną pracę. Nie można jeszcze bez wątpienia łudzić się, że wszystkie one zostały odkryte; lecz z drugiej strony jest prawdopodobne, że bardziej pogłębione badania wykażą, że wiele z kwasów roślinnych, uważanych za różne, są częścią jedne drugich. Zresztą nie można tu przedstawić innego obrazu Chemii, niż w stanie w którym ona jest i wszystko co można zrobić, to podać zasady nazywania w zgodności z jednolitym systemem ciał, które mogą w przyszłości zostać odkryte.

Liczba podstaw dających się usolić, t.zn. takich, które są podatne, by być zamienione przez kwasy w obojętne sole, wynosi 24, a mianowicie: 3 alkalia, 4 ziemie, 17 substancji metalicznych.

Ogół soli obojętnych, które można sobie wyobrazić w obecnym stanie naszych wiadomości, wynosi więc 1152; lecz to [wtedy], gdy przyjmujemy, że kwasy metaliczne mogą rozpuścić inne metale; i ta rozpuszczalność metali ukwasorodnionych jednych przez drugie jest nauką nową, która jeszcze wcale nie została napoczęta;

<sup>8</sup> Według J. Śniadeckiego, *Początki chemii*, 1816, t.I. str.257.

<sup>9</sup> W oryginale: *Hydrargirique*.

i to od tej części nauki zależą wszystkie szkliste związki metaliczne. Jest ponadto prawdopodobne, że wszystkie związki solne, które można sobie wyobrazić, nie są możliwe, co powinno znacznie obniżyć liczbę soli, które przyroda lub rzemiosło mogą wytworzyć. Lecz gdyby się założyło, że istnieje nie więcej niż 500 do 600 gatunków możliwych soli, jest oczywiste, że gdyby chciało się nadać im wszystkim arbitralne nazwania w dawny sposób, gdyby się je określało bądź nazwiskami pierwszych badaczy, którzy je odkryli, bądź nazwami substancji, z których je wydobyto, wynikłby z tego nieład, z którego nawet najlepsza pamięć nie mogłaby się wygrzebać. Ta metoda mogła być znośna w pierwszym wieku Chemii; mogła nią jeszcze być przed 20 laty, ponieważ wtedy znano nie więcej niż 30 gatunków soli; lecz dzisiaj, gdy ich liczba rośnie każdego dnia, gdy każdy odkrywany kwas wzbogaca często chemię o 24 sole, niekiedy o 48 z powodu dwu stopni ukwasorodnienia kwasu; konieczna jest metoda i tą metodą jest analogia: to ta, którą zastosowaliśmy w terminologii kwasów; a ponieważ sposób postępowania przyrody jest jeden, nadaje się ona oczywiście do terminologii soli obojętnych.

Kiedy nazywaliśmy rozmaite gatunki kwasów, rozróżniliśmy w tych substancjach podstawę dającą się usolić, charakterystyczną dla każdego z nich i początek kwaszący, kwasorod, który jest wspólny im wszystkim. Określiśmy właściwość wspólną im wszystkim rodzajową nazwą kwasu i następnie rozróżniliśmy kwasy przez nazwę dającej się ukwaśnić podstawy charakterystycznej dla każdego z nich. W ten to sposób ukwasorodnionym siarce, fosforowi i węglowi nadaliśmy nazwy kwasu siarkowego, kwasu fosforowego i kwasu węglowego; następnie uznaliśmy, że jesteśmy zobowiązani wskazać różne stopnie nasycenia kwasorodem przez różniące się końcówki tego samego słowa. W ten sposób rozróżniliśmy kwas siarkawy od kwasu siarkowego, kwas fosforawy od kwasu fosforowego.

Te zasady zastosowane do terminologii soli obojętnych zobowiązały nas do dania wspólnej nazwy solom, w powstawaniu których wchodzi ten sam kwas, i następnie rozróżnić je nazwami podstaw dających się usolić. Tak więc wszystkie sole, które za kwas miały kwas siarkowy, oznaczyliśmy nazwą *siarczanów*; wszystkie te, które za kwas mają kwas fosforowy, nazwą *fosforanów* i podobnie inne. Rozróżniamy więc *siarczan* potażu, *siarczan* sody, *siarczan* amoniaku, *siarczan* wapna, *siarczan* żelaza i t.d., a jako że znamy 24 podstawy bądź alkaiczne, bądź ziemiste i metaliczne, będziemy mieli 24 gatunków *siarczanów*, jak też *fosforanów* i tak samo dla wszystkich innych kwasów. Lecz ponieważ siarka jest podatna na dwa stopnie ukwasorodnienia, pierwsza dawka kwasorodu tworzy z niej kwas siarkawy, a druga kwas siarkowy i ponieważ sole obojętne, które tworzą te dwa kwasy z różnymi podstawami nie są takie same i mają one bardzo różne właściwości, należało je jeszcze rozróżnić przez odrębne końcówki; więc konsekwentnie określiliśmy nazwami *siarczynów*, *fosforynów* i t.d. sole obojętne

utworzone przez kwasy mniej ukwasorodnione. Tak więc ukwasorodniona siarka może utworzyć 48 soli obojętnych, a mianowicie 24 *siarczanów* i 24 *siarczynów* i podobnie inne substancje zdolne do dwu stopni ukwasorodnienia.

Byłoby skrajnie nużące dla czytelnika śledzić te nazwania we wszystkich ich szczegółach; wystarczy, by jasno przedstawić metodę nazywania; gdy ją się uchwyty, można ją będzie bez wysiłku zastosować do wszelkich możliwych związków; a gdy znana jest nazwa substancji palnej i mogącej się ukwasić, zawsze łatwo przypomni się nazwa kwasu, który może ona wytworzyć i nazwy wszystkich soli obojętnych, które powinny z nich być wyprowadzone.

