

Mayow, John

Badania nad saletrą i saletrowym duchem powietrza. Spalanie i oddychanie

Analecta 3/1(5), 135-180

1994

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.



BADANIA NAD SALETRĄ I SALETROWYM DUCHEM POWIETRZA SPALANIE I ODDYCHANIE

Z łaciny przełożył
oraz wstępem i komentarzami opatrzył
Roman Bugaj

Wstęp

John Mayow urodził się 21 grudnia 1641 roku w Morval w Kornwalii. Rodzina jego pochodziła z Bree w tymże hrabstwie. W 1658 roku rozpoczął naukę w Wadham College w Oksfordzie, w następnym zaś otrzymał stopień scholara. Dzięki poleceniu swego protektora Henry'ego Corentry w 1660 został członkiem All Souls College. Początkowo studiował prawo i uzyskał B. C. L. w 1665 roku, a D. C.L. w 1670, później jednak w mieście Bath poświęcił się naukom medycznym. Przeprowadził badania nad wodą tamtejszych źródeł, a wyniki zamieścił w jednym z rozdziałów niżej wymienionej książki. W 1678 roku na wniosek Roberta Hooke'a został przyjęty do Royal Society. Zmarł 18 października 1679 roku w wieku 38 lat i został pochowany w Covent Garden przy kościele św. Pawła w Londynie¹.

Niezwykle zdolności naukowe Mayowa ujawniły się już w 1668 roku, w którym ogłosił drukiem w Oksfordzie swoje dzieło pt. *Tractatus Duo, Quorum prior agit de Respiratione, alter de Rachitide*. Drugie, niezmienione wydanie ukazało się tamże w 1669 roku, trzecie — w Lejdzie w 1671. Przedstawioną tam teorię Mayow rozszerzył w dalszych pracach noszących zbiorowy tytuł: *Tractatus Quinque Medico-Physici* (Oksford 1674 i Haga 1681)².

Henry Guerlac podkreśla, że „należy wątpić, czy jakieś inne dzieło naukowe XVII wieku było przedmiotem bardziej kontrowersyjnej interpretacji. Chwalono je jako jedno z wielkich klasycznych dzieł z zakresu chemii i fizjologii, a nieco później ganiono bez litości jako absolutny nonsens”³.

Tractatus Quinque miało wielki wpływ na teorię i doświadczenia Stephena Halesa, na brytyjską szkołę pneumatyczną, a także tą drogą, na doniosłe prace Laurenta Lavoisiera. W dużym stopniu interesowali się nimi i roztrząsali zawarte w nich myśli tacy badacze, jak Boyle i Newton.

„XIX-wieczni historycy nauki wyrazili o Mayowie najbardziej skrajne opinie. Francis Gotch nazwał go «jednym z największych uczonych XVII wieku, a nawet w ogóle wszystkich czasów»⁴. Charles Singer uważał go za prekursora Josepha Priestleya⁵. W przeciwieństwie do tych sądów angielski chemik Thomas Thompson wystąpił w 1802 r. z zarzutem, że Mayow popełnił plagiat kopiując tezy Roberta Hooke'a»⁶.

Dzieło Mayowa ma charakter pracy doświadczalnej. Opisał w nim bardzo szczegółowo mechanizm procesu spalania i oddychania. Wnikliwie omówił fizjologiczne działanie płuc, ich budowę morfologiczną i zjawisko przenikania powietrza do krwi. Osobiście wykonał wiele interesujących doświadczeń i wyjaśnił je w sposób, jaki był możliwy do uzyskania w tym czasie. W celu osiągnięcia daleko idącej poprawności wyników badań doświadczenia swe powtarzał kilkakrotnie.

Interesowały go związki chemiczne nieorganiczne i organiczne, chemiczne właściwości i skład cieczy ustrojowych oraz wydzielin ludzkiego organizmu, takich jak krew i mocz.

Najważniejszym osiągnięciem naukowym Mayowa stawiającym go w rzędzie wybitnych chemików nowożytnych była jego teoria saletrowo-powietrzna, dzięki której utworował ostatecznie drogę do odkrycia i izolowania w postaci czystej tlenu.

Według Mayowa powietrze składa się z dwóch części:

1. W dużej ilości z bezwładnej masy, czyli właściwego powietrza.
2. Z mniejszej części bardzo aktywnych, „fermentatywnych” cząsteczek, które czasami określa się jako quasi-saletrowe, saletrowe lub ogniowo-powietrzne (*spiritus igne-aëreus*), lecz które woli nazywać duchem saletrowo-powietrzny (*spiritus nitro-aëreus*).

Mayow dowodził, że te duch saletrowo-powietrzny wchłonięty do płuc barwi krew żyłą na kolor jaskrawo czerwony. Jest on także głównym czynnikiem spalania i bez niego proces ten nie może nastąpić. Duch saletrowo-powietrzny względnie ogniowo-powietrzny występuje nie tylko w powietrzu, ale również w saletrze potasowej i on sprawia, że proch strzelniczy zawierający saletrę może płonąć w próżni. Taki wniosek wyciągnął Mayow po wykonaniu szeregu doświadczeń, w których zastosował pompę próżniową. Dziś możemy stwierdzić z całą odpowiedzialnością, że *spiritus igne-aëreus* Mayowa jest identyczny z tlenem.

Na temat teorii i osiągnięć Mayowa ogłoszono szereg interesujących prac, z których przede wszystkim należy wymienić studia T.S. Pattersona⁷, J.R. Partingtona⁸ i W. Böhma⁹, ale żaden z tych autorów nie odkrył głównego poprzednika Mayowa i właściwego twórcy teorii saletrowo-powietrznej. Uczynił to w 1933 roku Henry Guerlac¹⁰, który pierwszy wysunął doniosłe twierdzenie, że teoria powietrznej saletry w jej prawidłowej nieskażonej postaci wywodzi się z dzieł najwybitniejszego polskiego alchemika, Michała Sędziwoja (Kosmo-

polity) (1566–1636), mianowicie z jego traktatu *Novum Lumen Chymicum* (1604) i *Traktatu o Siarce*. Badania Guerlaca kontynuowali i rozwinęli W. Ćubicki¹¹, R. Bugaj¹² i Z. Szydło w swej dysertacji doktorskiej obronionej w 1992 roku w Londynie¹³.

Praca Johna Mayowa zasługuje na opublikowanie w języku polskim. Obecny jej przekład wraz z komentarzem został dokonany na podstawie łacińskiego wydania *Johannis Mayow Opera Omnia Medico-Physica, Tractatibus quinque comprehensa, Quorum Catalogum Pagina post Epistolam Dedicatorem exhibet. Editio novissima, Figuris aeneis adornata*. Hagae-Comitum, Apud Arnoldum Leers. Anno M.DC.LXXXI. (Egzemplarz Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego, sygnatura XII.XV.7.1). Przekład obejmuje z pewnymi skrótami siedem rozdziałów, do tekstu dołączono portret Johna Mayowa oraz sześć oryginalnych ilustracji.

Bibliografia dzieł Mayowa

1. *Tractatus Duo, Quorum prior agit de Respiratione: Alter De Rachitide*. A John Mayow, Coll: Omn: An: Socio. Oxon: 1668.
2. *Tractatus Duo, Quorum prior agit De Respiratione: Alter De Rachitide*. A John Mayow, Coll: Omn: An: Socio. Oxon: 1669.
3. To samo, Lejda 1671.
4. *Tractatus Quinque Medico-Physici. Quorum primus agit De Sal-Nitro, et Spiritus Nitro-Aereo. Secundus De Respiratione. Tertius De Respiratione Foetus in Utero et Ovo. Quartus De Motu Musculari et Spiritibus Animalibus. Ultimus De Rachitide*. Studio Joh. Mayow LLD & Medici: Nec non Coll. Omn. Anim. in Univ. Oxon. Socii Oxonii. E Theatro Sheldoniano. An. Dom. M.DC.LXXIV.
5. *Johannis Mayow Londinensis Doctoris et Medici, nec non Coll. Omn. Anim. in Universitate Oxoniensi Socii, Opera Omnia Medico-Physica, Tractatibus quinque comprehensa. Quorum Catalogum Pagina post Epistolam Dedicatorem exhibet. Editio novissima, Figuris aeneis adornata*. Hagae-Comitum, Apud Arnoldum Leers. Anno M.DC.LXXXI.
6. To samo, Genewa 1685.

PRZYPISY

¹ P.T. Hartog, *Dictionary of National Biography*.

² Por. Bibliografię dzieł Johna Mayowa.

³ H. Guerlac, *John Mayow and the Aerial Nitre. Studies on the Chemistry of John Mayow – I.*, „Actes du VIIe Congrès International d’Histoire des Sciences”, Jerusalem 4–12 Août 1953. Redacteur responsable: F. S. Bodenheimer. Jerusalem, Paris, b. r., s. 332.

⁴ F. Gotch, *Two Oxford Physiologists*, Oxford, 1908, s. 5.

⁵ Ch. Singer, *A Short History of Medicine*. New York, 1928, s. 189.

- ⁶ T. Thompson, *System of Chemistry*, 1802, t. 1, s. 347. — R. Bugaj, *Hermetyzm*, Wrocław, Warszawa, Kraków 1991, s. 257.
- ⁷ T.S. Patterson, *John Mayow in contemporary Setting. A Contribution to the History of Respiration and Combustion*. „Isis” February 1931, No 45, Vol. XV (1), s. 47–96. „Isis” September 1931, No 47, Vol. XV (3), s. 504–546.
- ⁸ J. R. Partington, *A History of Chemistry*, t. 2, London 1961, s. 577 n. Tenże: *The Life and Work of John Mayow (1641–1679)*. „Isis” 1956, Vol. 47, s. 217–230, 405–417. Tenże: *Some Early Appraisals of the Work of John Mayow*. „Isis” 1959, Vol. 50, s. 211–226.
- ⁹ W. Böhm, *John Mayow and his Contemporaries*. „Ambix” 1963, Vol. XI, s. 105–120.
- ¹⁰ H. Guerlac, *John Mayow and the Aerial Nitre. Studies on the Chemistry of John Mayow — I*, art. cyt. Tenże: *The Poets’ Nitre. Studies in the Chemistry of John Mayow — II*. „Isis” 1954, Vol. 45, s. 243–255. Por. także: A. G. Debus, *The Paracelsian Aerial Niter*. „Isis” 1964, Vol. 55, s. 43–61.
- ¹¹ W. Hubicki, *Michael Sendivogius Theory, its Origin and Significance in the History of Chemistry*. „Actes du Dixieme Congrès International d’Histoire des Sciences”. Ithaca, 26 VIII — 2 IX 1962, t. 2. Paris 1964, s. 829–833.
- ¹² R. Bugaj, *Michał Sędziwój (1566–1636). Życie i pisma*, Wrocław, Warszawa, Kraków 1968, s. 263 n. Tenże: *Saletra filozofów a odkrycie tlenu*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki”, Nr 3–4, 1986, s. 749–780. Tenże: *Hermetyzm*, dz. cyt., s. 238–259.
- ¹³ *The Life and Work of Michael Sendivogius (1566–1636)* by Zbigniew Szydło. University College, London October 1991. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy of the University of London.



Johannes Mayow.

ROZDZIAŁ PIERWSZY

O SALETRZE¹

W następujących wywodach pragnę wykazać, że otaczające nas powietrze, niewidzialne z powodu swej delikatności i objawiające się jako pusta przestrzeń, zawiera jednak pewną substancję pozostającą w ścisłym związku z saletrą². Tworzy ona ducha³, który w dużym stopniu łączy się ze zjawiskami życia, spalania i fermentacji. Celem zrozumienia [właściwości] tej saletrowej substancji powietrza należy rozważyć kilka kwestii dotyczących samej saletry.

Wprawdzie wiem, że istnieje już wiele prac poruszających ten temat w takim zakresie, ale prawie nie ma nikogo znajdującego się na rzeczy, kto by o tej sprawie czegoś nie napisał. Rzeczywiście, można byłoby sądzić, że ta cudowna substancja⁴ została przeznaczona do wywołania takiego samego hałasu w filozofii, jak na wojnie. Jednak właśnie z powodu takiego mnóstwa autorów⁵ [istotna] prawda o niej zdaje się pozostawać w ukryciu i do dziś natura saletry pozostaje nieznana.

Obecnie celem jasnego wyłożenia własnych poglądów na tę tajemniczą substancję omówię zwięźle jej pochodzenie i składniki.

Odnosnie części składowych saletry, wydaje się, że składa się ona z bardzo ogniowego kwasu i soli alkalicznej, albo z lotnej soli zbliżonej do Alkali⁶, co wynika zarówno z jej rozkładu, jak i z procesu jej powstawania⁷.

Odnosnie siarki⁸ uważanej zwykle za jeden ze składników saletry, wyrażam pogląd, że choć saletra rzucona w ogień ulega natychmiastowemu spalaniu, to jednak nie zawiera ona siarki, co niżej postaram się uzasadnić.

Przeprowadzając rozkład saletry za pomocą destylacji otrzymuje się kwaśnego ducha przechodzącego do odbieralnika, podczas gdy w retorcie pozostaje zestalona saletra⁹, bardzo podobna do Alkali¹⁰. Jeśli do roztopionej saletry doda się następnie siarki, to po ustaniu spalania, na dnie tygla znajduje się substancję nazywaną pospolicie, jednak niesłusznie, zestaloną saletrą. Wiemy bowiem, że tylko jedna część saletry, mianowicie jej sól jest nielotna¹¹, podczas gdy druga część, t.zn. kwaśny duch w czasie spalania ulatnia się i może być zebrany przy użyciu retorty zaopatrzonej w odpowiednie naczynie lub dzwon.

Następnie przez spalenie mieszaniny składających się z równych części saletry i kamienia winnego¹², (którą można zapalić za pomocą kawałka rozżarzonego żelaza lub palącego się węgla) otrzymuje się nielotną sól w ilości równej użytego kamienia winnego. Nazywa się ją zwykle solą kamienia winnego¹³, co jest niesłuszne, gdyż kamień winny w większej części składa się z ducha i oleju o nieprzyjemnym zapachu, które to substancje podczas spalania ulatniają się, dzięki czemu pozostająca sól musi częściowo powstawać z saletry¹⁴.

Jeśli weźmiemy pod uwagę tworzenie się saletry, rozpoznajemy łatwo te same części składowe. Mianowicie po nalaniu kwaśnego ducha saletrowego¹⁵ na jakąkolwiek sól alkaliczną lub lotną o cechach Alkali, powstaje przy silnym

burzeniu się wskutek wzajemnego ich oddziaływania saletra, posiadająca znaną właściwość natychmiastowego spalania się w ogniu. Rzeczywiście saletra okazuje się środkiem nadającym się do wszelkich działań skierowanych przeciw nieprzyjaciółom¹⁶, skoro sama powstaje z wzajemnej walki, a nawet nienawiści, przeciwstawnych substancji!

Poznawszy w ten sposób składniki saletry zapytujemy, jak powstała ona w ziemi. Bowiem prawie każda przewiana [powietrzem] i uprawiana ziemia, w której zawarte są znaczne ilości siarki¹⁷ oraz stałych i lotnych soli (jak w stajniach końskich, gołębnikach i zagrodach dla owiec)¹⁸, zawiera obfite ilości saletry, a ta dzięki temu otrzymała najbardziej trafną nazwę soli ziemi. Zgodnie z najczęściej przyjmowanym sposobem objaśnienia tego zjawiska, ziemia jako najbardziej odpowiedni ośrodek dla saletry gromadzi ją z powietrza dzięki swej sile przyciągania¹⁹. W istocie nie należy w to wątpić, że powietrze nie mało przyczynia się do powstawania saletry, ponieważ nie otrzymuje się jej z podłoża nie poddanego działaniu powietrza i stwierdzono, że jeśli ziemię przez wylugowanie pozbawi się saletry, to przez wystawienie jej na działanie powietrza, ponownie uczyni się ją bogatą w tę sól. Nie należy jednak sądzić, że saletra w całości powstaje z powietrza. Musimy raczej przyjąć, że tylko najbardziej lotne i najdelikatniejsze jej części pochodzą z powietrza, podczas gdy pozostałe pochodzą z ziemi. Bowiem znaczna część [masy] saletry otrzymanej z ziemi składa się ze stałej soli, której nie można sublimować²⁰ nawet w najsilniejszym ogniu. Podczas destylacji saletry również ulatnia się tylko jej kwaśny duch, natomiast stała sól pozostaje w retorcie²¹.

Nie należy też zarzucać, że saletra powietrzna jest bardziej lotna od zwykłej saletry, gdyż jeśli podda się ziemię wypłukaną z jakiegokolwiek podobnej do saletry soli działaniu powietrza, to po upływie pewnego czasu znowu powstanie w niej saletra, a mianowicie nielotna, zwykła sól. Gdyby pochodziła ona całkowicie z powietrza, wówczas musiałaby w nim istnieć zwykła, stała saletra. Fakt, że coś takiego unosi się w nadzwyczaj delikatnym powietrzu jest nie do przyjęcia²². Na zarzut, że ta unosząca się wokół saletra, mogłaby kiedyś przedostać się do ziemi i stać się zestaloną solą, odpowiadam, iż jest to możliwe tylko wtedy, kiedy lotna powietrzna saletra otrzymuje w ziemi coś nielotnego, co nie oznacza nic innego, jak tylko to, że część lotna saletry pochodzi z powietrza, a nielotna – z ziemi. Do tego mogę dodać, że przyjęcie [poglądu], że saletra w takiej postaci, w jakiej zostaje otrzymana z ziemi, zawarta jest w powietrzu, wynika natychmiast wniosek, że każdy płomień, nawet mały płomień świecy, powinien wydawać trzaski z powodu znajdujących się tam cząsteczek saletry, gdyż saletra powietrzna, jakiegokolwiek byłaby rodzaju, musiałaby przenikać każdy płomień²³.

Zgodnie z tym wywodem jest więc bardzo prawdopodobne, że saletra pochodzi częściowo z ziemi, częściowo z powietrza, co niżej zostanie wykazane w bardziej jasny sposób. Obecnie zbadamy bliżej jej części składowe.