Będę się więc trzymał podstawowych pojęć; lecz by równocześnie zadowolić tych, którzy mogliby odczuwać potrzebę większej liczby szczegółów, dodam w części drugiej [Dzieła] tablice, które przedstawią ogólną rekapitulację nie tylko soli obojętnych, lecz ogólnie wszystkich związków chemicznych. Dołączę do nich krótkie wyjaśnienia w sposób najbardziej prosty, by określić różne gatunki kwasów i ogólne właściwości soli obojętnych, które są ich wynikiem.

Nie ukrywam, że dla zakończenia tego Dzieła byłoby wskazane dołączyć doń szczegółowe obserwacje [dotyczące] każdego gatunku soli, ich rozpuszczalności w wodzie i w wysoku winnym, proporcji, w jakiej kwas i podstawa<sup>10</sup> wchodzi w jej związek, ilości wody krystalizacyjnej, różnych stopni nasycenia, którym może podlegać, w końcu wielkości siły, z jaką kwas trzyma się swej podstawy. Ta olbrzymia praca została zapoczątkowana przez p. Bergmana, p. de Morveau, p. Kirwana i kilku innych znanych chemików; jest ona jednak jeszcze bardzo umiarkowanie zaawansowana i podstawy, na których ona się opiera, nie są nawet jeszcze precyzyjnie dokładne. Tak liczne szczegóły nie byłyby odpowiednie dla dzieła podstawowego, a czas zbierania materiałów i kompletowania doświadczeń opóźniłby o kilka lat publikację tego dzieła. Jest to olbrzymie pole, otwarte dla zapału i działalności młodych chemików; lecz niech będzie mi wolno tutaj, kończąc mą pracę, zalecić tym, którzy będą mieli odwagę ją podjąć, by starali się raczej robić dobrze, niż robić wiele, by w pierw upewnili się dokładnymi i wielokrotnie powtarzanymi doświadczeniami, jaki jest skład kwasów, zanim zajmą się składem soli obojętnych. Cały ten gmach przeznaczony, by stawiać czoło zębowi czasu, powinien być oparty na solidnych fundamentach; i w stanie, do którego doszła Chemia, należy raczej opóźnić jej rozwój, niż rozwijać postępek na doświadczeniach, które nie są ani dość dokładne, ani dość precyzyjne.

[KONIEC TOMU PIERWSZEGO]

<sup>10</sup> W oryginale: *base*. Dzisiejszemu cytelnikowi odpowiadał by tu termin: *zasada*, lecz konsekwentnie zgodnie z tekstem francuskim tłumacząc termin *base* jako *podstawę*.

## CZĘŚĆ DRUGA

## [FRAGMENTY]

## TABLICA SUBSTANCJI PROSTYCH

	<i>Nazwy nowe</i>	<i>Nazwy dawne</i>
<i>Substancje proste, które przynależą do trzech królestw, i które można uznać za pierwiastki ciał</i>	Światło .....	Światło
	Ciepłik .....	Ciepło
		Początek ciepła
		Płyn ogniowy
		Ogień
Kwasorod .....	Materia ognia i ciepła	
	Powietrze zdeflogistonoiwane	
	Powietrze emperialne	
Azot .....	Powietrze życiowe	
	Podstawa powietrza życiowego	
	Gaz flogistonowy	
Wodorod .....	Czad	
	Podstawa czadu	
	Gaz palny	
		Podstawa gazu palnego
<i>Substancje proste niemetaliczne dające się ukwasorodnić i ukwasić</i>	Siarka .....	Siarka
	Fosfor .....	Fosfor
	Węgiel .....	Węgiel
	Rodnik muriatyczny .....	Nieznany
	Rodnik fluoryczny .....	Nieznany
	Rodnik boraksowy .....	Nieznany
<i>Substancje proste metaliczne dające się ukwasorodnić</i>	Antymon .....	Antymon
	Arsenik .....	Arsenik
	Bizmut .....	Bizmut
	Cyna .....	Cyna
	Cynk .....	Cynk
	Kobalt .....	Kobalt
	Mangan .....	Mangan
	Miedź .....	Miedź
	Molibden .....	Molibden
	Nikiel .....	Nikiel
	Olów .....	Olów
	Platyna .....	Platyna
	Rtęć .....	Merkury
	Srebro .....	Srebro
	Wolfram .....	Tungsten
	Złoto .....	Złoto
Żelazo .....	Żelazo	



## TABLICA SUBSTANCJI PROSTYCH – c.d.

<i>Substancje proste ziemne dające się usolić</i>	Magnezja .....	{ Magnezja Podstawa soli Epsomskiej
	Baryta .....	{ Baryta ziemia ciężka
	Glinka .....	{ Glina Ziemia alunowa Podstawa alunu
	Krzemionka .....	{ Ziemia krzemionkowa Ziemia szklista

## U W A G I

*O tablicy substancji prostych, lub co najmniej tych,*

*o których aktualny stan naszych wiadomości zmusza nas za takie je uważać.*

Chemia sprawdzając doświadczalnie różne ciała, ma za zadanie je rozłożyć i doprowadzić do stanu, by oddzielnie zbadać różne substancje, które wchodzi w ich związki. Nauka ta uczyniła w naszych czasach bardzo szybkie postępy. Bardzo łatwo się o tym przekonać, gdy zwróci się do różnych autorów, którzy pisali o całości chemii: zobaczy się, że w pierwotnych czasach uważano olej i sól<sup>1</sup> za początki ciał; że dzięki doświadczeniom i obserwacjom, które wniosły nowe wiadomości, spostrzeżono następnie, że sole wcale nie są ciałami prostymi, że są złożone z jakiegoś kwasu i jakiejś podstawy i że to z ich połączenia wynika ich stan obojętności. Nowe odkrycia rozszerzyły o kilka stopni granice analizy<sup>2</sup>, one wyjaśniły nam budowę kwasów i pozwoliły nam zobaczyć, że są one utworzone ze związku początku ukwaszającego, wspólnego wszystkim, kwasorodu i rodnika charakterystycznego dla każdego [z kwasów], który je rozróżnia i który stanowi, że jest to ten kwas, a nie inny. Ja poszedłem jeszcze dalej w tym dziele, ponieważ pokazałem, jak zresztą już zawiadamiał p. Hassenfratz, że same rodniki kwasów nie zawsze są substancjami prostymi; nawet w sensie, który wiążemy z tym słowem; że są one, jak początki olejowe, związkami wodorodu i węgla. W końcu p. Berthollet wykazał, że podstawy soli nie są bardziej proste niż samych kwasów i że amoniak jest związkiem azotu i wodorodu.