Przede wszystkim sędzę, jak to wyżej wykazałem, że stała sól pochodzi z ziemi, ponieważ taka nielotna substancja zupełnie nie mogłaby występować w powietrzu. Pogląd ten popiera fakt, że bogatsze jej zasoby otrzymuje się z tej ziemi, która nasycona jest stałym albo lotnym Alkali (tak jak w stajniach końskich), albo która pomieszana jest z wapnem względnie popiołem (roślinnym), a to w miarę, jak te substancje wraz z upływem czasu wskutek połączenia się z saletrowym duchem powietrza zostają przekształcone w saletrę²⁴. Ostatecznie jest bardzo prawdopodobne, że popioły, wapno i tym podobne powodują użyźnienie ziemi w ten sam sposób, mianowicie przez dostarczenie stałych soli, niezbędnych do tworzenia saletry. Jeśli ktoś zarzuciłby, że ziemia, która przez wypłukanie utraciła wszystkie takie sole, poddana następnie działaniu powietrza, po upływie pewnego czasu utworzy znów saletrę, odpowiadam, że w każdej ziemi, a więc również i w tej wypłukanej, tkwią zarodki stałych soli, choć może ukryte. Zarodki te po upływie czasu, wskutek działania pewnego powietrznego fermentu dostarczają stałej soli²⁵, co spróbuję wykazać w dalszym ciągu. Mianowicie od dawna uważa się, że ziemia zawiera pewien zapładniający wszystko zarodek²⁶. Wszystko zgadza się, jeśli przyjmiemy samą sól stałą albo ostatecznie jej zarodek, ukryty we wnętrzu ziemi, który w połączeniu z duchem saletrowym powietrza wytwarza saletrę. Pogląd ten znajduje potwierdzenie w fakcie, że wytworzona w ten sposób w ziemi saletra nie mało przyczynia się do wzrostu roślini²⁷. W istocie, tak jak zawarte w ziemi zarodki metali z biegiem czasu stają się rzeczywistymi metalami, tak samo zarodki stałych soli są ukryte w każdej płodnej ziemi i wskutek działania powietrza i długiego procesu rozpuszczania przechodzą zwykle w stałe sole. W innym wypadku byłoby niewyjaśnione, skąd pochodzą obfite ilości stałej soli, która może być wypłukana z popiołów roślinnych i z pewnością pochodzi z gleby. Ziemię traktuję jako wewnętrzne połączenie stałej soli i siarki, w którym części składowe przyciągają się tak silnie, że każda z nich może okazać woją odrębność tylko podczas nieustannego działania powietrza. Po stopieniu na umiarkowanym ogniu siarki i stałej soli powstaje wskutek połączenia się ich masa o ciemnym zabarwieniu²⁸, bardzo podobna do ziemi, z tą tylko różnicą, że w ziemi siarka i stała sól są niedojrzałe i ściśle związane.

ROZDZIAŁ DRUGI

O POWIETRZNYM I OGNIOWYM SKŁADNIKU DUCHA SALETRY

Po krótkim omówieniu w poprzednim rozdziale składników saletry, szczególnie jej składnika stałego, soli aklalicznej, należy teraz wziąć bliżej pod uwagę pochodzenie innego składnika, mianowicie jej kwaśnego ducha²⁹.

W związku z tym zastanawiałem się długo, czy duch saletry może samodzielnie występować w powietrzu w stanie dużego rozdrobnienia i dzięki właściwej mu

ostrości przenikając nieustannie wszystkie ciała napotkawszy stałą albo alkaliczną sól łączy się z nimi i tworzy trzecią substancję, mianowicie pospolitą saletrę. W każdym razie istnieją powody o pewnej doniosłości mogące potwierdzić tę hipotezę.

Po pierwsze, zaledwie można byłoby przypuścić, skąd pochodzi kwaśny duch saletry, jak nie z powietrza, skoro saletra tworzy się w ziemi całkowicie pozbawionej kwaśnych substancji. Również wszystkie sole, tak stałe jak lotne (a także witriole), nawet po całkowitym usunięciu z nich przez ogrzewanie ich kwaśnych duchów i następnym wystawieniu na powietrze, zachowują pewną kwasową właściwość i poniekąd stają się saletrowymi. Dalej, polerowana stal pod wpływem wilgotnego powietrza ulega nadżarciui, podobnie jak przez kwasy, i zamienia się w żółtą rdzę żelazną.

Według wszelkiego prawdopodobieństwa zachodzi to w taki sposób, jak gdyby jakiś kwaśny i saletrowy duch znajdował się w powietrzu. Zbadawszy jednak rzecz bliżej doszedłem do wniosku, że taka ciężka i nielotna substancja, jak kwaśny duch saletry, zupełnie nie mogłaby istnieć w lekkim i poddanym ciągłemu ruchowi powietrzu. Ponadto wchodzi tu w rachubę fakt, że ta saletrowa substancja powietrza, jakiegokolwiek byłaby rodzaju, podtrzymuje palenie i podczas oddychania przedostaje się do krwi³⁰ (jak to dalej zostanie wyjaśnione), natomiast wilgotny i niszczący duch saletry powoduje raczej wygaszanie ognia i uśmiercanie zwierząt.

Choć duch saletry nie pochodzi w całości z powietrza, to jednak ma to miejsce w przypadku jednej jego części. Ponieważ (jak wykazano wyżej) jedna część saletry pochodzi z powietrza, a sól stała wydziela się z ziemi, jest konieczne, że drugi składnik, mianowicie kwaśny i ogniowy duch saletry, przynajmniej częściowo musi pochodzić z powietrza. Celem wyjaśnienia [natury] tego powietrznego składnika ducha saletry przytoczę kilka uwag.

Po pierwsze należy dodać, że istnieje w powietrzu coś, co jest niezbędne do utrzymania płomienia³¹. Mianowicie dzięki doświadczeniom Boyle'a zostało wykazane w sposób nie ulegający wątpliwości, że paląca się świeca szybciej gaśnie w naczyniu zawierającym powietrze rozrzedzone, niż w zwykłym naczyniu z normalnym powietrzem. Dzięki temu udowodniono, że płomienia świecy nie gasi jego własny dym, jak sądzą niektórzy³², lecz że wygasa on wskutek braku pożywienia powietrza, gdyż naczynie z rozrzedzonym powietrzem dostarcza dymowi więcej miejsca, aniżeli naczynie wypełnione zwykłym powietrzem. Do tego dochodzi fakt, że palna substancja znajdująca się w naczyniu pozbawionym powietrza nie daje się zapalić ani przez palący się węgiel, albo rozżarzone do czerwoności żelazo, ani też przez soczewkę skupiającą promienie słoneczne. Po tym wszystkim dochodzę do wniosku, że w procesie spalania główną rolę odgrywają pewne cząsteczki zawarte w powietrzu i że natura i postać płomienia zależą głównie od szybkiego ruchu tych cząsteczek.

Jednak wystrzegam się poglądu, że tym pokarmem ognia jest samo powietrze. Przeciwnie, sprawia to jedynie najbardziej ruchliwa i delikatna część powietrza, gdyż świeca wygasa w zamkniętym naczyniu, gdy jeszcze jest w nim zawarta znaczna ilość powietrza. Nie można tu przyjąć, że cząsteczki powietrza ulotniły się, gdyż nie mogą one przedostać się przez szkło; jest także nieprawdopodobne, że zostały one zniszczone przez płomień.

Po drugie nasuwa się wniosek, że te niezbędne do istnienia każdego płomienia cząsteczki ogniowo-powietrzne są zawarte w saetrze, w której tworzą aktywną i ogniową część składową, ponieważ mieszanina palnej substancji z saetrą daje się spalić w naczyniu pozbawionym powietrza albo nawet pod wodą, jak tego dowodzi następujące doświadczenie. Bierze się dobrze sproszkowany proch strzelniczy, ugniata z niedużą ilością wody na ciastowatą masę i wypełnia nią zalutowaną z jednej strony rurkę, przy czym wgniata się masę silnie do środka przy pomocy pręcika. Następnie zapala się ją i wkłada po odwróceniu rurki dnem do góry pod wodę; proch strzelniczy wypala się całkowicie.

Proch strzelniczy spala się również w naczyniu pozbawionym powietrza. Wynika z tego, że saetra sama zawiera cząsteczki ogniowo-powietrzne, dzięki czemu nie potrzebuje ona zapasu powietrza³³. Dalszego dowodu dostarcza płomień powstający przy wybuchu saetry, który zostaje spowodowany przez nagłe wypadnięcie jej cząsteczek ogniowo-powietrznych, nie zaś przez zawartą tam palną substancję, jest bowiem całkiem nieprawdopodobne, że w saetrze występuje palna substancja³⁴. Nie mogę zgodzić się ze słynnym *Willisem*³⁵, który w swej książce *O Fermentacji* wyraża zupełnie przeciwny pogląd, przy czym główną podporę swego mniemania upatruje w łatwiej zapalności saetry oraz w fakcie jej powstawania szczególnie tam, gdzie są zawarte palne odchody zwierząt. Wolałbym raczej przyjąć, że czysta saetra jest całkowicie wolna od palnych cząsteczek, ponieważ nic z palnej natury nie znajduje się ani w destylowanym duchu saetry, ani w czystej soli alkalicznej, a jednak saetra powstaje z ich połączenia. Wybuch powstałej w ten sposób saetry pochodzi z szybkiego ruchu jej własnych cząsteczek ogniowo-powietrznych. Należy zauważyć, że do powstania każdego spalania niezbędna jest nie tylko palna substancja, ale także cząsteczki ogniowo-powietrzne, co właśnie wyłożyłem. Ostatnie muszą być udzielone albo przez powietrze, albo przez domieszkaną saetrę, z czego widoczne jest, dlaczego substancja palna jedynie po zmieszaniu z saetrą spala się w próżni³⁶. Dlatego sama saetra nie potrzebuje żadnego zewnętrznego zapasu cząsteczek ogniowo-powietrznych, lecz do zapalenia — jedynie palnej substancji. Jeśli wrzuci się saetrę do rozpalonego tygla, wówczas spala się ona tylko po uprzednim zmieszaniu jej z jakąś palną substancją. Tak samo nie można jej zapalić bez wcześniejszego dodania palnego materiału albo węgla, ani za pomocą świecy lub też przy pomocy soczewki skupiającej promienie słoneczne.

Teraz staje się zrozumiałe, dlaczego spalania wywołane przez saetrę tak bardzo różnią się od płomieni palących się ciał. W ostatnim wypadku cząsteczki

ogniowo-powietrzne zostają dostarczone z zewnątrz, mianowicie z powietrza, podczas gdy spalanie spowodowane przez saletrę następuje wskutek nagłego wytryskania upakowanego w niej gęsto powietrza ogniowego. Wtedy staje się łatwo zrozumiałe, dlaczego spalanie jest tak gwałtowne.

Zagadnienie obfitego tworzenia się saletry w miejscach, gdzie podłoże jest przesycone wieloma palnymi ciałami, pragnę omówić w dalszym ciągu.

Po napisaniu tej książki otrzymałem egzemplarz nowo opublikowanych *Eksperymentów B o y l e'a*, w którym w drugim doświadczeniu zostało wykazane, że chociaż można spalić proch strzelniczy w naczyniu pozbawionym powietrza przy pomocy soczewki skupiającej, to jednak nie cała masa prochu spala się, lecz tylko te ziarna, które bezpośrednio zostały ogrzane promieniami słonecznymi. To sprawia wrażenie, jak gdyby współdziałanie powietrza było niezbędne także przy spalaniu prochu strzelniczego.

Sądzę jednak, że chociaż proch dzięki swoim własnym cząsteczkom ogniowo-powietrzny, może być spalony w próżni albo pod wodą, spalanie to w najmniejszym stopniu nie zostaje ułatwione przez dostęp powietrza, ponieważ cząsteczki prochu strzelniczego są otoczone i sprasowane przez powietrze, wskutek jego elastyczności tak, że gdy zostaną raz zapalone, niezbędne cząsteczki ogniowo-powietrzne zawsze stoją do dyspozycji. Bowiem w prochu strzelniczym cząsteczki te są wewnętrznie zmieszane z poszczególnymi ziarenkami substancji palnych i nie mogą poruszać się w kierunku płomienia, z czego wynika, że wskutek unieruchomienia tego zapasu płomień muszą wkrótce wygasnąć. W istocie ważna rola, jaką odgrywa elastyczność powietrza w oddziaływaniu na płomień, wystąpi w dalszym ciągu w sposób bardziej widoczny.

Sądzę, że z przedstawionego wyżej wywodu nasuwa się wniosek, iż saletra zawiera niezbędne do spalania cząsteczki ogniowo-powietrzne. Z faktu, że ponieważ tylko jedna część saletry pochodzi z powietrza, wynika, że część składowa saletry pochodząca z powietrza nie jest niczym innym, jak jej cząsteczkami ogniowo-powietrznymi³⁷. Dalej, ponieważ istnieje część saletry pochodząca z powietrza, czyli jej kwaśny duch, nie zaś stała sól, która stanowi jej pozostałą część, można wyciągnąć konkluzję, że w duchu saletry są zawarte cząsteczki ogniowo-powietrzne i że stanowią jego część składową wypływającą z powietrza. W istocie jest bardzo prawdopodobne, że duch saletry stanowi ciało złożone, którego jedna część składa się z giętkich, wilgotnych i ciężkich cząsteczek pochodzących z ziemi (jak dalej postaram się wykazać), podczas gdy druga jest utworzona ze stałych, suchych, bardzo delikatnych, ruchliwych, eterycznych cząsteczek o naturze ogniowej, które tylko dlatego nie są w stanie wprowadzić się w ruch ogniowy, że otaczają je wilgotne i ciekłe części solne. Ponieważ wykazałem, że część ducha saletry wypływająca z powietrza nie jest niczym innym, jak cząsteczkami ogniowo-powietrznymi, niech mi będzie wolno

od tej chwili tę część nazywać saletrowymi cząsteczkami powietrza lub saletrowym duchem powietrza³⁸.

Niszcząca i ogniowa natura ducha saletry zdaje się wynikać z jego cząsteczek powietrznych. W każdym razie nie znam niczego, co posiadałoby podobną ogniową naturę, taką jak czerwony, dymiący duch, który podczas destylacji saletry przechodzi do odbieralnika w postaci czerwonych par³⁹. Samą barwę czerwoną ducha saletrowego dającą się porównać z barwą płomienia, zdaje się powodować ruch jego cząsteczek ogniowo-powietrznych, niemal wystarczających do powstania płomienia. Taka sama jest także przyczyna jego działania rozpuszczającego i niszczącego, które tak bardzo jest podobne do identycznego działania płomienia.

Można tu zarzucić, że przecież kwaśny duch saletry nie wywołuje żadnego zapalenia i że skierowany na ogień, zamiast spalać się, przeciwnie gasi ogień. Na to odpowiadam, że w tym wypadku cząsteczki ogniowo-powietrzne występują w stanie wilgotnym i z powodu otaczającej je kwaśnej cieczy nie mogą wprowadzić się w ruch niezbędny do powstania ognia. W ogóle wilgoć jest bardzo niekorzystna dla istnienia ognia. Jeśli duch saletry zostanie połączony z solą kamienia winnego tworząc saletrę, wówczas w tych samych warunkach powstaje zapalenie, choć sól stała kamienia winnego nie przyczynia się do tego. Przyczyna leży w tym, że duch saletry utracił teraz swoją wilgotność i stał się stałym, suchym ciałem, tak, że nic nie stoi na przeszkodzie, żeby jego cząsteczki ogniowo-powietrzne uzyskały ogniopodobne ruchy.

Zdaje się, że do powstania ognia jest także konieczne, aby saletrowe cząsteczki powietrza były silnie połączone z jakąś stałą solą albo czymś, co może zastępować ją i przez nagłe wydzielenie się z tego stałego połączenia mogłoby zostać wprowadzone w szybki ruch. Niżej postaram się to uzasadnić.

ROZDZIAŁ TRZECI

O NATURZE SALETROWEGO DUCHA POWIETRZA

Jestem przekonany, że natura saletrowego ducha powietrza albo ognia poniekąd da się objaśnić w następujący sposób. Mianowicie saletrowy duch powietrza istnieje w kwaśnym duchu saletry, a z tego wynika, że pierwszy posiada raczej naturę kwasu, aniżeli stałej soli. W każdym razie działanie ognia jest bardzo podobne do działania bardzo delikatnej i żrącej substancji, jak to wkrótce uzasadnię. W żadnym jednak wypadku nie należy tej substancji ogniowej uważać za przeciwstawną stałym solom, gdyż wzmacnia ona jeszcze ich działanie, a nie zmniejsza, tak jak kwasy. Stałe sole przez stopienie stają się bardziej gryzące (kaustyczne). Dalej, tylko ziemista i wilgotna, nie zaś sucha i stała część ducha saletry zdaje się posiadać wobec stałych soli naturę przeciwstawną. Oprócz tego myślę, że nie istnieje tak duża różnica między

substancjami kwaśnymi i alkalicznymi, jak to przyjmuje się powszechnie. Bliższe szczegóły o tym podam w dalszym ciągu.

Rozpatrzmy teraz rolę, jaką odgrywa saletrowy duch powietrza podczas powstawania płomienia. Wyznaję pogląd, że natura i postać płomienia zależą głównie od będącego w ruchu saletrowego ducha powietrza.

Nie mogę zgodzić się z sądem głoszonym przez współczesnych filozofów, zgodnie z którym ogień wybuchu wskutek wystarczająco szybkiego ruchu najmniejszych cząsteczek każdego rodzaju materii. Wiem doskonale, że dawni perypatetycy powoływali do życia prawie dla każdego nowego zjawiska natury jakąś nową istotę, podczas gdy z drugiej strony wszystkie działania naturalne rozmaitych postaci, stanów ruchu albo spoczynku neoterycy⁴⁰ przypisywali jednemu i temu samemu rodzajowi materii. Ale ta nowa teoria wydaje mi się za bardzo odmienna od dawnej, wskutek czego będę chętniej kroczył drogą pośrednią. Utrzymuję przeto, że cząsteczki materii różnią się między sobą swoją postacią i gęstością, tak mianowicie, że żadnymi siłami natury nie mogą być zamienione jedne w drugie. Z cząsteczek tego rodzaju powstają więc elementy⁴¹, i sądzę, że tylko cząsteczki określonego rodzaju wywołują ogień, co potwierdza fakt, że spalanie jest niemożliwe bez saletrowych cząsteczek powietrza⁴². W związku z cząsteczkami palnymi, których obecność jest również niezbędna przy powstawaniu ognia, istnienie ich wydaje mi się konieczne tylko o tyle, o ile są one szczególnie podatne do wprawienia w szybki ruch saletrowych cząsteczek powietrza. W istocie nie utrzymuję, że ogień nie może powstać bez palnych cząsteczek. Takim rodzajem ognia wydaje mi się być ogień wywołany za pomocą soczewki zapalającej przez zgęszczone promienie słoneczne. Z pewnością potrzebujemy palnych cząsteczek do ognia w naszych kuchniach, nie myślę jednak, że odgrywają one jakąś rolę w spalaniu się ciał niebieskich, jak to później postaram się wykazać⁴³.

Jeśli rozpatrzmy ostre, gryzące i uszkadzające właściwości ognia, jego siłę przenikania i otwierania, albo jego czerwoną barwę i jasność, to wszystko to zdaje się pochodzić od jego saletrowego ducha powietrza. Cząsteczki tego ducha są bowiem bardzo delikatne, ostre i żrące, podczas gdy, jak powiedziano powyżej, duch saletry zawdzięcza te właściwości zawartości saletrowych cząsteczek powietrza. W istocie ogień i duch saletry posiadają tak podobną siłę palenia, że nie można nie wyciągnąć wniosku, że właściwość tę zawdzięczają one obecności cząsteczek tego samego rodzaju. Dalej należy zauważyć, że saletrowe cząsteczki powietrza [pozostające] w stanie wystarczająco szybkiego ruchu, że tak powiem rozpalone do czerwoności, wyglądają jak ogień, co daje się zauważyć w czerwonych parach podczas destylacji ducha saletry⁴⁴. W istocie, w dalszym ciągu wykażę, że każdy rodzaj światła jest wywołany ruchem saletrowych cząsteczek powietrza.

W przeciwieństwie do tego cząsteczki palne złagodzone [spowolnione], które także mogą być wprowadzone w szybki ruch, wydają się całkowicie niezdolne do przyjęcia ostrych i wysoce uszkadzających właściwości ognia.

Jeśli starannie rozważy się naturę płomienia i zmiany, jakie ponoszą przy tym substancje palne, jest się zmuszonym do wyciągnięcia wniosku, że spalanie tych cząsteczek nie polega na niczym innym, jak na ich szybkim ruchu. Co zatem przeszkadza nam przypisać powstanie spalania saletrowym cząsteczkom powietrza, właśnie dlatego, że są one bardzo stałe, delikatne i ruchliwe, i z tego powodu wydają się bardziej podatne do wykonywania ruchu charakterystycznego dla ognia, aniżeli miększe i grubsze cząsteczki palnej materii. Przyczyna, dla której przedstawiamy sobie palne cząsteczki jako rzeczywiście spalające się leży mianowicie w tym, że palna materia ognia jest zawsze widoczna, podczas gdy saletrowe cząsteczki powietrza dzięki swym małym wymiarom są niedostrzegalne. Jednak ostatnie są tak samo niezbędne jak cząsteczki palne, co potwierdza następujące doświadczenie. Jeśli rzuci się szczyptę saletry do rozpalonego tygła, wówczas stapia się ona, ale nie zapala się. Jeśli jednak doda się nieco oleju do tygła, wówczas zapala się on natychmiast. Z tego jest od razu widoczne, że cząsteczki ogniowe, które przenikają tygiel, nie są palne, gdyż w przeciwnym razie spowodowałyby zapalenie stopionej saletry. Że są one cząsteczkami podobnymi do saletrowych cząsteczek powietrza wynika z tego, że każda substancja palna wrzucona do tygła zostaje przez nie zapalona. Wiemy jednak, że palne cząsteczki mogą być wprowadzone tylko przez saletrowe cząsteczki powietrza w ów stan szybkiego ruchu, który odpowiada ogniowi, i oprócz tego palne cząsteczki są zbyt ciężkie, aby móc przeniknąć metal, szkło i inne ciała stałe. Następujące doświadczenie zdaje się popierać ten pogląd. Bierze się jakąkolwiek wypolerowaną płytkę metalu i trzyma się ją przez pewien czas w płomieniu świecy, wskutek czego przechodzące przez płytkę cząsteczki ogniowe doprowadzają ją do czerwonego żaru. Jest jasne, że cząsteczki ogniowe przenikające płytkę, są [cząsteczkami] saletrowymi, a nie palnymi, gdyż wymienione ostatnio przylegałyby do dolnej części płytki i w żadnym wypadku nie przenikałyby jej na wylot. Nie ulega wątpliwości, że te przylegające cząsteczki są już spalone, gdyż cząsteczki palne, skoro tylko przejdą z knota do płomienia, najpewniej natychmiast zostają spalone, gdyż bez ich spalania płomień nie mógłby istnieć. Oprócz tego czarna barwa owych cząsteczek wskazuje na pewien stopień spalania. Później rzecz zostanie całkowicie wyjaśniona.

Wreszcie saletrowe cząsteczki powietrza występują w szczególny sposób w spalaniu spowodowanym przez promienie słoneczne, ponieważ wprawiają je w ruch właśnie wymienione cząsteczki, które wskutek napędowego działania światła same zostały wprawione w ruch ogniowy i same zdają się być wyrzucane.

Z tego jest widocznie dlatego antymon zwapniony przez promienie słoneczne⁴⁵, właśnie staje się związany i diaforetyczny, tak jakby został przeprowadzony w bezoar mineralny⁴⁶, dzięki kilkakrotnemu traktowaniu duchem saletrowym.

Jest bardzo prawdopodobne, że są to saetrowe cząsteczki powietrza, tkwiące tak mocno w duchu saetry, a ruch ich powodują promienie słoneczne, które w obu wypadkach zestalają antymon i czynią go diaforetycznym.

W dalszym ciągu zostanie to udowodnione z uwagi na fakt, że antymon różnież za pomocą wybuchu zostaje połączony z saetrą i staje się diaforetyczny⁴⁷.

Na wzmiankę zasługuje także to, że antymon zwapniony za pomocą promieni słonecznych w sposób widoczny zwiększa swój ciężar jak okazuje doświadczenie. Jednak trudno jest pojąć, z czego pochodzi ten przyrost ciężaru, jeśli nie z połączonych z antymonem saetrowych cząsteczek powietrza. Wiem dobrze, że zgodnie z przyjętym powszechnie mniemaniem, antymon zawdzięcza swoją właściwość diaforetyczności oddzieleniu podczas zwapnienia jego wydzielającej się i palnej siarki. Pomimo to jestem skłonny uważać ten pogląd za mało trafny. Często bowiem dokonywano prawidłowej obserwacji, że antymon i saetra wrzucone razem do rozpalonego tygla powodują silny wybuch, który należy naturalnie przypisać spaleniowi siarki antymonu w saetrze. Jeśli spowoduje się wybuch antymonu [zmieszanego] z podwójną ilością saetry, wówczas nie reaguje ona więcej z tym antymonem, ponieważ w pierwszym wybuchu palna siarka antymonu została całkowicie usunięta. Mimo to antymon ten nie zyskuje przy tym żadnych właściwości diaforetycznych. Celem jego dalszego zestalania należy koniecznie od czasu do czasu wrzucać do tygla węgiel, albo jakąś inną palną substancję, której spalenie powoduje połączenie antymonu⁴⁸. Z tego wszystkiego wynika, że zestalenie antymonu polega nie tak bardzo na usunięciu jego zewnętrznej siarki, jak na połączeniu z saetrowymi cząsteczkami powietrza, dzięki czemu obecnie staje się zrozumiałe tak korzystne dla zestalania działanie kamienia winnego dodanego do saetry.

Sądzę bowiem, że działanie to należy przypisać zawartości jakiejś palnej substancji w kamieniu winnym, który szczególnie nadaje się do stopniowego i całkowitego spalania saetry. Że sól kamienia winnego w jakiś sposób przyczynia się do zestalania antymonu, jest to nieprawdopodobne, gdyż stała sól, jaką jest ta sól kamienia winnego, byłaby całkiem niezdolna do wywoływania diaforetycznych właściwości antymonu; w przeciwnym razie brano by do zwapnienia antymonu właśnie sól a nie sam kamień winny.

Odnosnie zestalania antymonu uważam ostatecznie, że dobrze się czyni przeprowadzając zwapnienie przede wszystkim z samą saetrą, powodując w ten sposób spaleniowi za pomocą saetry, a następnie usunięciu nieczystej siarki antymonu. Potem do saetry dodaje się kamienia winnego, przy czym pozostająca część saetry spala palną część kamienia winnego i powoduje zestalenie antymonu.

ROZDZIAŁ CZWARTY

O POCHODZENIU KWAŚNYCH CIECZY I O ZIEMISTYM
SKŁADNIKU DUCHA SALETRY

W poprzednich wywodach zostało wykazane, że duch saletry składa się z dwóch części, z których jedna pochodzi z powietrza, druga zaś z ziemi. Skoro omówiliśmy pierwszą, należy jeszcze zająć się drugą. Dość trudno jest zrozumieć to tworzenie ducha saletry w ziemi, ponieważ ziemia zdaje się posiadać naturę raczej stałej soli, aniżeli soli kwaśnej⁴⁹, a mimo to takie tworzenie saletry w ziemi wystawionej na działanie powietrza zostało stwierdzone w sposób pewny. Że jest to kwaśna część saletry, pochodząca z ziemi, to już wiemy.

Dlatego niech mi będzie wolno powiedzieć kilka słów o duchu siarki⁵⁰ i o innych kwaśnych cieczach, co może trochę ułatwi zrozumienie tworzenia się saletry: istnieje bowiem duże podobieństwo i pokrewieństwo kwaśnych substancji wszelkiego rodzaju.

Od dawna uważa się, że siarka zawiera kwaśną substancję z rodzaju wtriolowych, która wydziela się podczas spalania siarki⁵¹. Schwytała do dzwona, tworzy ona następnie kwaśnego ducha siarki. Jeśli jednak uświadomi się, że zwykła siarka posiada słodkawy, a w żadnym razie kwaśny smak, byłoby bardzo dziwne, że miałyby ona zawierać tak żrącego ducha. Rzeczywiście siarka wydaje się być bardziej alkaliczna, jak kwaśna, co wynika z tego, że zwykła siarka łączy się bardzo szybko ze stałymi solami.

Nie należy mi tu robić zarzutu, że powstanie tego połączenia spowodowane jest występowaniem w siarce jakiejś ukrytej kwaśnej substancji, z którą stałe sole usiłują reagować, gdyż gdyby to miało miejsce, wówczas siarka i stała sól łączyłyby się ze sobą tak, jak wszystkie przeciwstawne substancje przy [jednoczesnym] pienieniu się i wydzielaniu ciepła⁵². Ponadto wzajemne nasycenie takich przeciwstawnych substancji całkowicie usuwa i neutralizuje ich charakterystyczne właściwości i jednocześnie powstaje nowa, odmienna substancja. Jeśli jednak stopi się siarkę ze stałą solą na łagodnym ciepłe, wówczas łączą się one bez żadnego pienienia, i zamiast pozbycia się przy tym swych właściwości, zostają one raczej wzmocnione. Dlatego ostatecznie jest nieprawdopodobne, że w siarce występuje tak kwaśny duch, który daje się wydzielić tylko podczas jej spalania. Co stoi na przeszkodzie do wyciągnięcia wniosku, że omawiany duch wytwarza się właśnie podczas spalania? Może w następujący sposób. Możemy przyjąć, że siarka oprócz czystych, palnych cząsteczek, zawiera jakąś solnopodobną substancję o konsystencji stałej albo raczej metalicznej, której cząsteczki są bardzo mocno powiązane z innymi cząsteczkami. W istocie ta solna część wydziela się czasami w kryształach z roztworu siarki w duchu terpentynowym⁵³.

Płomień palącej się siarki utrzymuje się, jak każdy inny płomień, w stanie szybkiego ruchu, w którym cząsteczki palne i saletrowe cząsteczki powietrza przemieszczają się wzajemnie. Dlatego te cząsteczki soli wskutek powtarzających

się uderzeń saletrowych cząsteczek powietrza zostają sklepane i oszlifowane w taki sposób, że przekształcają się w małe mieczyki, przy czym stają się tak cienkie, że ze stanu twardości i stałości przechodzą w stan ciała miękkiego i ciekłego. W ten sposób ulegają zamianie te cząsteczki solne siarki, które początkowo były stałe, w ostrą i kwaśną ciecz, mianowicie w zwykłego ducha siarki⁵⁴. Że sprawa przedstawia się w ten sposób, jak naszkicowałem wyżej, wynika to z dokładnej obserwacji płomienia siarki. Bowiem tutaj saletrowe cząsteczki powietrza nie uzyskują czerwonego albo białego żaru, jak w innych wypadkach, lecz z powodu zmniejszenia się ich ruchu powstaje płomień niebieski, co czyni prawdopodobnym [domysł], że między saletrowe cząsteczki powietrza i cząsteczki palne wsuwa się jakaś trzecia substancja i utrudnia ich swobodny ruch. Ta sama przyczyna powoduje, że płomień gasnącej świecy posiada barwę niebieską, ale o tym powiem więcej w dalszym ciągu.

Dla potwierdzenia powyższych wywodów można dodać, że płomień siarki wskutek wolniejszego ruchu jego cząsteczek ogniowych nie jest tak gryzący, jak inne płomienie i prawie jest bezpieczny. Mianowicie jeśli wstawi się palec albo jakieś palne ciało w niebieski płomień, a nie w samą siarkę, to nie zostaje on natychmiast spalony, jak w innych płomieniach, lecz może tam pozostać bez niebezpieczeństwa przez znaczny czas. Do tego należy jeszcze dodać, że płomień siarki nie rozprzestrzenia się tak jak inne płomienie, lecz wybucha nagle i potężnie i poniekąd zdaje się burzyć [kipieć]. Z tego wszystkiego możemy wnosić, że do paliwa domieszana jest jakaś trzecia substancja, dzięki czemu saletrowe cząsteczki powietrza oddziałują bezpośrednio, dlatego przyjmując bardzo prawdopodobne przypuszczenie, że to solne albo metaliczne ciało wskutek rozdrabniającego działania saletrowych cząsteczek powietrza zaostrome i w końcu skroplone, wytwarza kwaśnego i gryzącego ducha siarki.

Jednocześnie pragnę dodać, że olej witriolowy, który zostaje sporządzony przez ogrzewanie trwające kilka dni, zdaje się powstawać w podobny sposób, gdyż doświadczenie uczy, że choć gorąco możliwie wysoko pędzi [ducha], a czas ogrzewania wynosi ponad dziesięć dni albo więcej, to kwaśny duch wciąż jeszcze przechodzi do odbieralnika. Zaledwie można uwierzyć, że kwaśny duch przez tak długi czas mógłby być tak stały i ciężki i przy tak silnym ogrzewaniu pozostać w stanie nietlonym.

Raczej jest bardzo prawdopodobne, że istniejące cząsteczki solne w podobny sposób jak opisano wyżej zostają zaostrome i zamienione w ciekłe. Jestem także skłonny przyjąć, że kwaśne duchy oddestylowane z ciężkich drzew, takich np. jak drzewa gwajakowe, powstają w taki sam sposób przez działanie ognia podczas destylacji. Bowiem pierwotne drzewo gwajakowe zdaje się zawierać składnik alkaliczny, a nie kwaśny, gdyż suche drzewo, jak jego wyciąg [zetknięte] z olejem witriolowym, lecz nie z Alkali, burzą się. Dalej, solne cząsteczki tego drzewa są silnie połączone z cząsteczkami palnymi, dlatego saletrowe cząsteczki powietrza spotykając podczas destylacji cząsteczki palne, rozrywają cząsteczki solne

i zamieniają je w ciekłe. Chciałbym jeszcze zauważyć, że kwaśne cieczce oddestylowane z cukru i miodu, zdają się powstawać w podobny sposób przez działanie saletrowego i powietrznego ducha ognia. Bowiem tego rodzaju ciała roślinne, które choć nie posiadają kwaśnego smaku, jednak podczas destylacji dostarczają kwaśnego ducha, składają się z palnych cząsteczek połączonych mocno z cząsteczkami solnymi, dlatego też w powyższy sposób tworzą kwasy.

Właśnie tak, jak saletrowy duch powietrza w stanie szybkiego ruchu wywołanego spotkaniem z cząsteczkami palnymi natychmiast rozrywa i przeprowadza w stan ciekły cząsteczki solne, tak po pewnym czasie wskutek powolnego ruchu przemieniają się one w kwaśną ciecz. Przykład tego dostarcza witriol ogrzany aż do całkowitego usunięcia swego ducha kwasowego⁵⁵, który pod wpływem stopniowego działania wilgotnego powietrza znów wytwarza ducha kwasowego. Duch ten bez przeszkód powstaje w powyższy sposób, gdyż natychmiast po ogrzaniu na pewno w Colcotharze⁵⁶ nie był zawarty, a także nie pochodził w całości z powietrza. W całkiem podobny sposób zdaje się powstawać kwaśny duch występujący w witriolach. Witriole te sporządza się z palnej ziemi, nazywanej zwykle markasytem⁵⁷, który po ogrzaniu daje obfity sublimat kwiatów siarkowych. Ziemia ta wystawiona przez dłuższy czas na działanie powietrza i wyziewów, zawiera znaczną ilość witriolu. Niewątpliwie w tym wypadku saletrowy duch powietrza działa na palne części markasytu, wskutek czego wypływający w wyniku tego działania ze stałej części kwas, szybko łączy się z metalicznymi cząsteczkami minerału tworząc witriol.

Także rdza żelazna, posiadająca naturę witriolową, zdaje się powstawać przez działanie saletrowego ducha powietrza na palną część składową żelaza, przy czym skroplone wskutek tego cząsteczki solne rozpuszczają metaliczne i tworzą pewien rodzaj niekompletnego witriolu, tak jak gdyby żelazo zostało zwilżone kwasem.

Należy zwrócić uwagę na to, że kwas zostaje wytworzony zarówno w cieczach, jak i w ciałach stałych w wyniku działania saletrowego ducha powietrza. Nie wystarcza przy tym przyjąć, jak czynią niektórzy, że ten czynnik kwasowy albo fluidyczność substancji powstają dzięki temu, że cząsteczki solne rozdzielone przedtem wskutek interwencji innych cząsteczek, po rozwiązaniu tych więzów spłynęły rozprzestrzeniając się w całej masie i przeszły [następnie] do kwasu. Jest bowiem oczywiste, że jakiegokolwiek ciało zawarte w cieczy, od początku po rozpuszczeniu całą swą masą musi rozchodzić się w całej cieczy.

Objaśnienie tkwi raczej w przemianie stałych soli w kwasy zachodzące wskutek działania saletrowych cząsteczek powietrza na obecne palne substancje. Dobre przykłady mamy w stopniowym kwaśnieniu francuskiego wina i mocnego piwa, które pod wpływem ciepła przekształcają się w ocet. Zauważam także, że podczas rozpuszczania siarki w wodzie wapiennej roztwór ten, który początkowo zawiera stałą sól, po upływie pewnego czasu staje się na tyle kwaśny, że siarka nie może więcej zostać rozpuszczona.

Jednak należy zauważyć, że w przypadku gdy w cieczy występują palne i solne cząsteczki w stanie ciekłym, które nie mogą być wewnętrznie rozerwane i sproszkowane, tak jak w ciałach stałych, wówczas powstający w cieczy kwas nie jest tak ostry i palący, jak duch siarki i tym podobne.

Z poprzedniego wyvodu staje się łatwo zrozumiały rodzaj i sposób, w jaki kwaśny duch saletry jest wytwarzany w ziemi. Już wcześniej bowiem wykazałem, że urodzajna ziemia po prostu składa się z wewnętrznego połączenia palnej substancji z Alkali. Saletrowy duch powietrza wciska się do wnętrza ziemi nagryzając tam palną substancję, wskutek czego cząsteczki solne zostają rozerwane i zaostrome w taki sposób, że stają się giętkie i ciekłe i w wysokim stopniu kwaśne. Ostatnie są bardzo podatne do chwywania i zatrzymywania saletrowych cząsteczek powietrza⁵⁸. Ja rozpatruję tylko ducha saletry, tak jak otrzymuje się go przez destylację, jako ścisłe połączenie tych dwóch ciał i powyżej próbowałem wykazać, że wszystkie kwasy pochodzą z cząsteczek soli skropionych w opisany sposób. Równocześnie wszystkie one zawierają saletrowe cząsteczki powietrza, jak to później zostanie wykazane.

Odnosnie różnicy między kwaśnymi cieczami, to częściowo zależą one od różnych soli, z których powstały, częściowo zaś od większego lub mniejszego stopnia zaostromienia, spowodowanego przez saletrowego ducha powietrza.