Chemia dąży więc do swego celu i wydoskonalenia dzieląc, rozdzielając i jeszcze dalej dzieląc i nie wiemy, jaki będzie kres tych osiągnięć. Nie możemy nawet być pewni, że to, co dzisiaj uważamy za proste, jest prostym w rzeczywistości; wszystko co możemy powiedzieć, to że dana substancja jest obecnie kressem, do którego dochodzi analiza chemiczna i której nie można dalej dzielić w obecnym stanie naszych wiadomości.

<sup>1</sup> Pogląd taki głosił Nicolas Lemery, autor bardzo poczytnego podręcznika *Cours de Chimie* wydanego po raz pierwszy w 1675 roku.

<sup>2</sup> PRZYPIS LAVOISIERA: Patrz *Mémoires de l'Académie*, rok 1776, str.671; i rok 1778, str. 535.

Należy przypuszczać, że ziemie wkrótce przestaną być zaliczane do substancji prostych; są one jedyne w całej klasie, które nie mają skłonności łączenia się z kwasorodem i mam dobre podstawy by sądzić, że ta obojętność wobec kwasorodu, jeśli mi wolno posłużyć się tym wyrażeniem, polega na tym, że są one już [nim] nasycone. Ziemie z tego punktu widzenia byłyby substancjami prostymi<sup>3</sup>, może kwasorodkami metalicznymi ukwasorodnionymi do pewnego stopnia. Jest to zresztą jedynie domysł, który tu przedstawiam. Mam nadzieję, że czytelnik będzie mógł rozróżnić, to co podaję jako prawdę opartą na faktach i doświadczeniach od tego, co jeszcze jest tylko hipotetyczne.

Nie wprowadziłem wcale do tablicy alkali stałych, takich jak potaż i soda, ponieważ te substancje są w widoczny sposób złożone, chociaż jeszcze nie znamy istoty początków, które wchodzą w ich związki.

## U W A G I

### *O związkach Światła i Ciepłika z różnymi substancjami*

Nie utworzyłem wcale tablicy dla związków światła i ciepłika z substancjami prostymi lub złożonymi; jako że nie mamy jeszcze pojęć dostatecznie utrwalo-nych o tego rodzaju związkach. Wiemy ogólnie, że wszystkie ciała przyrody są zanurzone w ciepłiku, że są przezeń otoczone, przeniknięte we wszystkich częściach i że wypełnia on odstępy, które molekuly pozostawiają między sobą; że w pewnych przypadkach ciepłik ustala się w ciałach w taki sposób, że tworzy ich części stałe; lecz najczęściej rozdziela on molekuly, wywiera na nie siłę odpychającą i to od jego działania, większego lub mniejszego nagromadzenia zależy przechodzenie ciała ze stanu stałego w stan ciekły, ze stanu ciekłego do stanu o postaci powietrza. W końcu nazwaliśmy nazwą rodzajową gazu wszystkie substancje doprowadzone do stanu o postaci powietrza przez dodanie dostatecznej ilości ciepłika; wskutek tego gdy chcemy określić kwas muriatyczny, kwas węglowy, wodorod, wodę, alkohol w stanie o postaci powietrza, nazywamy je gazem kwasu muriatycznego, gazem kwasu węglowego, gazem wodorodowym, gazem wodnym, gazem alkoholowym.

W odniesieniu do światła, jego związki i sposób działania na ciała są jeszcze mniej znane. Wydaje się jedynie, zgodnie z doświadczeniami p. Bertholleta, że ma ono wielkie powinowactwo do kwasorodu, że jest podatne do wiązania się z nimi, że wraz z ciepłikiem bierze udział w tworzeniu stanu gazowego. Doświadczenia, które wykonano nad roślinnością, pozwalają sądzić, że światło wiąże się z niektórymi częściami roślin i że dzięki tym związkom występuje zielona barwa liści i różnorodność barw kwiatów. W każdym razie jest pewne, że rośliny, które rosną w ciemności są wypłowiałe, że są całkowicie białe, że są w stanie

<sup>3</sup> Zgodne z oryginałem, choć z poprzedniego zdania wynika, że ziemie nie byłyby ciałami prostymi.

osłabienia i cierpienia i aby odzyskały swą naturalną żywotność i zabarwienie potrzebują bezpośredniego wpływu światła.

Obserwuje się coś podobnego nawet u zwierząt; mężczyźni, kobiety i dzieci słabną do pewnego stopnia przy pracach w pozycji siedzącej w manufakturach, w ciasnych pomieszczeniach, w wąskich ulicach miast. Przeciwnie, rozwijają się, uzyskują więcej siły i życia przy większości zajęć polnych i pracach na świeżym powietrzu.

Organizacja, świadomość, spontaniczny ruch, życie istnieją jedynie na powierzchni ziemi i w miejscach wystawionych na światło. Możliwość powiedzieć, że legenda o płomieniu Prometeusza była wyrażeniem prawdy naukowej, która nie umknęła Starożytnym. Bez Światła przyroda pozostałaby bez życia, byłaby martwa i nieożywiona; Bóg dobroczynny przynosząc światło rozpowszechnił na powierzchni ziemi organizację, świadomość i myśl.

Lecz nie miejsce tutaj wgłębiać się w szczegóły ciał zorganizowanych; zgodnie z planem unikałem zajmowania się tym w niniejszym Dziale i to wstrzymywało mnie przed mówieniem o oddychaniu, o ukrwieniu i o ciepłe zwierzęcym. Pewnego dnia wrócę do tych problemów.