Powstały w powyższy sposób w podłożu duch saletry łączy się w łonie ziemi ze stałymi solami i tak wytwarza się saletra, podobnie jak z Colcotharu powstaje witiol.

Po tym, myślę, natura i tworzenie się saletry zostały całkowicie wyjaśnione.

ROZDZIAŁ PIĄTY

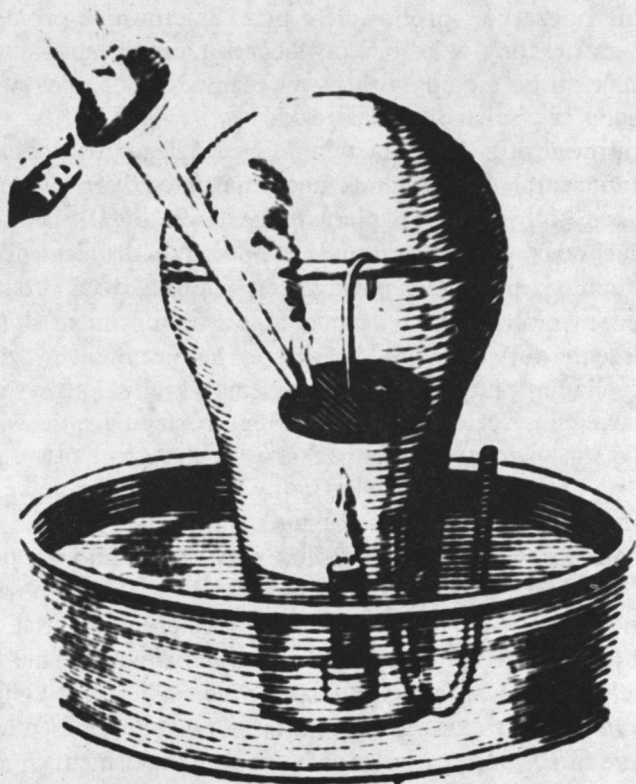
O SILE PRĘŻNOŚCI POWIETRZA

Doświadczenia Boyle'a wykazały bezsprzecznie, że powietrze posiada godną uwagi elastyczność, która po zniesieniu ciśnienia atmosferycznego rozciąga się w nieskończoność. Jednakże właściwa przyczyna tej elastyczności w żadnym wypadku nie jest dokładnie wyjaśniona, dlatego też na tym miejscu przedstawię pokrótce rezultaty moich rozważań nad tym trudnym zagadnieniem.

Przede wszystkim przyjmuję jako wiadome, że powietrze zawiera pewne cząsteczki absolutnie niezbędne dla procesu spalania, a mianowicie te, które w poprzednich wywodach nazwałem saletrowymi cząsteczkami powietrza. W wyniku procesu spalania zostają one zniszczone, wskutek czego powietrze traci swą siłę spalania. Ponieważ strata tych cząsteczek zachodzi równocześnie z ubytkiem sprężystości powietrza, czuję się zmuszony siłą tę przypisać saletrowym cząsteczkom powietrza, co stanie się zrozumiałe z następującego wyvodu.

Najpierw zwracam uwagę na fakt znany prawie każdemu, że po postawieniu na skórę bańki, zawarty w niej płomień wkrótce zgaśnie, a wewnątrz jej zachowuje się jak przestrzeń ewakuowana [z powietrza], wskutek czego skóra z powodu ciśnienia zewnętrznego powietrza zostanie silnie wciśnięta do wnętrza [bańki]. Na pytanie, dlaczego po wygaszeniu płomienia wewnątrz naczynia ukazuje się jako przestrzeń prawie ewakuowana, nasuwa się odpowiedź, że saletrowe cząsteczki powietrza, które dzięki swemu szybkiemu ruchowi zostały oddzielnie wpućzone do płomienia, straciły potem swój ruch i wzajemnie podsycaly [płomień], wskutek czego nie mogły [już] przeciwstawić się ciśnieniu otaczającego powietrza. Odpowiedź ta jest jednak mało zadowalająca, ponieważ skoro powietrze przenika wszystkie części płomienia będąc niezbędne do jego utrzymania, zaledwie wydaje się możliwe, że powietrze tak obficie zawarte w płomieniu, po jego wygaśnięciu mogłoby na tyle skurczyć się, aby powstała taka próżnia. Dlatego sądzę, że powietrze przenikające płomień wskutek procesu spalania zostaje pozbawione swych saletrowych cząsteczek, tak że traci nie tylko swoją zdolność podtrzymywania spalania, lecz także elastyczność. Stosownie do tego w powyższym przykładzie wewnętrzna przestrzeń zachowuje się jak próżnia, tak z powodu braku cząsteczek elastycznych, jak z powodu ich zmniejszonego ruchu. Następujące doświadczenie może wyjaśnić tę kwestię.

Stawia się zapaloną świecę na wodzie w taki sposób, że płomień znajduje się na wysokości około sześciu palców ponad zwierciadłem wody. Następnie umieszcza się ponad świecą wystarczająco wysoką odwróconą kolbę, tak że otwór jej znajduje się pod wodą, jak pokazano na rysunku (il. 1). Należy przy tym troszczyć się o to, aby powierzchnie wody wewnątrz i zewnątrz znajdowały się na jednej wysokości, co może być uzyskane zarówno w tym jak i w innych doświadczeniach dzięki połączeniu wewnętrznego i zewnętrznego powietrza podczas zanurzania kolby za pomocą przedstawionego na rysunku lewarka. Celem tego urządzenia jest zapewnienie sprężonemu powietrzu podczas zanurzenia kolby wolnego wypływu i zapobieżenie uciskowi wewnętrznej powierzchni wody. Skoro tylko powietrze przestanie wydzielać się, wyjmuje się lewarkę uniemożliwiając wciskanie się powietrza z zewnątrz. Po umocowaniu kolby woda we wnętrzu naczynia podczas palenia się świecy podnosi się stopniowo do góry. Że zjawisko to na pewno należy przypisać po części utracie oddalonych przez świecę saletrowych i elastycznych cząsteczek powietrza, wynika z następującego doświadczenia. Zawiesza się jakąś łatwo zapalną substancję wewnątrz kolby, tak jak wskazuje rycina. (Zwykle używam kawałeczka kamfory, która spoczywa na paseczku zwęglonego płótna nasyconego stopioną siarką). Następnie zanurza się odwrócone naczynie na głębokość około dziesięciu palców pod wodę, przy czym należy uważać na to, aby wewnętrzny i zewnętrzny poziom wody utrzymany był na jednakowej wysokości. Wylewa się nieco wody z zewnętrznego naczynia, celem dokładniejszej obserwacji wewnętrznej powierzchni wody, albo jeszcze lepiej, umieszcza się kolbę w niezbyt głębokim



II. 1

i wypełnionym wodą naczyniu, podczas gdy znajdujący się pod powierzchnią wylot tkwi w małej czarce i dzięki temu dźwiga całość. Gdy wewnętrzne powietrze, nieco ogrzane przez trzymanie naczynia w ręku, nieco oziębi się, zaznacza się wysokość wewnętrznego poziomu wody przez naklejenie kawałka papieru na ściance kolby. W końcu kieruje się promienie słoneczne za pomocą soczewki skupiającej na lont, wskutek czego kamfora zajmuje się płomieniem. Na początku obserwuje się obniżenie poziomu wody wskutek ruchu saletrowych cząsteczek powietrza i jego rozrzedzenia⁵⁹. Jednak gdy tylko palenie skończy się, należy kolbę wraz z małą filiżanką, na której ona spoczywa, usunąć z działania

słońca, dzięki czemu powietrze oziębi się i może powrócić do swego pierwotnego stanu. Wówczas można zaobserwować, że woda podniosła się ponad pierwotną kreskę. W ten sposób stwierdziłem, że powietrze wskutek palenia się świecy zostało doprowadzone do dwóch trzecich swojej [pierwotnej] objętości. Po osadzeniu się dymu i doprowadzeniu wewnętrznych ścianek kolby do takiej czystości, jak na początku, spróbowałem przez skierowanie promieni słonecznych na drugi zawieszony w kolbie kawałek kamfory spowodować drugie zapalenie, jednak próba nie udała się — wyraźny dowód, że zawarte w kolbie powietrze utraciło swe saletrowe cząsteczki.

Aby nikt nie mógł zarzucić, że nieudanie się drugiego doświadczenia zostało spowodowane zaciemnieniem ścianek naczynia przez dym, nakleiłem na wewnętrznej ścianie kolby pasek papieru małą ilością kleju, na którym został umocowany wychodzący z kolby sznurek. Na początku drugiego doświadczenia oddaliłem następnie papier przez pociągnięcie sznurka, dzięki czemu otrzymałem czyste, niezadymione miejsce do przepuszczenia promieni słonecznych.

Celem dalszego potwierdzenia powyższej hipotezy należy zauważyć, że powietrze wydychane z płuc z powodu wydalania swych saletrowych cząsteczek utraciło część swej elastyczności. Dowodzi tego następujące doświadczenie.

Umocowuje się wilgotny pęcherz ze skóry bębna nad otworem naczynia i ściśle wciska się na ten pęcherz wylot kolby zawierającej myszkę, za pomocą leżącego na tym ciężarka, tak jak wskazuje rysunek (il. 2).

Wkrótce potem stwierdzi się, że kolba przylega mocno do pęcherza i że pęcherz sam został częściowo wciśnięty do kolby, tak samo jakby w niej znajdowała się paląca się substancja. Jeśli dolne naczynie nie jest zbyt ciężkie, wówczas podnosząc kolbę do góry unosi się z nią równocześnie to naczynie. Można także umieścić mysz zamiast palącego się ciała w [zwykłej] bańce.

Jest jasne, że powietrze zawarte w kolbie z powodu zmniejszenia się jego elastyczności nie może więcej utrzymać równowagi z ciśnieniem atmosferycznym. Celem okazania tego faktu w jeszcze bardziej wyraźny sposób, przytaczam drugie doświadczenie, z którego stanie się łatwo widoczne, jak dalece zmniejszy się objętość powietrza przez odjęcie mu cząsteczek życiowych wskutek oddychania zwierzęcia. W tym celu kładzie się mysz na stojaku umieszczonym wewnątrz dzwona, albo lepiej, zawieszają ją w klatce tamże ustawionej. Następnie ujście dzwona zostaje zanurzone w wodzie, przy czym należy uważać, aby wewnętrzny i zewnętrzny poziom wody był równy, wylewa się nieco wody z zewnątrz i znaczy jak przedtem położenie poziomu wewnętrznego. Po krótkim czasie poziom wody w dzwonie stopniowo podnosi się, chociaż można byłoby oczekiwać działania odwrotnego z powodu wydzielonego przez zwierzę ciepła i par. W ten sposób stwierdza się zmniejszenie się objętości, której odpowiada właśnie powietrze uczynione niezdatnym do utrzymania życia. Przez nalanie wody do dzwona określa się tak początkową objętość dzwona mieszczącego zwierzę, jak jego objętość po zdechnięciu zwierzęcia i gdy woda dostanie się do



II. 2

wnętrza, przy tych oznaczeniach wszystko musi być w dzwonie takie samo, jak przy próbach. Dzięki doświadczeniom z różnymi zwierzętami stwierdziłem, że zmniejszenie objętości wynosi cztery dziesiąte. Chciałbym jednak zauważyć, że przy wykonywaniu tych prób szczególną troskę należy mieć o to, aby zwierzę było umieszczone w pobliżu powierzchni wody z powodu, który podam w dalszym ciągu.

Z powyższego staje się jasne, że wskutek procesu oddychania zwierzęcia zostają odebrane powietrzu pewne niezbędne do życia i elastyczne cząsteczki, tak że obecnie nie pozostaje wątpliwości, że w powietrzu istnieje coś, co podczas oddychania przedostaje się do krwi zwierzęcia. Jeśli właściwy cel oddychania polegałby na wewnętrznym wymieszaniu i rozdzieleniu krwi wskutek ruchu płuc, jak przyjmują niektórzy, wówczas byłoby trudniej znaleźć przyczynę, dlaczego

zwierzę w powyższym doświadczeniu tak szybko ginie. Bowiem powietrze zawarte w dzwonie tak potem jak przedtem jest tak samo stosowne do rozdymania płuc i mieszania krwi, ponieważ, skoro powietrze podlega [działaniu] prawie całego ciśnienia atmosferycznego, nic nie przeszkadza mu we wchodzeniu do rozszerzonej klatki piersiowej zwierzęcia, od czego jak wykazałem gdzie indziej⁶⁰, zależy rozdymanie płuc.

Na pewno niewłaściwe jest zaprzeczanie, że powietrze wchodzi do płuc, ponieważ nie można pokazać z powodu niewyraźnego kształtu naczyń, naszych organów zmysłowych, dzięki którym dochodzi to do skutku. Przewody służące do przeprowadzania gęściejszych cieczy staną się widoczne dopiero wtedy, gdy ich rozgałęzione rurki włoskowate zjednoczą się w jedno naczynie o większej pojemności! Jakie bystre oko dostrzeże początkowo przewody gruczołów mlecznych albo limfatycznych, albo same [małe] żyłki? Czy nie o wiele trudniejsze byłoby dostrzeżenie owych najodleglejszych krótkich i wąskich przewodów powietrza, nie łączących się, tak jak inne po pewnym przebiegu, w jedno, jedyne naczynie, lecz przechodzących całkowicie osobno przez błonę płuc?

Ta prawie nieskończenie duża liczba małych przewodów przebiegających w całej masie płuc, ma na celu możliwie najdrobniejsze rozdzielanie powietrza w czasie jego przepływu do krwi i najbardziej dokładne zmieszanie go z krwią. Płuca ugotowane pokazują pod mikroskopem bardzo wiele małych otworów podobnych do małych punkcików. Czy jednak są one ujściami cienkich przewodów rurek powietrznych, albo naczyniami prowadzącymi do krwi, tego nie umiem powiedzieć.

Z tego wynika, że powietrze wskutek procesu oddychania w sposób mniej więcej podobny jak przy spalaniu, traci swoją siłę elastyczną, wobec czego jest wysoce prawdopodobne, że w wyniku obu procesów zostają usunięte cząsteczki tego samego rodzaju. Potwierdza to następujące doświadczenie.

W naczyniu szklanym postawionym nad wodą umieszcza się mysz i palącą się świecę. Po krótkim czasie ta ostatnia gaśnie i wkrótce potem ginie zwierzę. Stwierdziłem, że w tych warunkach zwierzę żyje nie wiele dłużej, aniżeli odpowiadałoby to połowie czasu, w którym żyłoby jeszcze, to jest bez wstawionej palącej się świecy. Nie należy zarzucać, że zwierzątko udusiło się w dymie płomienia, gdyż można posłużyć się płomieniem ducha wina⁶¹, który prawie wcale nie wytwarza dymu.

Fakt, że mysz może żyć przez pewien czas po wygaszeniu płomienia daje się wyjaśnić w ten sposób, że płomień utrzymuje się tylko dzięki nieprzerwanemu i szybkiemu strumieniowi saletrowych cząsteczek powietrza, a gaśnie wkrótce potem, gdy dopływ ich zostaje chwilowo zakłócony albo zmniejszony, podczas gdy zwierzę potrzebuje mniejszego oraz nieustannego dopływu i dlatego może żyć dzięki pozostałemu po wygaszeniu płomienia saletrowemu duchowi powietrza. Dalsze potwierdzenie tego poglądu wynika z faktu, że ruch kurczących się

płuc nie mało przyczynia się do wciągania istniejących jeszcze saletrowych cząsteczek powietrza i do wstrzykiwania ich do krwi zwierzęcia, a zwierzę ginie tylko wtedy, gdy cząsteczki owe zostaną całkowicie zniszczone. To też wydaje się dziwne, że powietrze, które nie może podtrzymać życia zwierzęcia, ulega jeszcze większemu od dwukrotnego zmniejszeniu objętości, aniżeli to powietrze, które nie nadaje się już więcej do spalania (zobacz powyżej).

Za pomocą soczewki próbowałem zapalić palne ciało znajdujące się w naczyniu szklanym, w którym właśnie udusiła się mysz. Celem jeszcze większego uwierzytelnienia wyniku ochroniłem za pomocą kawałeczka papieru to miejsce ścianki naczynia, przez które miały być przepuszczone do wewnątrz promienie słoneczne, od par wydzielonych przez zwierzątko. Jednak próba nie udała się. O prawdziwości tego wyniku nie jestem całkiem przekonany, gdyż pora roku (zima) i pochmurne niebo uniemożliwiły mi powtórzenie doświadczenia.

Należy tu zauważyć, że chociaż palenie i życie są utrzymywane przez te same cząsteczki, nie wynika z tego, że krew rzeczywiście spala się. Na ten temat wypowiem się bardziej szczegółowo w następnym rozdziale.

Jeśli uświadomi się sobie to wszystko, wyłaniają się poważne trudności. Po pierwsze, można byłoby zapytać, dlaczego płomień wygasa a zwierzę dusi się, chociaż [w naczyniu] jest jeszcze zawarta dostateczna ilość powietrza. Woda bowiem zajmuje tylko określoną przestrzeń naczynia, przy czym przestrzeń pozostała wypełniona jest powietrzem, które choć w zmniejszonej objętości, mimo to może przeciwstawić się ciśnieniu otaczającej atmosfery.

Dalej, w jaki sposób następuje zniknięcie elastyczności?⁶²

Nie zmniejsza się przecież ilość powietrza zawartego w naczyniu wskutek palenia lub oddychania, ponieważ procesy te nie mogą zniszczyć cząsteczek powietrza. Ponadto jest niemożliwe, aby powietrze albo jakaś inna zawarta tam substancja elastyczna przeniknęła przez ścianki naczynia, jak już wcześniej powiedziano. Zresztą przez ssanie nie można byłoby zmniejszyć ciśnienia w naczyniu, gdyż powietrze przy współdziałaniu ciśnienia powietrza zewnętrznego i wraz z towarzyszącą mu substancją elastyczną natychmiast wypełniłoby naczynie i zajęło opróżnioną przestrzeń.

Jeśli zaakceptuje się to, że powietrze pozostaje w naczyniu, czy możemy wówczas przedstawić podnoszenie się wody jako następstwo kurczenia się powietrza? Że tak nie jest, wynika z tego, że po wygaśnięciu płomienia, zanim wewnętrzne powietrze oziębi się, już woda podnosi się ponad swój pierwotny poziom. Oprócz tego ciepło zwierzęce mogłoby równie dobrze spowodować rozprężenie się powietrza. Jeśli potem nie zdarzyłoby się nic innego oprócz skurczenia powietrza, dlaczego miałoby ono uniemożliwić podtrzymanie życia i palenia?

Jeśli ktoś chciałby tu zarzucić, że zmianę elastyczności powietrza należy przypisać przejściu części tegoż do krwi zwierzęcia, na to odpowiadam, że z tego powodu nie mogłaby wynikać żadna zmiana w ogólnej liczbie cząsteczek powietrza znajdujących się w naczyniu. Krew bowiem po doświadczeniu zawiera

tyle samo cząsteczek, jak przedtem, co dowodzi takiej samej wymiany powietrza między krwią i przestrzenią naczynia. Jeśli więcej powietrza miałyby wejść, aniżeli wydzielić się, to w każdym razie pozostałoby ono w naczyniu i dzięki swej naturze elastycznej wypełniłoby taką samą część przestrzeni.

Celem rzucenia pewnego światła na tę bardzo trudną kwestię, pragnę omówić rodzaj i sposób, dzięki którym ciała uzyskują elastyczność.

Przede wszystkim wprawione w ruch cząsteczki ciała rozprzestrzeniają się i starają się wypełnić większą objętość, gdyż do wykonywania swych ruchów potrzebują większej przestrzeni. Jest więc prawdopodobne, że z cząsteczkami powietrza zmieszany jest jakiś delikatny i ruchliwy rodzaj materii, który zderzając się z nimi nieustannie w dużym stopniu przyczynia się do wzmocnienia ich siły rozprężania się. Taką zdaje się być siła rozprężania rozgrzanego powietrza, ponieważ w tym wypadku saletrowe cząsteczki powietrza, z których ruchu powstaje ciepło, uderzają w cząsteczki powietrza w taki sposób, że muszą się one rozprzestrzeniać.

Jest jednak nieprawdopodobne, że stanowi to jedyne źródło siły elastycznej [tj. elastyczności] powietrza, gdyż w powyższych doświadczeniach cząsteczki powietrza zostały ogrzane przez płomień i przez zwierzę, dzięki czemu należałoby raczej oczekiwać zwiększenia a nie zmniejszenia elastyczności. Wyginanie wzbudza w ciałach stałych siłę elastyczności albo oporu, tj. w masie, gdy wykazuje ona dążenie do ponownego osiągnięcia swej pierwotnej postaci. Wydaje mi się bardzo prawdopodobne, że przyczyna ta w dużym stopniu powoduje elastyczność powietrza.

Przyjmuję, że saletrowe cząsteczki powietrza przylegają do właściwych cząsteczek powietrza i wprawiają je w ruch, gdyż chociaż cząsteczki powietrza zewnętrznie posiadają małe wymiary i zwykle są chwywane pojedynczo, wydaje mi się jednak konieczne przyjmować je jako zespolone. Jedne części składowe są rozgałęzione i przylegają do siebie wzajemnie, jak gdyby były spięte na haczyki; natomiast inne są bardzo delikatne, stałe, lekkie, ruchliwe, ogniowe i rzeczywiście pojedyncze. Ostatnie są ułożone pomiędzy innymi i powodują trwałość całości.

Uważam więc, że elastyczność powietrza powstaje dzięki temu, że jego sztywne cząsteczki uciskane przez otaczającą atmosferę wyginają się i dzięki temu usiłują uzyskać swoją pierwotną postać. W istocie sztywność cząsteczek powietrza zdaje się być przyczyną, dlaczego one nie mogą tak łatwo jak o wiele cięższe cząsteczki wody, wciskać się w maleńkie pory ciała, co można łatwo dowieść za pomocą wielu doświadczeń. Bowiem cząsteczki powietrza, choć bardzo małe, nie mogą z powodu swej sztywności, tak łatwo dopasowywać się, jak giętkie cząsteczki wody, do krętych kanalików. W taki sam sposób można byłoby objaśnić podnoszenie się wody w bardzo wąskich rurkach [kapilarach] i w porach gąbki. Sztywne cząsteczki powietrza nie są w stanie wejść właśnie dlatego, że woda tak jak w pustej przestrzeni zostaje wciskana przez ciśnienie otaczającego powietrza. Zauważam dalej, że sztywność cząsteczek powietrza

bardzo sprzyja powstałemu spalaniu, podczas gdy wyrzucone saletrowe cząsteczki powietrza wskutek tego zostają wprawione w szybki ruch. W przeciwnym razie nadzwyczaj żywy ruch tych cząsteczek pozostałby całkiem niewyjaśniony. Możemy podać jedynie następujące objaśnienie zmniejszenia elastyczności powietrza spowodowanego przez palenie i uznać je za prawdopodobne.

Cząsteczki palne palące się substancji znajdujące się w bardzo szybkim ruchu spotykają unoszące się najbliżej cząsteczki powietrza i gwałtownie uderzają umocowane na nich saletrowe cząsteczki, wskutek czego ostatnie zostają z siłą wyrzucone na zewnątrz i wprawione w stan ożywionego ruchu, dzięki czemu powstaje zjawisko spalania.

Dalej pozwałam sobie wyciągnąć wniosek, że cząsteczki powietrza odebrane w ten sposób ich cząsteczkom saletrowym stają się nie tylko niezdatne do podtrzymania palenia, ale także miękkie i giętkie, przy czym tracą częściowo swoją elastyczność, ponieważ, jak próbowałem wykazać wyżej, stałość i sztywność cząsteczek powietrza jest spowodowana obecnością umocowanych na nich cząsteczek saletrowych, natomiast ich elastyczność — sztywnością i stałością tych ostatnich.

Że saletrowe cząsteczki powietrza nie tworzą po prostu czystego powietrza, lecz tylko jego subtelny składnik, okazuje się z faktu, że cząsteczki te, niezależnie od tego, jakiego byłyby one rodzaju, są zawarte w saetrze i tworzą jej część ogniową i powietrzną. Któż jednak chciałby wierzyć, że saletra zawiera ową ilość powietrza, niezbędną do podtrzymania spowodowanego przez nią spalania w przestrzeni pozbawionej powietrza!

Saletra, jak wiemy, powstaje przez działanie ducha saletry na jakąkolwiek świeżo podgrzaną stałą sól. Jednak w najwyższym stopniu wydaje mi się nieprawdopodobne, że ciała te zawierają tego rodzaju skondensowane powietrze, albo że podczas tworzenia saletry bierze ono w tym udział, gdyż nie mogę przyjąć, że bez współdziałania jakiejś siły powietrze mogłoby zostać zgęszczone tak silnie, jak należałoby sobie to wyobrazić w saetrze, [właśnie] gdy zachodzi rozważane spalanie, wywołane porcją zawartego w niej powietrza. Bowiem byłaby tu potrzebna dość znaczna ilość powietrza niezbędna do spalania spowodowanego zupełnie niewielką ilością saletry, szczególnie jeśli się zważy, że tylko posiadające dużą elastyczność powietrze w ogóle jest w stanie podtrzymać palenie. Potwierdza to następujące doświadczenie. Umieszcza się w dwóch różnych naczyniach trochę ducha saletry oraz trochę rozpuszczonej w wodzie soli kamienia winnego, które wprowadza się do większego naczynia. Następnie całkowicie wypompowuje się znajdujące się w nim powietrze. Przy tym z [wymienionych] cieczy ulatnia się rozpuszczone w nich powietrze oraz różne elastyczne substancje. Po ustaniu wydzielania się pęcherzyków (jest godne uwagi, że w próżni prawie każda ciecz wydziela baniecunki), miesza się obie ciecze, wskutek czego występuje ożywione burzenie. Gdy działanie to skończy się, wyjmuje się mieszaninę z naczynia i odparowuje na łagodnym cieple do suchości. Produktem jest saletra powstała w próżni, która mimo to zachowuje charak-

teryścyczną właściwość gwałtownego spalania się w kontakcie z rozżarzoną węglą. Jest jednak bardzo nieprawdopodobne, że sporządzona w ten sposób saletra zawiera powietrze. Do tego dochodzi fakt, że po usunięciu powietrza znajdującego się nad wodnym roztworem saletry nie ulatniają się już prawie żadne jego pęcherzyki, a w każdym razie w mniejszym stopniu, aniżeli w przypadku zwykłej wody, co całkiem jasno dowodzi, że w saletrze nie występuje bardzo zgęszczone powietrze⁶³. W poprzednich rozważaniach szukaliśmy prawidłowego wyjaśnienia śmierci zwierzęcia i wygaszenia płomienia, które znajdowały się w naczyniu zawierającym jeszcze obfite ilości powietrza.

Przede wszystkim możemy odrzucić przypuszczenie, że jakaś cząstka powietrza zostaje całkowicie usunięta, podczas gdy pozostała zachowuje swój pierwotny skład, gdyż jeśli miałyby to miejsce, nie byłoby żadnego powodu, dla którego zwierzę musiałoby zginąć. Należy raczej sądzić, że prawie wszystkie cząsteczki powietrza ulegają pewnej zmianie, polegającej na tym, że tracą one swe saletrowe cząsteczki, wskutek czego stają się niezdolne do podtrzymania życia i palenia. Można byłoby tu ewentualnie zarzucić, że pozostające powietrze zdaje się nie być wolne od cząsteczek saletrowych, gdyż posiada jeszcze wystarczającą elastyczność, przeciwstawiającą się ciśnieniu atmosferycznemu, nie jest więc jasne, dlaczego te saletrowe cząsteczki powietrza nie mogą już podtrzymywać życia i palenia. Tak, stwierdziłem nawet, że omawiane powietrze posiada taką samą elastyczność, jak każde inne, ponieważ po usunięciu ciśnienia powietrza atmosferycznego rozpręża się tak samo silnie jak zwykle powietrze. Ale to wszystko zdaje się zdecydowanie przeczyć temu, co powiedziałem wyżej. Sprawę tę pragnę objaśnić w następujący sposób. Elastyczność zepsutego powietrza nie pochodzi od jakiegoś usztywnienia jego niezmiennych cząsteczek, lecz raczej związana jest z ich większym wygięciem, a po utraceniu przez nie cząsteczek saletrowych stały się one obecnie mniej sztywne. Jak wiadomo silnie napięte albo wygięte ciało posiada siłę elastyczności równą o wiele mniej napiętemu albo wygiętemu, ale bardziej sztywnemu ciału.

Jednakże omawiane powietrze zawdzięcza po części swoją elastyczność także temu, że po utracie cząsteczek elastycznych zostało wtłoczone do mniejszej przestrzeni, cząsteczki jego upakowują się więc gęściej, aniżeli [zachodzi to] w przypadku zwykłego powietrza.

ROZDZIAŁ SZÓSTY

O SALETROWYM DUCHU POWIETRZA I JEGO ROLI [W PROCESIE]

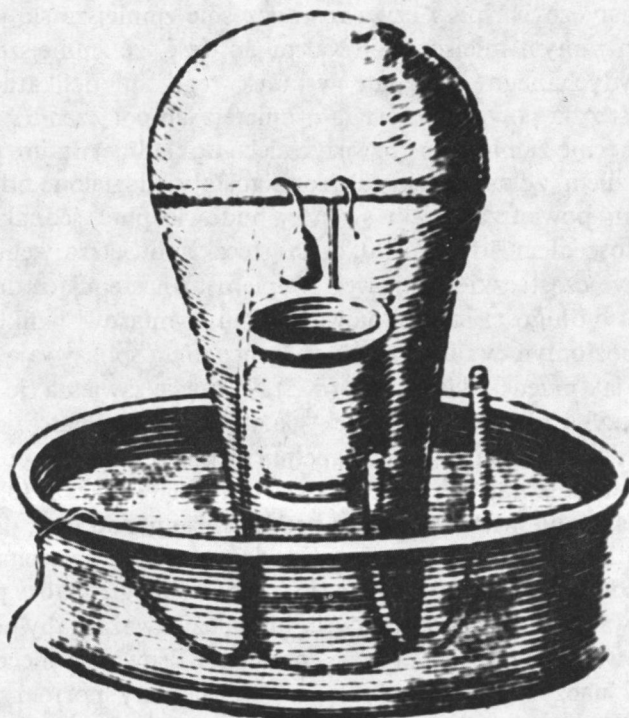
ODDYCHANIA ZWIERZĄT

W mojej opublikowanej już rozprawie *O oddychaniu* wykazałem w różnorodny sposób, że główny cel tego procesu sprowadza się do oddzielenia z powietrza za pomocą płuc pewnych niezbędnych do życia zwierzęcia cząsteczek i najdok-

ładniejszego zmieszania ich z krwią. Celem dalszego potwierdzenia tego poglądu, w poprzednim rozdziale przytoczyłem rozmaite doświadczenia, które pokazują, że powietrze wydychane przez zwierzę z płuc jest pozbawione pewnych cząsteczek elastycznych, przy czym równocześnie zmniejsza się jego objętość. Dalej, na tym samym miejscu usiłowałem dowieść, że zmniejszenie objętości powietrza wydychanego następuje wskutek tego, że delikatne i ruchliwe saletrowe cząsteczki powietrza zostają usunięte z ich połączenia z cząsteczkami powietrza. Obecnie zamierzam rozważyć nieco dokładniej naturę tego procesu. Przedtem sądziłem, że cząsteczki saletrowe zostały oddzielone od ich połączeń z cząsteczkami powietrza dzięki swoistej budowie płuc, jednak po dalszym rozważaniu doszedłem do wniosku, że cząsteczki powietrza wchodzą do krwi i tam tracą swe cząsteczki saletrowe⁶⁴. Popiera to następujące doświadczenie. Bierze się pręt o długości równej największemu wymiarowi bańki i ustawia go w położeniu poziomym w taki sposób, że końce pręta spoczywają na ściankach naczynia tak, jak przedstawia rycina. (il. 3) Na pręcie zawieszają się przy pomocy żelaznego haczyka gliniany garnuszek glazurowany wewnątrz, o pojemności około czterech uncji. Garnuszek ten napełnia się mniej więcej do połowy duchem saletry. Bezpośrednio nad naczyniem zawieszają się małą wiązkę złożoną z kawałków żelaza, następnie wieszak włókna prowadzi się ponad pręt, potem zaś pod krawędzią naczynia na zewnątrz tak, jak widoczne to jest na rycinie. Na koniec wylot odwróconego naczynia zanurza się w wodzie na głębokość pięciu palców [biorąc pod uwagę ich szerokość], przy czym należy uważać, aby poziomy wody zewnętrzny i wewnętrzny były równe, następnie usuwa się nieco wody znajdującej się w naczyniu zewnętrznym, aż wewnętrzny poziom ustali się na wysokości około trzech palców ponad poziom zewnętrzny.

Po ochłodzeniu ogrzanego powietrza za pomocą poruszenia rąk i po zaznaczeniu wysokości wewnętrznego poziomu przez naklejenie kawałka papieru, wprowadza się strużyny żelaza do ducha saletry. Zachodzi żywe działanie, przy czym wydzielające się pary powodują obniżenie wewnętrznego poziomu wody⁶⁵. Po działaniu trwającym około dwudziestu minut, albo raczej gdy wewnętrzny poziom obniży się na szerokość trzech palców, wyjmują się za pomocą nitki kawałki żelaza z kwasu. Wówczas wewnętrzny poziom znacznie podnosi się i w przeciągu dwóch godzin znacznie przekroczy położenie pierwotne. W istocie woda podnosi się teraz na szerokość trzech palców ponad swą pierwotną wysokość, przy czym jedna czwarta przestrzeni wypełnionej pierwotnie powietrzem zostanie zajęta przez wodę.

Doświadczenie to dowodzi, że powietrze znajdujące się w naczyniu w następstwie wzajemnego działania żelaza i ducha saletry, traci jedną czwartą swej elastyczności. Potem pary zgęściły się na tyle, na ile to było możliwe i gdy wewnętrzny poziom przestał podnosić się tak jak poprzednio, notuje się jego wysokość, ponownie wprowadza żelazo do kwasu, przy czym jest konieczne, celem udania się tej części doświadczenia, aby w naczyniu znajdowała się



II. 3

wystarczająca ilość ducha saletry. Jeszcze lepiej byłoby mieć zapasowo w tym samym naczyniu dwa garnuszki i dwie wiązki strużyn żelaza. Żelazo należy znowu podnieść, gdy tylko poziom opadnie na szerokość około pięciu palców. Zobaczy się potem, jak woda stopniowo podnosi się, jednak obecnie zachodzi to nie tak szybko, a także nie tak wysoko, jak w pierwszej części doświadczenia, ponieważ po drugiej reakcji ostatecznie ona podnosi się tylko na szerokość dwóch palców, nawet gdyby reakcja ta przebiegła o wiele szybciej. Jednak duże znaczenie ma fakt, że poziom wody nigdy nie osiągnie zaznaczonego położenia początkowego. Powtórzenie doświadczenia po raz trzeci daje ten sam wynik.

Jeśli rozważy się ten rezultat, wydaje się bardzo dziwne, że jedna i ta sama przyczyna wywołuje widoczne dwojakie działanie.

Także żaden błąd nie wkraść się podczas wykonywania doświadczenia, gdyż powtarzałem je kilkakrotnie zawsze z tym samym wynikiem.

Celem wyjaśnienia tego stanu rzeczy przede wszystkim zauważę, że nie jedna część, lecz prawdopodobnie cała zawartość powietrza ulega zepsuciu. Woda bowiem w dwie godziny po owym działaniu zajęła jedną czwartą objętości początkowej, chociaż jest wysoce prawdopodobne, że w tym czasie wydzielone pary nie mogły się całkowicie skondensować⁶⁶.

W istocie pary te nigdy nie skropliły się w całości, jak to pokażę niżej.

Obecnie możemy zrozumieć, dlaczego woda po drugim działaniu nie wznosi się na pierwotną wysokość. Reagujące cząsteczki wydzielone podczas pierwszego działania mieszają się z cząsteczkami powietrza i niszczą je w sposób, który wkrótce zostanie objaśniony tak, że wznoszenie się wody spowodowane jest nie tylko częściowym kondensowaniem się par, lecz także wydaleniem części powietrza. Skoro więc powietrze wskutek pierwszego działania w dużym stopniu ulega zniszczeniu, albo raczej traci swoją elastyczność, okazuje się samo przez się, że wywołane w drugim działaniu wznoszenie się wody zostało spowodowane zgęszczeniem się wydzielonych par i dlatego musi być o wiele mniejsze, aniżeli przedtem. Dalej, ponieważ to zgęszczenie nie jest nigdy całkowite również staje się jasne, dlaczego poziom wody nie osiąga swego początkowego położenia.

Ze względu na powstałe zmniejszenie elastyczności powietrza możemy odrzucić przypuszczenie, że nastąpiło ono w wyniku działania zimna przekazanego przez pary, ponieważ poziom wody podniósł się wtedy, gdy naczynie z powodu wydzielenia ciepła reakcji było jeszcze widocznie ciepłe. Jeśli nawet ogrzeje się naczynie na ogniu, nawet bardzo silne ciepło obniża poziom wody zaledwie do pierwotnego zaznaczonego poziomu, a przy oziębieniu podnosi się on do swej pierwotnej wysokości⁶⁷. Bardzo nieprawdopodobne jest także przypuszczenie, że powietrze połączyło się z reagującymi ze sobą cząsteczkami, gdyż byłaby konieczna bardzo duża siła, niezbędna do spowodowania tak silnego zgęszczenia. Ponadto odnośne cząsteczki przemieniają się w pewien wtriol, który pozostaje w roztworze. Jest jednak nieprawdopodobne, że tak duża ilość powietrza mogłaby być zamknięta w tak małej ilości cieczy.