**UWAGI** [Dotyczą wklejonej tabeli]*O związkach podwójnych kwasorodu z substancjami prostymi metalicznymi i niemetalicznymi*

Kwasorod jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych w przyrodzie substancji, ponieważ stanowi on prawie jedną trzecią ciężaru naszej atmosfery, a więc płynu elastycznego, którym oddychamy. To w tym niezmiernym rezerwuarze żyją i rosną zwierzęta i rośliny i to również z niego czerpiemy przede wszystkim cały kwasorod, który używamy w naszych doświadczeniach. Wzajemne przyciąganie, które istnieje między tym początkiem a rozmaitymi substancjami, jest takie, że nie można go otrzymać samego i uwolnionego od wszystkich związków. W naszej atmosferze jest on połączony z ciepłikiem, który go utrzymuje w stanie gazu, zmieszany jest w prawie dwóch trzecich swego ciężaru z gazowym azotem.

Aby jakieś ciało się ukwasorodniło, trzeba spełnić pewną liczbę warunków: pierwszym jest, by molekuly składające to ciało nie wywierały na siebie przyciągania silniejszego niż to, które wywołują na kwasorod, ponieważ jest oczywiste, że nie mogłyby tworzyć z nim związku. Rzemiosło może w tym przypadku przyjść z pomocą przyrodzie i można prawie dowolnie zmniejszyć przyciąganie molekuł ciała ogrzewając je, to znaczy wprowadzając ciepłik.

Ogrzewanie ciała to odsuwanie jedne od drugich molekuł, które je tworzą; a jako że przyciąganie tych molekuł zmniejsza się zgodnie z pewnym prawem zależnie od odległości, istnieć musi pewna chwila, gdy molekuly wywierają silniejsze przyciąganie na kwasorod, niż na siebie same; a wtedy ma miejsce ukwasorodnienie.

Jest wiadome, że stopień ciepła, przy którym zaczyna się to zjawisko, jest różny dla każdej substancji. Tak więc aby ukwasorodnić większość ciał i w ogólności prawie wszystkie substancje proste, wystarczy wystawić je na działanie powietrza atmosferycznego i podgrzać je do odpowiedniej temperatury. Temperatura ta dla ołowiu, rtęci i cyny nie jest dużo wyższa od tej, w której żyjemy. Trzeba natomiast stopnia ciepła dość wysokiego, by ukwasorodnić żelazo, miedź i td. przynajmniej na drodze suchej, gdy działanie wilgoci nie pomaga ukwasorodnieniu. Niekiedy ukwasorodnienie zachodzi skrajnie szybko i towarzyszy mu ciepło, światło, a nawet płomień; Takie jest spalanie fosforu w powietrzu atmosfery, a także żelaza w gazie kwasorodnym. Spalanie siarki jest mniej szybkie: zaś spalanie ołowiu, cyny i większości metali zachodzi dużo wolniej i nie można odczuć wydzielania ciepła, a przede wszystkim światła.

Należy on do substancji, które mają tak duże powinowactwo do kwasorodu i które mają właściwość ukwasorodniania się w tak niskich temperaturach, że widzimy je wyłącznie w stanie ukwasorodnienia. Takim jest kwas muriatyczny, którego ani rzemiosło, ani też chyba przyroda nie zdołały dotychczas rozłożyć i który przedstawia się nam tylko w postaci kwasu. Jest prawdopodobne, że istnieje wiele innych substancji w królestwie mineralnym, które jak kwas muriatyczny,



są z konieczności ukwasorodnione w stopniu ciepła, w którym żyjemy; jest tak bez wątpienia, dlatego że są one już tak nasycone kwasorodem, że nie wywierają już żadnego działania na ten początek.

Wystawianie substancji prostych na [działanie] powietrza, ogrzanych do pewnego stopnia temperatury nie jest jedynym środkiem ich ukwasorodnienia. Zamiast stykać je z kwasorodem połączonym z ciepłikiem, można je zetknąć z tą substancją połączoną z metalem, do którego ma małe powinowactwo. Kwasorodek czerwony rtęci jest jednym z najwłaściwszych, by spełnić tę rolę, przede wszystkim wobec ciał, które nie są atakowane przez rtęć. Kwasoród w tym kwasorodku bardzo słabo trzyma się metalu, a nawet w ogóle się nie trzyma w stopniu ciepła, który zaczyna czerwienić szkło. Wskutek tego ukwasoradnia się z dużą łatwością wszystkie ciała, które są na to wrażliwe, mieszając je z czerwonym kwasorodkiem rtęci i ogrzewając do umiarkowanego stopnia ciepła.

Czarny kwasorodek manganu, czerwony kwasorodek ołowiu, kwasorodki srebra i w ogólności prawie wszystkie kwasorodki metaliczne mogą do pewnego stopnia pełnić tę samą rolę, wybierając raczej te, w których kwasorod ma jak najmniejsze przyleganie. Wszystkie redukcje, czyli ożywienia metali są tylko operacjami tego rodzaju: nie są one niczym innym jak ukwasorodnieniem węgla przez jakikolwiek kwasorodek metaliczny. Węgiel połączony z kwasorodem i z ciepłikiem uchodzi pod postacią gazu, a metal pozostaje czysty i ożywiony.

Można też ukwasorodnić wszystkie substancje palne wiążąc je bądź z azotanem potażu lub sody, bądź z ukwasorodnionym murianem potażu<sup>4</sup>. W pewnym stopniu ciepła kwasorod porzuca azotan i murian, by wiązać się z ciałami palnymi: lecz te sposoby ukwasorodniania powinny być wykonywane ze skrajną ostrożnością i na bardzo niewielkich ilościach. Kwasorod wchodzi w związek z azotanami, a przede wszystkim z murianami ukwasorodnionymi z ilością ciepłika prawie równą tej, która jest potrzebna, by utworzyć gaz kwasorodny. Ta ogromna ilość ciepłika staje się nagle wolna w chwili jego<sup>5</sup> wiązania się z ciałami palnymi; wynika z tego wybuch, któremu nic się nie oprze.

W końcu można ukwasorodnić część ciał palnych na drodze mokrej i przekształcić w kwasy większość kwasorodków trzech królestw. Posługuje się głównie w tym celu kwasem azotowym, którego kwasorod trzyma się słabo i który łatwo go odstępuje wielkiej liczbie ciał za pomocą łagodnego ciepła. Można również używać kwasu muriatycznego ukwasorodnionego dla niektórych z tych operacji, ale nie dla wszystkich.

Nazywam *podwójnymi* związki substancji prostych z kwasorodem, ponieważ są one utworzone z połączenia tylko dwu substancji. Będę nazywał takie związki *potrójnymi*, które są złożone z trzech substancji prostych, a związkami *poczwórnymi* te złożone z czterech substancji prostych.

<sup>4</sup> W oryginale: *muriate oxygéné de potasse*. Chodzi o chloran potasu.

<sup>5</sup> Zaimek *jego* odnosi się wyraźnie do kwasorodu, nie do ciepłika.

*Związki Wodorodu*  
*TABLICA związków podwójnych Wodorodu*  
*z substancjami prostymi*

Nazwy substancji prostych		Wynik powstania związku	
		Terminologia nowa	Uwagi
	Cieplik	Gaz wodorodny	Ten związek kwasorodu i węgla zawiera oleje stałe i lotne i tworzy rodnik części kwasorodków i kwasów roślinnych i zwierzęcych; gdy występuje w stanie gazowym, powstaje gaz wodorodny
	Azot	Amoniak czyli alkali lotne	
	Kwasorod	Woda	
	Siarka	} Związek nieznan <sup>6</sup>	
	Fosfor		
Z	Węgiel	{ Rodnik hydro-węglawy lub węgło-hydrawy nawęglony	
w			
i			
q			
z	Antymon	Wodorodek antymonu	
k	Arsenik	Wodorodek arseniku	
i	Bizmut	Wodorodek bizmutu	
w	Cyna	Wodorodek cyny	
o	Cynk	Wodorodek cynku	
d	Kobalt	Wodorodek kobaltu	
o	Mangan	Wodorodek manganu	
r	Miedź	Wodorodek miedzi	
o	Molibden	Wodorodek molibdenu	
d	Nikiel	Wodorodek niklu	
u	Ołów	Wodorodek ołowiu	
	Platyna	Wodorodek platyny	
	Rtęć	Wodorodek rtęci	
z	Srebro	Wodorodek srebra	
	Wolfram	Wodorodek wolframu	
	Złoto	Wodorodek złota	
	Potaż	Wodorodek potażu	
	Soda	Wodorodek sody	
	Amoniak	Wodorodek amoniaku	
	Wapno	Wodorodek wapna	
	Magnezja	Wodorodek magnezji	
	Baryta	Wodorodek baryty	
	Glinka	Wodorodek glinki	

<sup>6</sup> PRZYPIS LAVOISIERA: Związki występują pod postacią gazu, który pochodzi z gazu wodorowego nasiarczonego i nafsorowanego

## U W A G I

## O Wodorodzie i tablicy jego związków

Wodorod, jak to wyraża jego nazwa, jest jednym z początków wody; wchodzi on w piętnastu setnych w jej skład: Kwasorod tworzy pozostałe osiemdziesiąt pięć setnych. Substancja ta, której właściwości i nawet samo istnienie znamy dopiero niedawno, jest jednym z początków najbardziej rozpowszechnionych w przyrodzie: jest jednym z tych, które odgrywają główną rolę w królestwie roślinnym i królestwie zwierzęcym.

Powinowactwo wodorodu do ciepłika jest takie, że pozostaje on stałe w stanie gazu w stopniu temperatury i ciśnienia, w którym żyjemy. Jest więc dla nas niemożliwe poznanie tego początku w stanie zgęstniałym i pozbawionym wszelkiego wiązania.

Aby otrzymać wodorod, a raczej gaz wodorodny, wystarczy do wody dodać substancję, wobec której kwasorod ma większe powinowactwo niż wobec wodorodu. Wkrótce wodorod zacznie się uwalniać, zwiąże się z ciepłikiem i utworzy gaz wodorodny. A żelazo zwykle stosowane jest, aby wykonać to rozdzielenie i potrzeba do tego celu, by było ono podniesione na stopień ciepła, zdolny je zacerwienić. Żelazo ukwasorodnia się w tym procesie i staje się podobne do rudy z wyspy Elby. W tym stanie jest ono znacznie mniej przyciągane przez magnesy i rozpuszcza się w kwasach bez eferwescencji.

Węgiel, jeśli jest czerwony i ściśnięty, ma również właściwość rozkładania wody i odbierania kwasorodu wodorodowi: lecz wtedy tworzy się kwas węglowy, który miesza się z wodorodem; łatwo się je rozdziela, ponieważ kwas węglowy jest absorbowany przez wodę i przez alkali, podczas gdy wodorod nie jest [przez nie absorbowany]. Można jeszcze otrzymać gaz wodorodny rozpuszczając żelazo lub cynk w kwasie siarkowym rozcieńczonym wodą. Te dwa metale, które tylko z trudnością i bardzo powoli rozkładają wodę, rozkładają ją przeciwnie z dużą łatwością, jeśli są wspomagane obecnością kwasu siarkowego. Wodorod w tym procesie jak tylko się wydzieli, wiąże się z ciepłikiem i otrzymuje się go w stanie gazu wodorodnego.

Niektórzy chemicy spośród bardzo wybitnych wyobrażają sobie, że wodorod jest Stahlowskim flogistonem i jako że ten sławny chemik przyjmował [istnienie] flogistonu w metalach, w siarce, w węglu i t.d., zmuszeni są oni przyjmować, że również istnieje wodorod zestalony i związany w tych wszystkich substancjach: oni to przypuszczają, lecz tego nie dowodzą, a gdyby tego dowiedli, niewiele postąpiliby naprzód, ponieważ takie wydzielanie gazu wodorodnego nie wyjaśnia w żaden sposób zjawisk kalcynacji i spalania. Trzebaby zawsze powracać do rozważania tego zagadnienia; czy ciepłik i światło, które wydzielają się podczas różnego rodzaju spalania, pochodzą z ciał, które się palą, czy też z gazu kwasorodnego, który się ustala w tych procesach? a z pewnością przypuszczenie [obecności] wodorodu w różnych ciałach palnych nie rzuca żadnego

światła na to zagadnienie. To zresztą do tych, którzy zamierzają tego dowieść; a taka teoria, która to wyjaśni równie dobrze i równie naturalnie jak ich teoria, bez domniemania, będzie przynajmniej miała korzyść prostoty.