Prawdziwą przyczyną zdaje się być ta, że twarde [ciężkie] cząsteczki powietrza, wskutek zachodzącego między reagującymi cząsteczkami rozrywania zostają tak połamane, że cząsteczki saletrowe zostają wyrzucone, a powietrze, które teraz stało się mniej elastyczne, kurczy się, jak to wyłożyłem w poprzednim rozdziale. W istocie cząsteczki powietrza powodują tu zmniejszenie objętości zupełnie w taki sam sposób, jak podczas spalania, które, jak wcześniej wykazałem, nie jest niczym innym, jak bardzo żywą reakcją (chemiczną). Jest nawet bardzo prawdopodobne, że ciepło wydzielone w reakcji rozważanej powyżej, należy przypisać przynajmniej częściowemu usunięciu saletrowych cząsteczek powietrza. Potwierdzeniem właśnie wypowiedzianego [poglądu] może być, przytoczony także przez Boyle'a fakt, mianowicie, że gdy jakąś żrącą ciecz zetknie się w pustej przestrzeni z jakąś przeciwstawną solą⁶⁸, albo metalem,

wówczas zachodzące działanie, choć bardzo żywe, jednak zdaje się nie wytwarzać tak wiele ciepła, jak w normalnych warunkach.

Następnie badałem zagadnienie, czy podczas mieszania kwasów ze stałymi solami i innych podobnych działań zachodzi zmniejszenie elastyczności powietrza, przy czy mogłem stwierdzić, że aby nastąpiło niedwuznaczne zmniejszenie elastyczności, jest absolutnie konieczne wydzielenie par będących w stanie reagowania przez pewien czas, albo przynajmniej aby nagle wytworzone pary posiadały później duże zgęszczenie. W powyższym doświadczeniu nie można więc przeoczyć, że także po usunięciu żelaza i ustaniu działania powietrze ulega stopniowemu zepsuciu przez zmieszane z nim pary. Gdyby było ono zaatakowane jedynie podczas reakcji, wtedy wydzielone pary natychmiast zajmowałyby przestrzeń opróżnioną przez zepsute powietrze, tak że woda podnosiłaby się tylko tyle, o ile pary uległyby większemu zgęszczeniu⁶⁹. Ponadto woda unosi się o wiele szybciej, aniżeli odpowiadałoby to zgęszczaniu się owych par, dlatego też musi wypełnić przestrzeń opuszczoną tak przez zepsute powietrze, jak przez zgęszczone pary. Jest bardzo prawdopodobne, że rozprzestrzenione w powietrzu i reagujące z sobą cząsteczki metali i cieczy, powodują stopniowe rozrywanie [cząsteczek] powietrza i zmniejszenie jego elastyczności⁷⁰. Jeśli więc wydzielone w jakimś działaniu pary nie występują w powietrzu zbyt długo, wówczas woda podnosi się tylko po ich zgęszczeniu. Natomiast jeśli pary nie uzyskają żadnego widocznego zgęszczenia, woda nie podnosi się ponad swoją wysokość pierwotną. Gdy więc pary te wypełnią jakąś przestrzeń, która jest większa, aniżeli opuszczona przez zepsute powietrze, wówczas samo zmniejszenie elastyczności nie występuje, co stanowi powód, dla którego podczas działania saletry i stałej soli oraz podobnego między wotriolem i żelazem⁷¹, woda nie podnosi się ponad swoją pierwotną wysokość.

Należy tu zauważyć, że chociaż gaz⁷² wydzielony przez ducha saletry i żelazo nie zamienia się w ciecz, nie można go jednak uważać za czyste powietrze, gdyż po powtórzeniu tego doświadczenia, gdy gaz ten prawie całkowicie wypełni naczynie, woda nie podnosi się, co należy objaśnić w ten sposób, że gaz nie wywołuje takiego zmniejszenia objętości, jak powietrze, lecz przeciwnie, przez reagujące cząstki zostaje pomnożony. Jednak ten rodzaj gazów pragniemy omówić później bardziej wyczerpująco.

Rozważenie powyższego doświadczenia umożliwia nam zrozumienie [zjawiska] zmniejszania się elastyczności powietrza wdychanego.

Po pierwsze, traktuję krew jako ciecz wysoce reaktywną⁷³. Skoro więc cząsteczki powietrza za pomocą płuc zostaną wewnętrznie zetknięte z reagującymi cząsteczkami krwi, wówczas elastyczność ich może ulec zmniejszeniu tak samo, jak w powyższym doświadczeniu, w którym podobny wynik dały reagujące pary.

W tym przypadku reagujące cząsteczki krwi rozrywają zmieszane z nimi cząsteczki powietrza, których cząsteczki saletrowe zostają potem usunięte,

wskutek czego powietrze traci swoją elastyczność i staje się niezdatne do podtrzymania życia.

Skoro śledziliśmy saletrowe cząsteczki powietrza [przenikające] aż do wnętrza krwi, pozostaje nam zapytać, w jakim celu one tam docierają.

Wyznaję pogląd, że zarówno tu, jak w roślinach, saletrowy duch powietrza stanowi główne źródło życia i ruchu⁷⁴.

Podczas gdy z jednej strony wolno przedostający się do gleby saletrowy duch powietrza działając jedynie na pół rozwinięte solno-palne materię⁷⁵ wywołuje ową reakcję, od której zależy życie roślinne, tak z drugiej strony wskutek jego zmieszania się z dojrzałą i palną materią krwi zachodzi intensywne działanie niezbędne dla życia zwierzęcia. Przy tym należy zauważyć, że krew powstaje z takich samych cząsteczek, jakie znajdują się w ziemi, tylko zawiera je w stanie bardziej uaktywnionym. Bowiem tworzywo ziemi składa się z połączenia tylko częściowo rozwiniętej materii palnej i zarodków stałej soli, krew natomiast z solno-palnej materii znajdującej się w stanie lotnym.

Dlatego oba posiadają taką samą ciemną purpurowo-czerwoną barwę. W istocie starałem się wykazać, że wszystkie fermentacje naturalnych ciał pochodzą z ruchu saletrowych cząsteczek powietrza, dlatego nie ociążam się w przypisaniu tej samej przyczyny działaniu zachodzącemu we krwi⁷⁶.

Jeśli zatrzyma się oddychanie, wówczas działanie we krwi ustaje i życie wygasa.

Rozważania te zyskują pewne potwierdzenie dzięki faktowi udowodnionemu przez Lower'a⁷⁷ za pośrednictwem Sekcji, że krew wchodząca do płuc posiada barwę ciemną, podczas gdy wydzielana z nich jest jaśniejsza i zabarwiona na czerwono. Także stwierdził on, że zmianę tę wywołuje nie zachodzące w płucach delikatne rozdrobnienie, lecz znajdujące się tam powietrze. Bowiem powierzchnia krwi żyłnej wystawionej na jego działanie uzyskuje barwę jasno-czerwoną, podczas gdy głębsze warstwy krwi pozostają jeszcze ciemne. Ale zmieszane z krwią powietrze udziela jej czerwonej barwy tylko wtedy, gdy wywołuje ona tam działanie chemiczne, ponieważ cząsteczki jasnej krwi tętnicznej znajdują się w stanie ruchu i pobudzenia, natomiast krew żylna z powodu zmniejszonego ruchu jest bardziej stała i skoagulowana. Potwierdza to następujące doświadczenie. Jeśli umieści się w próżni trochę krwi, która przez pewien czas znajdowała się w otwartym naczyniu, na powierzchni jej przybierającej barwę czerwoną występuje słabe pienienie. Jeśli jednak ciepłą jeszcze krew tętniczną podda się działaniu próżni, wówczas pieni się ona w najdziwniejszy sposób, przy czym powstają liczne pęcherze, co częściowo należy przypisać żywo reagującym cząsteczkom, częściowo zaś zawartemu we krwi powietrzu. Pragnę przytoczyć tu drugie doświadczenie. Miesza się nieco ducha saletry z jakąś cieczą, zawierającą lotne alkali i substancją palną, jak na przykład zmieszany z własnym olejem duch rogu jelenia. Ciecz burzy się gwałtownie i przybiera zabarwienie jasno-czerwone, ciemniejsze po ustaniu działania [reakcji]. Bez wątplenia reagują tu pochodzące

z ducha saletry cząsteczki saletrowe z cząsteczkami solno-palnymi, wskutek czego powstaje barwa czerwona, ponieważ jest to, jak już wiemy, właściwość znajdujących się w ruchu saletrowych cząsteczek powietrza, [polegająca na] udzielaniu ciałom czerwonego zabarwienia.

Zauważam dalej, że działanie wywołane przez saletrowe cząsteczki powietrza we krwi powoduje nieustanne przyciąganie z powietrza świeżych cząsteczek saletrowych, bowiem te zawarte we krwi zostają w ciele oddzielone w celu, który zostanie omówiony później, przy czym reakcja [zachodząca] we krwi powracającej do płuc zostaje bardzo zwolniona. Jednak nigdy nie jest ona tak słaba, aby nie móc powtórnie odnowić się za pomocą nowych cząsteczek. W ten sposób proces życiowy nieprzerwanie utrzymuje się w ciele zwierzęcym.

Ciepło krwi traktuję także jako następstwo wzajemnego działania saletrowych cząsteczek powietrza i [cząsteczek] solno-palnych⁷⁸. Jeśli wystawi się jakikolwiek świeżo wykopany minerał pochodzący z grupy solno-siarkowych, jak na przykład witriliczny markasyt, na działanie wilgotnego powietrza, to w krótkim czasie staje się on ciepły wskutek działania saletrowych cząsteczek powietrza. Dalej, prawie wszystkie ciała naturalne podczas swej fermentacji ogrzewają się, albo przynajmniej wykazują to zjawisko te z nich, które są częściowo stałe, zjawisko, które należy przypisać saletrowym cząsteczkom powietrza. O ile większe musi być ciepło otrzymane we krwi, gdzie w obfitej ilości zawarte są substancje solno-palne dokładnie zmieszane z powietrzem.

Bardzo znaczne ciepło wywołane w [organizmach] zwierząt wskutek gwałtownych ruchów daje się objaśnić w ten sposób, że wymuszone tymi ruchami przyspieszone oddychanie wprowadza więcej saletrowych cząsteczek powietrza do krwi, wskutek czego zachodzi najsilniejsze oddziaływanie. Bowiem powstanie tak wielkiej ilości ciepła zupełnie nie dałoby się objaśnić tarcie zachodzącym w stawach. W istocie każdy, kto wykona próbę w stanie spoczynku i przyspieszy oddychanie zauważy niezwykle ciepło⁷⁹.

W istocie ciepło powstające podczas gwałtownego ruchu pochodzi częściowo także z działania zachodzącego między saletrowymi cząsteczkami powietrza i cząsteczkami solno-palnymi w poruszających się częściach ciała, co później postaram się udowodnić.

Wiem, że w swej książce *O cieple krwi* uczony Willis przytoczył rozmaite dowody celem wykazania, że ciepło to nie jest następstwem jakiegoś działania (chemicznego). Utrzymuje on między innymi, że „ciecze nigdy nie ogrzewają się podczas fermentacji”. Jednak jest rzeczą powszechnie znaną, że wszystkie bardziej gęste ciecze, szczególnie te, które tak jak mocne piwo, zawierają obfitą ilość cząsteczek solno-palnych, w czasie fermentacji częściowo ogrzewają się.

Tak więc krew zaledwie daje się porównać z innymi cieczami, podczas gdy jest ona do tego stopnia gęsta, że tylko dzięki działaniu (chemicznemu) rzeczywiście może być utrzymana w stanie ciekłym. Tak na przykład krew w zetknięciu z powietrzem koaguluje się i staje się bardzo gęsta. Ale według Willisa ciała stałe

poddane fermentacji same ogrzewają się. Prócz tego krew jest o wiele bogatsza w cząsteczki solno-palne od innych cieczy i wchodzi w wewnętrzny kontakt z saletrowym duchem powietrza.

Następny zarzut przytoczony przez Willisa pochodzi stąd, „że ponieważ reakcja pomiędzy przeciwstawnymi solami zachodząca w próżni, według badań Boyle'a staje się bardziej gwałtowna, z tego ma wynikać, że skoro krew zawdzięcza swoje ciepło zachodzącemu w niej działaniu, ciepło to w przestrzeni pozbawionej powietrza powinno być większe, podczas gdy przeciwnie, gdy wskutek zahamowania oddychania zostanie wstrzymany dopływ powietrza do krwi, ciepło krwi w krótkim czasie zmniejsza się i zwierzę szybko ginie”. Na to odpowiadam, że właśnie po wywołanym zahamowaniu dopływu powietrza zachodzący ubytek ciepła krwi stanowi dowód, że ciepło to jest wytwarzane przez saletrowy duch powietrza.

Dalej, chociaż przeciwstawne sole, tak jak inne podobne ciała reagujące, zetknięte w próżni pienia się gwałtowniej, aniżeli w warunkach normalnych, z tego powodu w żadnym wypadku nie wynika, że dlatego reagują one z większą siłą. Bowiem cząsteczki każdego ciała reagującego w powietrzu wskutek ciężaru atmosfery [tj. powietrza atmosferycznego] ulegają ściśnięciu i dlatego nie mogą się swobodnie rozprężyć, podczas gdy w przestrzeni zawierającej powietrze rozrzedzone z powodu zaledwie dostrzegalnego ciśnienia, posiadają one większą swobodę wykonywania własnych ruchów. Ale to wszystko oznacza usunięcie przeciwności, a nie wzrost gwałtowności reakcji.

Z tej samej przyczyny zachodzi wrzenie ciepłej wody w przestrzeni zawierającej rozrzedzone powietrze⁸⁰. Nie należy tu sądzić, że cząsteczki wody posiadają tu ruch szybszy, aniżeli w zwykłych warunkach. W istocie nawet gdyby siła powodująca wzajemną reakcję przeciwstawnych cieczy była mniejsza w próżni niż w powietrzu, to pomimo to reagujące cząsteczki z powodu usunięcia ciśnienia rozprężyłyby się w dalszym ciągu.

Jeżeli zmiesza się w próżni przeciwstawne sole i szybko usunie z niej po krótkim czasie trwania reakcji, wydają się one być nie tak ciepłe, jak w normalnych warunkach⁸¹. A więc ciepło reakcji zdaje się jednak w jakimś stopniu zależeć od cząsteczek saletrowych otrzymanych z powietrza.

Działanie zachodzące we krwi jednak bardzo odróżnia się od [działania] następującego między przeciwstawnymi solami, gdyż w ostatnim wypadku saletrowe cząsteczki powietrza same są składnikami soli⁸², podczas gdy krew otrzymuje je z powietrza.

Po powyższych rozważaniach prawdopodobnie staje się zbędne przy wyjaśnieniu ciepła krwi przyjmowanie istnienia tajemniczego płomienia życiowego⁸³, a tym mniej zakładanie spalania krwi w sposób tak gwałtowny, że w wyniku powstaje płomień, którego promienie dochodzące aż do mózgu, tworzą c z u j ą c ą d u s z ę⁸⁴.

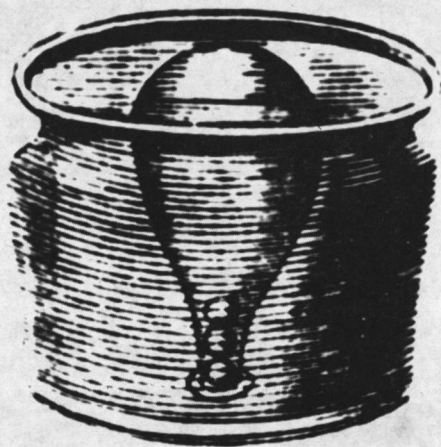
Ogień, raczej zniszczyłby życie, a nie spowodował jego zachowanie, prócz tego krew, z powodu zawartych w niej wielu cząsteczek soli nie jest ciałem palnym.

Mozna jeszcze dodać, że gdy solno-palne cząsteczki krwi rozwiną się zbyt bujnie, saletrowe cząsteczki powietrza działają bardzo silnie, wskutek czego powstaje ciepło gorączkowe. A więc podczas gdy cząsteczki solno-palne bardzo żywo reagują z cząsteczkami saletrowymi podczas trwającej gorączki, może zdarzyć się, że lotne substancje krwi w opisany już sposób zostają przemienione w kwasy, tak jak długo trwająca fermentacja zmienia silne piwo w ocet. A nawet gdy reakcja we krwi przebiega normalnie, jej cząsteczki soli ulegają stopniowo zakwaszeniu, przy czym po połączeniu się z innymi lotnymi solami tworzą określoną kwaśną sól, podobną do salmiaku. Tak mocz zawiera pewien salmiak⁸⁵, co potwierdza fakt nagryzania miedzi przez mocz, podobnie jak salmiak. Również alkaliczny roztwór siarki strąca się w podobny sposób, jak przez kwas. Dlatego przy ogrzewaniu mieszaniny popiołu roślinnego i moczu albo krwi otrzymuje się dużą ilość lotnej soli. Przy tym stała sól popiołu roślinnego łączy się z kwasem moczu, wskutek czego zostaje uwolniona lotna sól, podobnie jak uzyskuje się ją przez ogrzewanie salmiaku ze stałą solą.

ROZDZIAŁ SIÓDMY

CZY MOŻNA OTRZYMAĆ POWIETRZE W SPOSÓB SZTUCZNY?

Skoro przedstawiliśmy rozmaite drogi prowadzące do zepsucia powietrza, pozostaje jeszcze pytanie, czy może ono być wytworzone w sztuczny sposób. Przy tej okazji pragnę przytoczyć doświadczenie bardzo podobne do doświadczenia wykonanego już przez słynnego Boyle'a. Miesza się równe ilości ducha saletry⁸⁶ i wody źródlanej i mieszaninę wprowadza się do dość obszernego naczynia szklanego. Po całkowitym napełnieniu powyższą mieszaniną małej butelki przez zanurzenie w niej, wprowadza się przez otwór butelki odwróconej parę kulek żelaznych i stawia się ją na dnie innego naczynia w taki sposób, jak to jest przedstawione na rysunku (il. 4). Wkrótce żelazo zostaje żywo zaatakowane, przy czym wytwarzają się bańki gazu zbierające się w górnej części odwróconej butelki. Skoro tylko gaz wypełni ją całkowicie, podnosi się ją nieco do góry, celem usunięcia kulek żelaznych. Przy tym należy uważać, aby otwór butelki nie wystawał ponad powierzchnię wody w zewnętrznym naczyniu. Zauważa się, że gaz stopniowo zgęszcza się, jednak nie zachodzi już całkowite skroplenie, gdyż około jednej czwartej pojemności naczynia pozostaje wypełnione gazem, który nie kondensuje się także przy najsilniejszym oziębieniu. Po ponownym wprowadzeniu kulek żelaznych pod otwór małej butelki, powoduje się znowu wydzielanie się gazu, którego część także ulega zgęszczeniu.



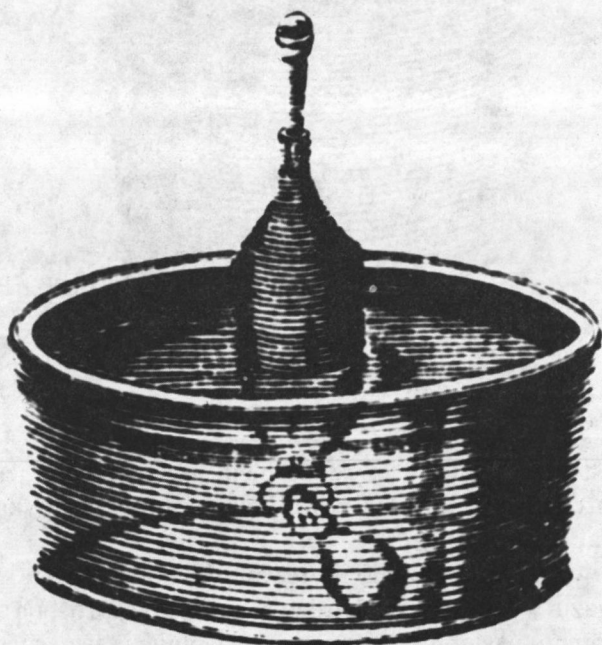
II. 4

Jeśli zamiast ducha saletry użyje się oleju wiotriolowego⁸⁷, albo powyższe działanie przeprowadzi się bardzo powoli, wydzielony gaz wykazuje zaledwie ślad zgęszczenia.

Bowiem zauważone poprzednio skurczenie dochodzi do skutku dzięki temu, że cząsteczki gazu wydzielone w bardzo żywej reakcji zostają wprowadzone w stan silnego ruchu, następnie zaś z powodu zwolnienia tego ruchu, wypełniają mniejszą przestrzeń. Jeśli jednak reakcja przebiega spokojnie i powoli, wówczas nowo wydzielający się gaz zastępuje skondensowaną część gazu wydzielonego na początku.

Czy jednak otrzymany w ten sposób gaz stanowi rzeczywiście powietrze, nie da się tak łatwo rozstrzygnąć. Jednak pewne jest tylko tyle, że on, podobnie jak powietrze, podczas ogrzewania rozszerza się, a kurczy po oziębieniu. Prócz tego gaz ten posiada elastyczność zbliżoną do elastyczności powietrza, czego dowodzi następujące doświadczenie.

Bierze się wąską rurkę szklaną o długości około czterech palców, a szerokości pióra gęsiego, której jeden koniec zostaje zamknięty hermetycznie (il. 5). Tę kalibruje się przez kolejne wprowadzenie kropelek wody i zaznaczenie różnych poziomów za pomocą naklejonych paseczków papieru. Następnie łączy się kitem jej otwarty jeszcze koniec z węższym końcem z obu stron otwartego naczynia szklanego, po czym całość wypełnia się całkowicie przez zanurzenie w wodzie znajdującej się w odpowiednim naczyniu. Należy szczególnie troszczyć się o to, aby wąska rurka była w całości wypełniona. W końcu kładzie się aparat skierowany otwartym końcem do dołu na dnie drugiego naczynia.



Il. 5

Teraz do aparatu wprowadza się opisany gaz w następujący sposób. Małe naczynie, którego otwór jest nieco większy od otworu naczynia zawierającego gaz stawia się poniżej jego, wskutek czego małe naczynie wypełnia się wymienioną cieczą. Gaz zawarty w naczyniu można przenieść bez żadnych strat.

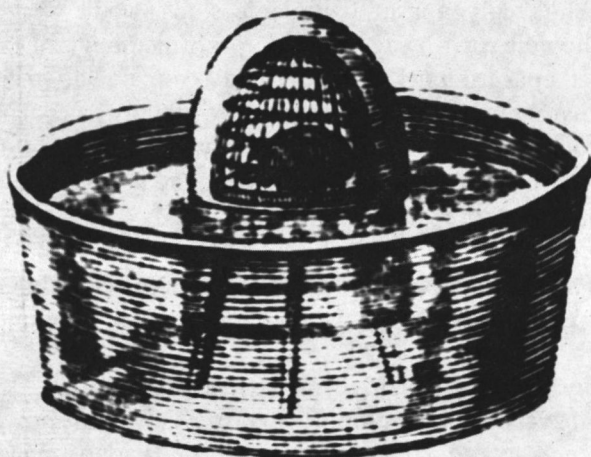
Teraz wprowadza się małą ilość gazu do aparatu przenosząc wylot naczynia z gazem pod aparat i odwracając naczynie. Aparat można postawić wewnątrz jakiegos naczynia, z którego wypompowuje się powietrze przy pomocy pompy powietrznej Boyle'a. W tym wypadku postępuje się tak, jak poprzednio, t. zn. pod wylot aparatu stawia się małe naczynie o średnicy trochę większej, ale poza tym niezbyt duże i przenosi się całość w taki sposób do naczynia z rozrzedzonym powietrzem. Z powodu spadku ciśnienia prężność gazu powoduje teraz jego wypływ z aparatu. Gdy w ten sposób tyle gazu, jak to jest możliwe, ulotni się, do pompy wpuszcza się powietrze. Woda wypełni teraz prawie cały aparat tak, że tylko część rurki zawiera jeszcze gaz, chociaż po zaszytym ewakuowaniu ta sama ilość gazu wypełnia cały aparat i ciśnienie słupa wody wraz z pozostałym powietrzem zachowuje równowagę. Dzięki uprzedniemu wyznaczeniu pojemności dalszej części aparatu przy pomocy wody, można łatwo znaleźć stopień rozszerzenia. Powtórzenie prób pokazało mi, że badany gaz rozprężył się więcej jak dziesięciokrotnie, które to rozprężenie po wyeliminowaniu ciśnienia słupa wody należy podwoić. W tych samych warunkach zwyczajne powietrze nie wykazuje większego rozprężenia.

Podczas wykonywania tego rodzaju prób należy zwracać baczną uwagę, aby porównywane gazy pozostawały pod takimi samymi ciśnieniami wody i aby w obu wypadkach ciśnienie otaczającego powietrza było zmniejszone o taką samą wielkość.

W identyczny sposób stwierdziłem, że takie samo powietrze, w którym zwierzę nie może żyć, ani ogień płonąć, rozpręży się w tym samym stopniu, jak zwykłe powietrze. Dlatego z równej elastyczności badanego gazu nie można wyciągać wniosku o jego całkowitej identyczności z powietrzem. Celem stwierdzenia, czy badany gaz może podtrzymywać życie należy wykonać następujące doświadczenie. Umieszcza się mysz w małej klatce i stawia się ją na odpowiedniej podporze w górnej części odwróconego naczynia szklanego tak, jak wykazuje rysunek (il. 6). Następnie zanurza się wszystko w wodzie, aby dochodziła ona do podstawy klatki. Osiąga się to łatwo dzięki użyciu już wcześniej opisanego lewarka. Po dokładnym zmierzeniu czasu trwania życia myszy, zastępuje się uśmiercone zwierzę żywym, przy czym należy bacznie uważać, aby naczynie zawierało teraz tyle samo świeżego powietrza, co przedtem. Następnie wprowadza się do naczynia pewną ilość opisanego wyżej gazu, która równa się dwu- albo trzykrotnej ilości zawartego powietrza.

Okaze się teraz, że zwierzątko żyje nie wiele dłużej, aniżeli przedtem. Gdyby gaz był rzeczywiście czystym powietrzem, wówczas w drugim wypadku zwierzątko musiałoby żyć o wiele dłużej. Że czas trwania życia istotnie był nieco dłuższy, okazuje się prawdopodobnie z tego, że powietrze z powodu rozcieńczenia spowodowanego przez inny gaz, tylko wolniej mogło być zużywane⁸⁸.

Jednak między tym gazem i powietrzem istnieje duże pokrewieństwo i prawdopodobnie przyczyna elastyczności w obydwu wypadkach jest taka



II. 6

sama. Ponieważ żelazo zawiera cząsteczki stałe, a duch saletry bardzo elastyczne cząsteczki saletrowe, powstający z wzajemnego ich działania gaz mógłby być podobny do powietrza, gdyż to ostatnie jak widzieliśmy, składa się z cząsteczek stałych połączonych z saletrowym duchem powietrza.

PRZYPISY

¹ Nota tłumacza. W komentarzu do tekstu w dużej mierze skorzystałem z przypisów F. G. Donnana, zamieszczonych w jego niemieckim przekładzie traktatów Johna Mayowa, wydanym w serii „Oswald's Klassiker der Exakten Wissenschaften”, Nr 125, pt. *Untersuchungen über den Salpeter und den salpetrigen Luftgeist, das Brennen und das Athmen*. Herausgegeben von F. G. Donnan. Leipzig 1901. (=F.G.D.). Roman Bugaj.

² Pogląd, że aktywny czynnik umożliwiający spalanie ciał i warunkujący życie, jest zawarty w powietrzu i w saletrze potasowej, wygłosił po raz pierwszy w historii chemii alchemik polski, Michał Sędziwój (Kosmopolita) (1566–1636). Por. jego rozprawy: *Tractatus de lapide Philosop-*

horum (później dzieło to nosiło tytuł: *Novum Lumen Chymicum*), wydany jednocześnie w 1604 r. w Pradze i w Frankfurcie oraz *Tractatus de Sulphure*, Kolonia 1616. John Mayow nie wymienia tych prac, choć bez wątpliwości znał je i opierał się na nich. Zostały one przetłumaczone na język angielski i wydane w 1650 i 1674 r. w Londynie. Por. Roman Bugaj, *Michał Sędziwój (1566–1636). Życie i pisma*. Wrocław 1968. R. Bugaj, *Saletra filozofów a odkrycie tlenu*, art. cyt., s. 749 n oraz R. Bugaj, *Hermetyzm*, dz. cyt., s. 238 n.

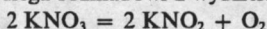
³ „Duch” – w tekście łacińskim: „spiritus”. Termin ten stosowany powszechnie w alchemii oznacza gaz (por. niem. Geist i franc. l'esprit). Słowo „gaz” zostało użyte po raz pierwszy w 1648 roku przez flamandzkiego lekarza, fizjologa i alchemika, Jana Baptistę van Helmonta (1577–1644) w pracy *Ortus Medicinæ vel Opera et Opuscula omnia*, 1648.

⁴ Cudowne, hermetyczno-alchemiczne właściwości saletry potasowej szeroko opisał w szeregu swych dzieł Theophrastus Paracelsus (1493–1541). Por. T. Paracelsus, *Grosse Wunderzney*, w: *Opera*, 1616, t. 1, s. 52, T. Paracelsus, *Bertheone* w: *Chirurgische Bücher*, *Opera*, 1616, s. 354. Paracelsyści szeroko rozwinęli tę teorię.

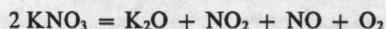
⁵ J. Mayow wprawdzie przyznaje, że wielu autorów traktuje o tym przedmiocie oraz że zna ich prace, jednak nie wymienia ich nazwisk poza Robertem Boylem, Tomaszem Willisem i Richardem Lowerem.

⁶ Słowo „sól” ma tu znaczenie bardzo ogólne. W owym czasie pojęcie soli nie było ściśle zdefiniowane, oznaczało ono właściwie tylko rozpuszczalną substancję. „Sól alkaliczna”, „Alkali” oznacza tu węgiel potasowy, potaż, K_2CO_3 , tworzący w wilgotnej masie w wyniku hydrolizy niewielką ilość wodorotlenku potasowego, KOH, natomiast „sól lotną” można zidentyfikować z mieszaniną tlenu i dwutlenku azotu.

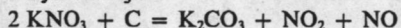
⁷ Termiczny rozkład saletry potasowej KNO_3 zależy od temperatury. W temperaturze $336^\circ C$ topi się ona i w wyższych temperaturach ulega rozkładowi z wydzielaniem tlenu zgodnie z reakcją:



Natomiast podczas sinego prażenia azotanu potasowego następuje jego rozkład z wydzielaniem tlenu potasowego i zabarwionej na kolor czerwono-brunatny mieszaniny tlenu i dwutlenku azotu w myśl reakcji:



Por. K. Leschewski i W. Degenhard, „Berichte dtsh. chem. Gesellschaft”, 72 (1939), s. 1763 n. Wspomniany wyżej węgiel potasowy, potaż („sól alkaliczna”, „Alkali”) wytwarzał się w czasie prażenia saletry z węglem w myśl reakcji:



⁸ Zgodnie z nauką Paracelsusa każde ciało składa się z trzech podstawowych pierwiastków albo zasad: siarki, rtęci i soli. Pod pojęciem siarki nie rozumiano zwykłej siarki, lecz składnik, który nadaje ciałom właściwość palności względnie zdolność zamieniania się w „wapno” (tj. w tlenek metalu). Termin „Terra pinguis improprie sulphur dicta” (ziemia tłusta, we właściwym znaczeniu nazywana siarką) wprowadzony przez J. J. Bechera został później przekształcony przez G. E. Stahla w pojęcie „flogistonu” (F.G.D.). John Mayow słusznie dowodzi, że „choć saletra rzucona w ogień ulega natychmiastowemu spalaniu, to jednak nie zawiera siarki”. Niemniej palne części nazywa on „particulæ sulphureæ” (cząsteczkami siarkowymi). Do palenia ciał one nie wystarczają, musi być jeszcze obecny „spiritus igne-aëreus” (duch ogniowo-powietrzny) nazywany także „spiritus nitro-aëreus” (duch saletrowo-powietrzny).

⁹ Jak wykazano wyżej podczas ogrzewania saletry potasowej z węglem powstaje węgiel potasowy, potaż. Alchemik niemiecki, Johann Rudolph Glauber mając na myśli powyższy proces nadał węglanowi potasowemu nazwę „nitrum fixum” (1648) (F.G.D.).

¹⁰ Słowo „Alkali” oznacza tu hydrolizujący węgiel potasowy, K_2CO_3 .

¹¹ „Nielotna sól” stanowiła tu tlenek potasowy, który po przyciągnięciu wilgoci z powietrza przekształcał się w wodorotlenek potasowy. „Kwaśny duch” był identyczny z pięciotlenkiem azotu N_2O_5 , rozkładającym się natychmiast na NO_2 i NO .

- ¹² „Kamień winny” (łac. *cremor tartari*) oznaczał wodorowinian potasu $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.
- ¹³ Ten sposób przygotowywania „soli kamienia winnego”, czyli węglanu potasowego, potażu, został opisany przez Andreasa Libaviusa w jego dziele *Alchymia* (1597) (F.G.D.).
- ¹⁴ F. G. Donnan wyraża tu przypuszczenie, że powyższy wywód Mayowa wskazuje na dowodzenie oparte na przesłankach ilościowych.
- ¹⁵ „Kwaśny duch saletry” w terminologii alchemicznej oznacza kwas azotowy, HNO_3 .
- ¹⁶ Autor ma tu na myśli proch strzelniczy, w skład którego, jak wiadomo, wchodzi 75% azotanu potasu (saletry potasowej), 15% węgla drzewnego i 10% siarki.
- ¹⁷ Zgodnie z poglądem J. Mayowa siarka oznacza tu palne, organiczne materie. „Stała sól” jest identyczna z węglanem potasowym.
- ¹⁸ W wywodzie tym chodzi o tzw. „ziemię humusową” (łac. dosł. gleba, ziemia) zawierającą związki organiczne powstałe w wyniku procesu humifikacji substancji organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Ziemia ta zawiera także saletrę potasową.
- ¹⁹ Autorem poglądu głoszącego, że ziemia i powstająca w niej saletra potasowa posiadają siłę przyciągania z powietrza jego „najczystsze” pierwiastka (*purissima substantia aëris*), jest Michał Sędziwój. W swym dziele *Tractatus de Lapide Philosophorum*, 1604, s. 166, wypowiedział on niezwykle ważną i inspirującą myśl, że „ziemia w pewnych regionach jest bardziej gąbczasta i porowata i posiada siłę bardziej przyciągającą niż w innych”. Zarówno John Mayow jak Issak Newton nie przeczyli tego stwierdzenia.
- ²⁰ „Stała sól” czyli tenek potasowy, pozostający na dnie retorty po silnym wyprażeniu saletry, nie daje się zamienić w substancję lotną (sublimować). Natomiast „kwaśny duch” czyli mieszanina dwutlenku i tlenu azotu, jako produkt gazowy, łatwo przechodził do odbieralnika.
- ²¹ John Mayow opisując powyższy proces termicznego rozkładu azotanu potasowego dokładnie powtórzył wszystko to, co opisał Michał Sędziwój w swej rozprawie: *Processus D. Michaëlis Sendivogii super Centrum Universi, seu Sal Centrale*; krążyła ona w odpisach po Europie i została przedrukowana w: Johann Joachim Becher, *Chymischer Glücks-Hafen, oder Grosse Chymische Concordanz etc.* Franckfurt 1682, s. 231 – 240.
- ²² Mayow, podobnie jak Sędziwój, zdecydowanie przeciwstawia się pogładowi, jakoby zwykła, stała saletra potasowa unosiła się w stanie rozdrobnionym w powietrzu atmosferycznym.
- ²³ Przedstawione rozumowanie Mayowa jest bardzo przekonujące. Przypomina ono dowcipne dowodzenie Demokrata przeprowadzone w innej kwestii, mianowicie że światło nie może składać się z cząsteczek ognia, gdyż w czasie padania deszczu zostałyby one zalane wodą i zgaszone, wskutek czego zapanowałaby ciemność.
- ²⁴ W przedstawionym wywodzie wspomniany jest popiół roślinny, główne źródło węgla potasowego, który dlatego został nazwany przez alchemików „solą ługową”. U Mayowa nosi on zwykle nazwę „stałego Alkali” albo po prostu „stałej soli” (F.G.D.).
- ²⁵ F.G. Donnan wyraża błędny pogląd, że Mayow zdaje się tu z dużą bystrością wskazywać na tworzenie soli alkalicznych w wyniku wietrzenia skał krzemianowych. W tekście te ostatnie w ogóle nie są wymienione.
- ²⁶ Autorem witalistycznej idei „zarodków stałych soli”, z których później pod wpływem „powietrznego fermentu” tworzą się sole, był Michał Sędziwój. Koncepcję tę rozwinął on szeroko w swym *Tractatus de Lapide Philosophorum* oraz w *Processus D. Michaëlis Sendivogii super Centrum Universi seu Sal Centrale*.
- ²⁷ Spostrzeżenie to jest zanotowane w rozprawie Sędziwoja *Tractatus de Lapide Philosophorum*, 1604. Już w 1630 r. rozpoczęto w Anglii próby nawożenia gleby przy pomocy saletry potasowej. H. Valentin, *Geschichte der Pharmazie und Chemie in Form von Zeittafeln*. Stuttgart 1950, s. 38. Członek Royal Society, Kenelm Digby, w referacie wygłoszonym 23 stycznia 1660 r. w Gresham College, a dotyczącym wegetacji roślin, powołując się na Michała Sędziwoja (Kosmopolitę) szeroko omówił wymienioną wyżej właściwość saletry oraz opisany przez Sędziwoja „pokarm życia” (*cibus vitae*) zawarty w powietrzu, dzięki któremu rośliny i zwierzęta żyją i rozwijają się.