Można zobaczyć to, co p. de Morveau, p. Berthollet, p. de Fourcroy i ja opublikowaliśmy na temat tego ważnego zagadnienia w tłumaczeniu szkicu p. Kirwana o flogistonie.

### [Przekład spisu treści całości dzieła Lavoisiera]

## SPIS RZECZY

### zawartych w *Traktacie podstawowym chemii*

#### DYSKUSJA WSTĘPNA

#### CZĘŚĆ PIERWSZA

#### **O powstawania płynów o postaci powietrza i ich rozkładzie; o spalaniu ciał prostych i powstawaniu kwasów**

ROZDZIAŁ I – O związkach ciepłika i powstawaniu płynów elastycznych o postaci powietrza

ROZDZIAŁ II – Poglądy ogólne na kształtowanie i skład atmosfery ziemi

ROZDZIAŁ III – Analiza powietrza atmosfery; jego rozkład na swa płyny elastyczne, jeden nadający się do oddychania, drugi niezdatny do oddychania

ROZDZIAŁ IV – Terminologia różnych części składowych powietrza atmosfery

ROZDZIAŁ V – Rozkład gazu kwasorodnego siarką, fosforem i węglem i tworzenie się kwasów w ogólności

ROZDZIAŁ VI – Ogólna terminologia kwasów szczególnie otrzymanych z saletry i z soli morskiej

ROZDZIAŁ VII – O rozkładzie gazu kwasorodnego przez metale i o tworzeniu się metalicznych kwasorodków

ROZDZIAŁ VIII – O zasadzie rodnika wody i o jego rozkładzie przez węgiel i przez żelazo

ROZDZIAŁ IX – O ilości ciepłika, który się wydziela w trakcie różnych gatunków spalania

ROZDZIAŁ X – O połączeniach substancji palnych jednych z drugimi

ROZDZIAŁ XI – Rozważania nad kwasorodkami i kwasami wielu podstaw i nad składem substancji roślinnych i zwierzęcych



ROZDZIAŁ XII – Rozkład substancji roślinnych i zwierzęcych przez działanie ognia

ROZDZIAŁ XIII – O rozkładzie kwasorodków roślinnych przez fermentację winową

ROZDZIAŁ XIV – O fermentacji gnilnej

ROZDZIAŁ XV – O fermentacji octowej

ROZDZIAŁ XVI – O tworzeniu soli obojętnych i o różnych podstawach wchodzących w ich skład

ROZDZIAŁ XVII – Dalszy ciąg rozważań o dających się usolic podstawach i o powstawaniu soli obojętnych

## CZĘŚĆ DRUGA

### **O związkach kwasów z podstawami dającymi się usolic i o powstawaniu soli obojętnych**

#### PRZEDMOWA

Tablica substancji prostych.

Uwagi.

Tablica rodników czyli podstaw dających się ukwasorodnić i ukwasić, rodników złożonych, które tworzą związki tak jak substancje proste.

Uwagi.

Uwagi o związkach światła i ciepła z różnymi substancjami.

Tablica związków podwójnych kwasorodu z substancjami metalicznymi i niemetalicznymi dającymi się ukwasorodnić i ukwasić.

Uwagi.

Tablica związków kwasorodu ze złożonymi rodnikami.

Uwagi.

Tablica związków podwójnych azotu z substancjami prostymi.

Uwagi.

Tablica związków podwójnych wodorodu z substancjami prostymi

Uwagi.

Tablica związków podwójnych siarki nieukwasorodnionej z substancjami prostymi.

Uwagi.

Tablica związków podwójnych fosforu nieukwasorodnionego z substancjami prostymi.

Uwagi.

Tablica związków podwójnych węgla nieukwasorodnionego z substancjami prostymi.

Uwagi.

Uwagi o rodniku murianowym, fluorowym i boraksowym i o ich związkach. Uwagi o związkach metali jednych z drugimi.

Tablica związków azotu czyli rodnika nitrowego [azotowego] doprowadzonego do stanu kwasu azotowego przez związek z wystarczającą ilością kwasorodu, z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Tablica związków azotu całkowicie nasyconego kwasorodem i doprowadzonym do stanu kwasu azotowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków kwasu siarkowego czyli siarki ukwasorodnionej z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem na drodze mokrej.

Uwagi.

Tablica związków kwasu siarkawego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem

Uwagi.

Tablica związków fosforu, który osiągnął pierwszy stopień ukwasorodnienia i który doprowadzony został do stanu kwasu fosforawego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Tablica związków fosforu nasyconego kwasorodem, czyli kwasu fosforowego z substancjami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika węglowego ukwasorodnionego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem .

Uwagi.

Tablica związków rodnika muriatycznego ukwasorodnionego czyli kwasu muriatycznego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków kwasu muriatycznego ukwasorodnionego z różnymi podstawami dającymi się usolić, z którymi może się on połączyć.

Uwagi

Tablica związków kwasu nitromuriatycznego z podstawami dającymi się usolić ułożonymi w porządku alfabetycznym z uwzględnieniem, że powinowactwa tego kwasu nie są jeszcze dostatecznie znane.

Uwagi.

Tablica związków rodnika fluorowego ukwasorodnionego czyli kwasu fluorowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika boraksowego ukwasorodnionego z różnymi podstawami dającymi się usolić, z którymi może się on połączyć w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków arseniku ukwasorodnionego czyli kwasu arsenowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków molibdenu ukwasorodnionego czyli kwasu molibdenowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków tungstenu ukwasorodnionego lub kwasu wolframowego z podstawami dającymi się usolić.