- Kenelm Digby, *A Discourse Concerning the Vegetation of Plants*. London 1661. Prawdopodobnie John Mayow był obecny na wykładzie K. Digby'ego. Por. R. Bugaj, *Hermetyzm*, dz. cyt., s. 254 n.
- ²⁸ „Masa o ciemnym zabarwieniu” stanowiła tzw. „Hepar sulphuris” – „wątrobę siarczaną”.
- ²⁹ „Kwaśnego ducha” powstającego podczas silnego prażenia saletry i posiadającego czerwonobrunatną barwę można zidentyfikować z mieszaniną tlenku i dwutlenku azotu.
- ³⁰ Pewną trudność dla Mayowa stanowiło rozróżnienie „ogniowego ducha saletry” (spiritus igne-aëreus), czyli tleny, podtrzymującego palenie ciał i „przedostającego się podczas oddychania do krwi” i „ciężkiej i nielotnej substancji kwaśnego ducha saletry”, tj. mieszaniny tlenku i dwutlenku azotu. Wymienione trzy gazy powstawały jednocześnie podczas termicznego rozkładu saletry.
- ³¹ „Spiritus igne-aëreus” (duch ogniowo-powietrzny).
- ³² Podobne poglądy wynikały z całkowitej nieznanymości w owym czasie mechanizmu i chemizmu procesu spalania. Tak np. Franciszek Bacon (1561 – 1626) sądził, że „powietrze przyjmuje dym, a dławi płomień”. Franciszek Bacon, *Novum Organum*. Z oryginału łacińskiego przełożył Jan Wikarjak. Warszawa 1955, s. 274.
- ³³ Powyższe wnikliwe rozważania doprowadziły Mayowa do słusznego wniosku, że w procesie spalania główną rolę odgrywa nie samo powietrze lecz pewne cząsteczki zawarte w powietrzu, określone przez niego jako „spiritus igne-aëreus”. Jego zdaniem występują one także w saletrze potasowej i dzięki temu proch strzelniczy „spala się również w naczyniu pozbawionym powietrza”.
- ³⁴ W koncepcji T. Paracelsusa „palna substancja” zawsze zawiera siarkę.
- ³⁵ Thomas Willis z Bedwin w hrabstwie Wilt (1622 – 1675), znany lekarz angielski. Podobnie jak wcześniej (1603) Joseph du Chesne (Quercetanus) (1544 – 1609) twierdził on, że saletra zapala się z tego powodu, że jednym z jej składników jest siarka. Por. T. Willis, *Pharmaceutice rationalis Or, An Exercitation of the Operation of Medicinas in Humane Bodies*. London 1679.
- ³⁶ To stwierdzenie zostało sformułowane po zastosowaniu w doświadczeniu pompy próżniowej.
- ³⁷ „Spiritus igne-aëreus”.
- ³⁸ „Spiritus igne-aëreus” jest więc identyczny ze „spiritus nitro-aëreus”.
- ³⁹ „Czerwony dymiący duch” i „czerwone pary” przechodzące podczas termicznego rozkładu saletry do odbieralnika stanowią mieszaninę tlenku i dwutlenku azotu.
- ⁴⁰ Neoterycy, tj. ówczesni teoretycy.
- ⁴¹ Na innym miejscu Mayow wypowiedział swoje poglądy na temat „Principia rerum”. Uważa on swój „Spiritus nitro-aëreus” za najważniejszy element i za prawdziwą „rtęć”. Wszelkie życie zależy od niego, mówi Mayow. Tu oczywiście powtarza pogląd Michała Sędziwoja. Element ogień objaśniał Mayow stanem ruchu saletrowych cząsteczek powietrza, a element powietrze traktował jako kompleks, składający się z subtelnych saletrowych cząsteczek powietrza i cięższych (właściwych) cząsteczek powietrza. Wodę i „Terra damnata” (ziemia potępiona) uważał za ciała „zawarte prawie wszędzie”. Odnośnie elementów alchemików, przyjmował on istnienie „Siarki” i „Soli”, nie chciał jednak zaakceptować „ducha powszechnego” („spiritus”). Pod pojęciem „Siarki” rozumiał właściwie organiczne (palne) materie. Według Mayowa „siarka” i „saletrowy duch powietrza” prowadzą „nieustanną wojnę”. F. G. Donnan dodaje tu z oczywistą przesadą, że „dziś nie można tego wyrazić w sposób bardziej prawidłowy”. „Sól”, mówi Mayow, może być stała albo lotna, „pure salsum” (czysta gryząca) lub „acidum” (kwasowa). Uwaga F. G. Donnana.
- ⁴² Ponownie Mayow potwierdza, że „spalenie jest niemożliwe bez saletrowych cząstek powietrza”, pod którymi rozumie swój „spiritus igne-aëreus”.
- ⁴³ Zgodnie z poglądem Mayowa słońce stanowi olbrzymią masę „saletrowego ducha powietrza”, pozostającego w szybkim ruchu. (F. G. D.).
- ⁴⁴ Autor myli tu tlenki azotu ze swym „spiritus igne-aëreus”.
- ⁴⁵ Pod słowem „antymon” (Antimonium) Mayow rozumiał „szkło antymonowe” (Antimonii vitrum) albo siarczek antymonu, Sb_2S_3 . Szkło antymonowe stanowi żółtobrazową, szklistą masę, otrzymaną podczas prażenia siarczku antymonowego i następnego stapiania osadu (Cinis antimonii). Zawiera ono głównie tlenek antymonu, Sb_2O_3 oraz nieco siarczku antymonowego,

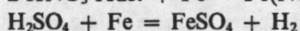
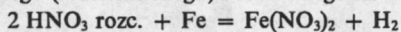
Sb_2S_3 . A farmacji stosowano je jako silny środek wymiotny. Wolfgang Schneider, *Lexicon alchemistisch-pharmazeutischer Symbole*. Weinheim 1962, s. 64.

- ⁴⁶ „Bezoar mineralny” oznaczał tlenek antymonu, Sb_2O_3 . Zwykło otrzymywano go przez kilkakrotne odparowywanie chlorku antymonu z kwasem azotowym (Macquer, *Dictionnaire*). Termin „diaforetyczny” (od diaforeza, gr. *diáphoresis*) używany był w znaczeniu: „wywołujący poty”. Działanie takie wywoływały, zażyte w małych dawkach, „kamień wymiotny” oraz tlenek antymonu. (F. G. D.), (R. B.).
- ⁴⁷ Mayow ma tu na myśli „Antimonium diaphoreticum non ablutum” (wapno antymonowe wywołujące poty, nie oczyszczone), otrzymywane przez wybuchowe spalanie siarczku antymonowego Sb_2O_3 (Minera antimonii) z saletrą potasową. Składa się ono głównie z antymonianu potasu, $KSbO_3$ i pięciotlenku antymonu, Sb_2O_5 . W. Schneider, *Lexicon alchemistisch-pharmazeutischer Symbole*, dz. cyt., s. 64.
- ⁴⁸ Chodzi tu o redukcję antymonu i obniżenie jego stopnia utlenienia.
- ⁴⁹ Mayow sądzi, że ziemia posiada naturę raczej zasady, aniżeli kwasu.
- ⁵⁰ Terminem „duch siarki” Mayow, tak jak inni chemicy tego czasu, określa kwas siarkowy.
- ⁵¹ Oczywiście chodzi tu o gazowy dwutlenek siarki, SO_2 , powstający podczas spalania siarki w powietrzu. Jatrochemik De La Boë (Sylvius) (1614–1672) uważał, że siarka składa się z „ducha siarki” (tj. kwasu siarkowego) i palnego oleju.
- ⁵² „Przeciwstawne substancje” oznaczają kwasy i zasady oraz alkalia czyli węglany alkaliczne. Jak wiadomo zetknięcie tych substancji w roztworach wodnych wywołuje burzenie się i kipienie mieszaniny (reakcja zobojętniania).
- ⁵³ „Duch terpentyny” oznacza olej terpentynowy.
- ⁵⁴ Widoczne jest, że Mayow nie objaśnia zjawisk w sposób prawidłowy. Nie ma tu mowy o połączeniu palnej substancji z saletrowym duchem powietrza. O tym rozprawia dopiero W. Lavoisier. W istocie w rozumieniu Mayowa prawie całkowicie brakuje idei połączenia chemicznego. Natomiast myśli on wyłącznie o reakcji pojmowanej w sposób mechaniczny, w której jednak główną rolę odgrywa „pierwiastek powietrza” (tlen). Jest bardzo pouczające stwierdzenie, jak Mayow był bliski idei kwasów, opracowanej przeszło sto lat później przez W. Lavoisiera. (F. G. D.).
- ⁵⁵ „Witriol żelaza” oznacza siarczan żelazawy, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Może także wchodzić w rachubę siarczan żelazowy, $Fe_2(SO_4)_3$. Podczas silnego przenia ulega on rozkładowi z wydzieleniem dwutlenku siarki, który w połączeniu z wilgocią powietrza daje kwas siarkawy.
- ⁵⁶ „Colcothar” był identyczny z tzw. „Caput mortuum” (głową obumarłą) otrzymywaną z witriolu żelaza. Składał się z tlenku żelazowego, Fe_2O_3 (nieczystego).
- ⁵⁷ Markasyt, minerał, siarczek żelaza, FeS_2 , rombowa modyfikacja polimorficzna pirytu.
- ⁵⁸ Według Mayowa zaostrome cząsteczki soli w połączeniu z saletrowym duchem powietrza dają kwasy. Los „cząsteczek palnych” zdawał się go zupełnie nie interesować. (F. G. D.).
- ⁵⁹ Rozrzedzenie powietrza następowało wskutek działania ciepła.
- ⁶⁰ John Mayow uczynił to w traktacie *De Respiratione*, 1668.
- ⁶¹ „Duch wina” oznacza alkohol etylowy.
- ⁶² Pytania te i następujące po nich uwagi dowodzą, że Mayow w swej teorii spalania nie przedstawił jasno i d e p o ł ą c z e n i a (wiązań), tj. związku chemicznego. Widzieliśmy tam palne cząsteczki „reagujące” żywo z tlenem — jak to dałoby się wyrazić — i Mayow mówi wyraźnie o powietrzu „pozbawionym” jego tleny. Również sądzi on, że tlen pozostaje w naczyniu i że nie ulega zniszczeniu. Jednak jaki jest dalszy los „saletrowych cząsteczek powietrza”, o tym nie wspomina ani słowem. Wyobraża on sobie, że powietrze składa się z giętkich, rozgałęzionych cząsteczek, między którymi ułożone są twarde i elastyczne cząsteczki tleny. Podczas zachodzącej „reakcji” te ostatnie zostają uwolnione, wskutek czego cząsteczki powietrza z powodu utracenia swej twardej podstawy, ulegają w pewnym stopniu „wygięciu” i sprasowaniu. Tym tłumaczy się zmniejszenie objętości układu. Mayow wyobraża sobie, że zmienione w powyższy sposób cząsteczki powietrza nie są więcej przydatne do życia i spalania, ponieważ utraciły cząsteczki tlenowe. W żadnym

wypadku nie jest jasne, co się staje z cząsteczkami tlenowymi. Prawdopodobnie idee Mayowa, podobnie jak w przypadku jego teorii kwasowości, nie osiągnęły jeszcze całkowitej klarowności. Uwaga F. G. Donnana.

- ⁶³ Autor słusznie wnioskuję, że w saletrze nie występuje sprężone powietrze.
- ⁶⁴ Uwaga ta jest bardzo cenna. Jak wiemy, powietrze przenikające do krwi oddaje swój tlen, który łączy się z hemoglobina na oksyhemoglobinę.
- ⁶⁵ Wspomniane „pary” w istocie oznaczają gazy.
- ⁶⁶ Pozostające trzy czwarte początkowej objętości gazu muszą częściowo tworzyć gazy „nieskondensowane”, tak że powstałe po usunięciu tlenu zmniejszenie objętości w każdym razie musi być większe od widocznego jej zmniejszenia i odpowiadać w istocie całkowitemu „obrobowaniu” albo „zubożeniu” powietrza. Uwaga F. G. Donnana.
- ⁶⁷ Przypuszczalne „zimno” dlatego musiałoby być równe i przeciwstawne temu dużemu ciepłu, co wszakże wydaje się całkiem nieprawdopodobne. (F. G. D.).
- ⁶⁸ Chodzi tu o kwas i zasadę lub węglan zasadowy.
- ⁶⁹ Wydzielone „pary” albo gazy (Halitus = powiew, duch, wyziew) były po większej części tlenkami azotu. „Kondensacja” w istocie polegała na absorpcji i sprowadzała się do częściowego rozpuszczenia utworzonego nadtlenu azotu, częściowo zaś do rozpuszczenia samego tlenu azotu w cieczy zawierającej żelazo. F. G. Donnan podziwia „niezwykłą bystrość” Mayowa manifestującą się w jego prawidłowej ocenie reakcji. Należy położyć nacisk a fakt, że R. Boyle już w 1671 roku zaobserwował, że gazy wydzielane z kwasu azotowego za pomocą żelaza i srebra po zetknięciu z powietrzem tworzą czerwone pary. (F. G. D.).
- ⁷⁰ Wydaje się, że Mayow nie odróżniał wystarczająco wydzielonych gazów od częściowo unoszonych przez powietrze cząsteczek reagującej mieszaniny. Może uważał on czerwone pary wydzielającego się tlenu azotu za cząsteczki mieszaniny reakcji? Można tylko powiedzieć, że zniszczenie (zepsucie) powietrza przypisał on „Halitibus fermescentibus” (kwaśnym wyziewom). (F. G. D.).
- ⁷¹ Jak widzimy, Mayow pracował tu z dwutlenkiem węgla i wodorem.
- ⁷² Słowo „gaz” jest tutaj użyte jedynie z powodów stylistycznych.
- ⁷³ Autor bierze tu pod uwagę chemizm reakcji zachodzącej we krwi.
- ⁷⁴ Wypowiadając powyższy pogląd Mayow opiera się na głosnej wówczas koncepcji Michała Sędziwoja.
- ⁷⁵ Autor ma tu na myśli materie organiczne pochodzenia roślinnego.
- ⁷⁶ Mayow rozciąga działanie ducha saletrowego na proces fermentacji.
- ⁷⁷ Doktor Richard Lower (1631 – 1691) był lekarzem londyńskim i autorem *Tractatus de corde. Item de Motu et Colore Sanguinis et Chyli in eum Transitu*. London 1669.
- ⁷⁸ Bardzo trafne spostrzeżenie o egzotermicznym charakterze procesów utleniania zachodzących we krwi i w innych ciałach.
- ⁷⁹ To znaczy ogrzanie się własnego ciała.
- ⁸⁰ Mamy tu nową ciekawą obserwację dotyczącą obniżenia temperatury wrzenia wody w rozrzedzonym powietrzu.
- ⁸¹ Zjawisko to następuje wskutek zwiększonego parowania. (F. G. D.).
- ⁸² Mayow naturalnie usiłuje przy pomocy swego „ducha” wytłumaczyć tak wiele faktów, jak to jest możliwe, wskutek czego znaczenie jego traktuje z oczywistą przesadą. (F. G. D.).
- ⁸³ Chodzi tu o głosny termin „flamma vitalis” (płomień życiowy), który często występował w pracach ówczesnych autorów.
- ⁸⁴ John Mayow ma tu na myśli tzw. „Anima sensitiva” (duszę czującą). Sam Descartes w *Traite de l'Homme* wypowiedział się i „ogniu, który nieustannie płonie w sercu, i który w ogóle nie różni się od ognia powstających w ciałach nieożywionych”. Uwagi Mayowa skierowane są głównie przeciwko pojęciom „Flamma vitalis” (płomień życiowy) i „Anima lucida” (dusza świecąca), którymi posługiwał się Thomas Willis. (F. G. D.).
- ⁸⁵ W owym czasie chlorek amonu (salmiak) był otrzymywany sztucznie przez ogrzewanie rozkładającego się moczu z chlorkiem sodowym.

- ⁸⁶ Duch saletry stanowi określenie kwasu azotowego, tutaj rozcieńczonego wodą.
⁸⁷ Olej wtriolowy oznacza kwas siarkowy. W opisanym doświadczeniu przez działanie kwasu azotowego (rozcieńczonego) i siarkowego na żelazo wydzielał się wodór w myśl reakcji:



Mayow nie potrafił rozstrzygnąć, czy wytworzony gaz, tj. wodór, był identyczny z powietrzem, stwierdził jedynie, że uśmiercił mysz i że tak jak powietrze wykazał elastyczność (prężność). Autor niestety nie zbadał i nie wykazał palności tego gazu, co w sposób decydujący mogło wpłynąć na sformułowanie ostatecznej konkluzji o jego naturze i odrębności od powietrza.

- ⁸⁸ Mayow wprawdzie nie potrafił odróżnić różnych gazów, ale dość dobrze ujął ideę „ciśnienia cząsteczkowego”. (F. G. D.).

John Mayow: A Study on Saltpetre and Saltpetre's Air Spirit. Combustion and Breathing

Translated from Latin, Introduction and Commentaries by Roman Bugaj

SUMMARY

John Mayow was born at Morval, Cornwall on 21st December 1641. In 1665 he took his doctor's degree at the Royal Society for his dissertation: „*Tractatus Duo. Quorum prior agit de Respiratione, alter de Rachitide*”. Oxon 1668; on combustion and breathing. later, he extended the theory that he presented there and published under a collective title: „*Tractatus Quinque Medico-Physici*”. Socii Oxonii 1674, Hague 1681. In 1678 due to Robert Hooke's motion he was affiliated into the Royal Society as its full member. He died in London at the age of 38, on 18th October 1679.

According to Mayow, in a very light, imponderable atmospheric air there is a substance that is comparable to some element hidden in nitre. He named that substance: *spiritus nitro-aëreus* and *spiritus igne-aëreus*. When the substance bonds to earth, nitre is formed. From that earth's saltpetre, a certain „air” quantity can be obtained, the „air” being necessary for breathing and sustaining combustion of bodies. In Mayow's opinion the *spiritus igne-aëreus* is not identical as air but it forms „the best and most active” part of air.

Mayow argued that the earth-saltpetre spirit, if absorbed by human lungs, causes the venous blood to be bright red. It is also the main factor of combustion and without its participation the combustion is impossible. The air-saltpetre spirit or air-flame spirit can be present both in air and in nitre as well as it causes that gunpowder including the saltpetre can burn in vacuum. Such the Mayow's conclusion was after he had carried out a number of experiments with the use of vacuum pump. Today, we can say with the full responsibility that Mayow's *spiritus igne-aëreus* and oxygen are identical. There have been published a number of works on the theory and experimental achievements of Mayow (e.g. T. S. Patterson, J. R. Partington, W. Böhm) but the authors had Mayow's main precursor and the right inventor of the air-saltpetre theory. In 1953 Henry Guerlac revealed, however that the air-saltpetre theory in its pure form had originated from Michał Sędzimyov's works, the most famous Polish alchemist (1566–1636), namely from: *Novum Lumen Chymicum* (1604) and *Tractatus de Sulphure* (1616). Guerlac's studies were continued by W. Hubicki, R. Bugaj and Z. Szydło. Mayow's work: *Tractatus Quinque* strongly influenced the theory and experiments of Stephen Hales, also the British school of pneumatics and through that also the important works of Lawrence Lavoisier.