Uwagi.

Tablica związków rodnika winawego ukwasorodnionego czyli kwasu winawego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika jabłkowego ukwasorodnionego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika cytrynowego ukwasorodnionego czyli kwasu cytrynowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika pyro-drzewianego ukwasorodnionego czyli kwasu pyro-drzewianego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika pyro-winawego ukwasorodnionego czyli kwasu pyro-winawego z różnymi podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika pyro-śluzawego ukwasorodnionego czyli kwasu pyro-śluzawego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika szczawianowego ukwasorodnionego czyli kwasu szczawianowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika octawego ukwasorodnionego do pierwszego stopnia ukwasorodnienia z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika octawego ukwasorodnionego do drugiego stopnia ukwasorodnienia czyli kwasu octawego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika bursztynowego ukwasorodnionego czyli kwasu bursztynowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika benzoosowego ukwasorodnionego czyli kwasu benzoosowego z różnymi podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika kamforowego ukwasorodnionego czyli kwasu kamforowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika żółciowego ukwasorodnionego czyli kwasu żółciowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika mlekowego ukwasorodnionego czyli kwasu mlekowego z podstawami dającymi się usolić w porządku alfabetycznym.

Uwagi.



Tablica związków rodnika cukromlekowego ukwasorodnionego czyli kwasu cukromlekowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika mrówkowego ukwasorodnionego czyli kwasu mrówkowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika jedwabnikowego ukwasorodnionego czyli kwasu jedwabnikowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika łożowego ukwasorodnionego czyli kwasu łożowego z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

Tablica związków rodnika skalnego<sup>7</sup> ukwasorodnionego czyli kwasu skalnego z podstawami dającymi się usolić w porządku alfabetycznym.

Uwagi.

Tablica związków rodnika prusowego ukwasorodnionego czyli kwasu prusowego [pruskiego] z podstawami dającymi się usolić w kolejności ich powinowactwa z tym kwasem.

Uwagi.

## CZĘŚĆ TRZECIA

### Opis przyrządów i ręcznych operacji chemicznych

#### WPROWADZENIE

ROZDZIAŁ I – O przyrządach właściwych dla wyznaczenia ciężaru bezwzględne i właściwego ciał stałych i cieczy

ROZDZIAŁ II – O gazometrii czyli pomiarze ciężaru i objętości substancji o postaci powietrza

I. Opis przyrządów pneumatologicznych

II. O gazometrii

III. O kilku innych sposobach pomiaru objętości gazów

IV. O sposobie oddzielenia różnych rodzajów gazów jednych od drugich

V. O poprawkach odnośnie objętości gazów otrzymanych w doświadczeniu

<sup>7</sup> W oryginale: *lithique*.

Tablica związków podwójnych Kwasorodu z substancjami metalicznymi i niemetalicznymi dającymi się ukwasorodnić i ukwasić

		Pierwszy stopień ukwasorodnienia		Drugi stopień ukwasorodnienia		Trzeci stopień ukwasorodnienia		Czwarty stopień ukwasorodnienia	
		Nazwy nowe	Nazwy dawne	Nazwy nowe	Nazwy dawne	Nazwy nowe	Nazwy dawne	Nazwy nowe	Nazwy dawne
Związki kwasorodu z substancjami prostymi niemetalicznymi takimi jak:	Cieplik . . . . .	Gaz kwasorodny . . . . .	Powietrze życiowe lub zdeflogistonowane						
	Wodorod	Nie znany jest stopień zwiodu z wodorodem, a ten związek tworzy wodę.							
	Azot . . . . .	Kwasorodek azotawy podstawa gazu azotawego	Gaz azotawy . . . . .	Kwas azotawy . . . . .	Kwas azotawy dymiący	Kwas azotowy	Kwas azotawy nie dymiący	Kwas azotowy ukwasorodniony	Nieznany
	Węgiel . . . . .	Kwasorodek węgla . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas węglawy . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas węglowy	Powietrze stałe	Kwas węglowy ukwasorodniony	Nieznany
	Siarka . . . . .	Kwasorodek siarki . . . . .	Siarka miękka	Kwas siarkawy . . . . .	Kwas siarkawy . . . . .	Kwas siarkowy	Kwas witrioliczny	Kwas siarkowy ukwasorodniony	Nieznany
	Fosfor . . . . .	Kwasorodek fosforu . . . . .	Osad spalania fosforu	Kwas fosforawy . . . . .	Lotny kwas fosforu . . . . .	Kwas fosforowy	Kwas fosforowy	Kwas fosforowy ukwasorodniony	Nieznany
	Rodnik muriatowy	Kwasorodek muriatowy . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas muriatowy . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas muriatowy	Kwas morski [Kwas solny]	Kwas muriatowy ukwasorodniony [Kwas chlorowy]	Kwas morski odfligistonowany
	Rodnik fluorowy . . . . .	Kwasorodek fluorowy . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas fluorawy . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas fluorowy	Nieznany		
	Rodnik boraksowy	Kwasorodek boraksowy . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas boraksawy . . . . .	Nieznany . . . . .	Kwas borowy	Sól osadowa Homberga		
	Antymon . . . . .	Kwasorodek szary antymonu . . . . .	Wapno szare antymonowe . . . . .	Kwasorodek biały antymonu . . . . .	Wapno białe antymonu Antymon diaforetowy	Kwas antymonowy			
	Arsenik . . . . .	Kwasorodek szary arsenika	Wapno szare arsenikowe	Kwasorodek biały arsenika . . . . .	Wapno białe arsenikowe	Kwas arsenikowy	Kwas arsenikalny	Kwas arsenikowy ukwasorodniony	Nieznany
	Bismut . . . . .	Kwasorodek szary bizmutu	Wapno szare bizmutowe	Kwasorodek biały bizmutu . . . . .	Wapno białe bizmutu	Kwas bizmutowy			
	Związki kwasorodu z substancjami prostymi metalicznymi takimi jak:	Cyna . . . . .	Kwasorodek szary cyny . . . . .	Wapno szare cynowe . . . . .	Kwasorodek biały cyny	Wapno białe cynowe Garniec cyny	Kwas cynowy		
Cynk . . . . .		Kwasorodek szary cynku . . . . .	Wapno szare cynkowe . . . . .	Kwasorodek biały cynku	Wapno białe cynkowe Pomfoliks	Kwas cynkowy			
Kobalt . . . . .		Kwasorodek szary kobaltu	Wapno szare kobaltowe			Kwas kobaltowy			
Mangan . . . . .		Kwasorodek czarny manganu . . . . .	Wapno czarne manganowe . . . . .	Kwasorodek biały manganu	Wapno białe manganowe	Kwas manganowy			
Miedź . . . . .		Kwasorodek różowo-brunatny miedzi . . . . .	Wapno różowo-brunatne miedziowe . . . . .	Kwasorodek zielony i niebieski miedzi . . . . .	Wapno zielone i niebieskie miedziowe	Kwas miedziowy			
Molibden . . . . .		Kwasorodek molibdenu			Wapno molibdenowe	Kwas molibdenowy	Kwas molibdenu	Kwas molibdenowy ukwasorodniony	Nieznany
Nikiel . . . . .		Kwasorodek niklu . . . . .	Wapno niklowe . . . . .			Kwas niklowy			
Ołów . . . . .		Kwasorodek szary ołowiu . . . . .	Wapno szare ołowiove . . . . .	Kwasorodek żółty i czerwony ołowiu . . . . .	Massikot i minia	Kwas ołowiowy			
Platyna . . . . .		Kwasorodek żółty platyny	Wapno żółte platynowe . . . . .			Kwas platynowy			
Rtęć . . . . .		Kwasorodek czarny rtęci . . . . .	Etiops mineralny . . . . .	Kwasorodek żółty i czerwony rtęci . . . . .	Turbit mineralny Precypitat czerwony Precypitat <i>per se</i>	Kwas rtęciowy			
Srebro . . . . .		Kwasorodek srebra . . . . .	Wapno srebrove . . . . .			Kwas srebrovy			
Wolfram . . . . .		Kwasorodek wolframu . . . . .	Wapno tungstenowe . . . . .			Kwas wolframowy	Kwas tungstenu	Kwas wolframowy ukwasorodniony	Nieznany
Złoto . . . . .		Kwasorodek żółty złota . . . . .	Wapno żółte złota . . . . .	Kwasorodek czerwony złota . . . . .	Wapno czerwone złota, Precypitat purpury Casiusa	Kwas złotowy			
Żelazo . . . . .	Kwasorodek czarny żelaza	Etiops marcjalny . . . . .	Kwasorodek żółty i czerwony żelaza . . . . .	Okra i rdza	Kwas żelazowy				



w stosunku do ciśnienia atmosferycznego

- VI. O poprawkach względem różnych stopni termometru
- VII. O sposobie wyznaczenia ciężaru bezwzględnego różnych gazów
- VIII. Modele obliczeń dla względnych poprawek stopnia ciśnienia i temperatury.

ROZDZIAŁ III – O przyrządach do pomiaru ciepłota  
Opis kalorymetru

ROZDZIAŁ IV – O operacjach czysto mechanicznych, których celem jest rozdzielanie ciał

- I. O rozcieraniu, proszkowaniu i rozpylaniu
- II. O przesiewaniu i przemywaniu
- III. O filtrowaniu
- IV. O dekantowaniu

ROZDZIAŁ V – O środkach, które stosuje chemia, by odsunąć jedno od drugich molekuly ciał bez ich rozkładania i przeciwnie, by je połączyć.

- I. O rozpuszczaniu soli
- II. O ługowaniu
- III. O odparowywaniu
- IV. O krystalizacji
- V. O prostej destylacji
- VI. O sublimacji

ROZDZIAŁ VI – O destylacji pneumato-chemicznej, roztwarzaniach metalicznych i kilku innych operacjach wymagających przyrządów bardzo skomplikowanych

- I. O destylacjach złożonych i o destylacjach pneumato-chemicznych
- II. O roztwarzaniach metalicznych
- III. O przyrządach do fermentacji winowej i gnilnej
- IV. Przyrządy szczególnie do rozkładu wody
- V. O przygotowaniu i używaniu kitów

ROZDZIAŁ VII – O operacjach dotyczących spalania ściśle mówiąc i o wybuchach

- I. O spalaniu fosforu i węgla
- II. O spalaniu olejów
- III. O spalaniu wysokoku winnego czyli alkoholu
- IV. O spalaniu eteru
- V. O spalaniu gazu wodorodowego i powstawaniu wody

VI. O ukwasorodnieniu metali

VII. O wybuchu

ROZDZIAŁ VIII – O przyrządach koniecznych by wykonywać operacje w bardzo wysokich temperaturach

I. O stapianiu

II. O piecach

III. O środkach wzmagających znacznie działanie ognia zastępując gazem kwasorodnym powietrze atmosfery

TABLICE DO UŻYTKU CHEMIKÓW

KONIEC SPISU RZECZY

**Antoine Lavoisier**

***Traité élémentaire de chimie***

**translated into Polish and edited by Roman Mierzecki**

SUMMARY

Antoine Lavoisiers's *Traité élémentaire de chimie* has been translated into a great many of the world's languages, but there has so far not been a Polish translation of the work, and this in spite of the fact that ever since the year 1800 all textbooks on chemistry published in Poland have based upon the ideas of the French scientist, even if some adjustments had to be made to account for the progress in scientific knowledge.

The present translation of the *Traité* is based on the text of the first edition (1789), published by Gauthier-Villars in the year 1937. The text of that edition has been compared with the original of the full third edition of 1801, for the text published in 1937 comprises only the first part and the third parts of the *Traité*. The Polish translation is basically restricted to the first part of the work, which presents the philosophical background for Lavoisier's argumentation; however, it also includes, by way of example, three tables from the second part of the *Traité* (these are based on the 1801 edition).