

Dmitriew, Igor S.

Istota i rezultaty "rewolucji chemicznej" XVIII wieku

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 34/1, 75-94

1989

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.



Igor S. Dmitriew *

(Leningrad)

ISTOTA I REZULTATY „REWOLUCJI CHEMICZNEJ” XVIII WIEKU

Przewrót w chemii dokonany pod koniec XVIII w. głównie dzięki pracom A. L. Lavoisiera był niejednokrotnie przedmiotem analizy historyczno-naukowej i metodologicznej (zob. na przykład prace 1-7). Jednak, mimo wysiłków wielu badaczy, nadal przeważa w literaturze jednostronne rozumienie tego, co nastąpiło w chemii w ostatnim trzydziestolecu XVIII w. To tradycyjne rozumienie, *po pierwsze*, sprowadza istotę „wielkiej francuskiej rewolucji w chemii” wyłącznie do rewizji rozumienia procesów spalania i oddychania, tj. naświetla tylko jedną — antyflogistonową — stronę teoretycznej walki w chemii owych czasów. *Po drugie*, nawet ta walka z chemią flogistonową naświetlona jest także jednostronnie, bez uwzględnienia wieloaspektowości samego pojęcia flogistonu i rozróżnienia zadań badawczych stojących przed „twórcą” i „burzycielem” teorii flogistonowej. W niniejszym artykule potraktujemy „rewolucję chemiczną” jako złożony wieloaspektowy i wewnętrznie sprzeczny proces.

1. PIERWSZY ETAP REWOLUCJI (MAJ 1766 — GRUDZIEŃ 1773 R.)

Maj 1766 r. Z tego okresu pochodzą dwie notatki Lavoisiera o naturze pierwiastków chemicznych, zwłaszcza ognia i powietrza. Dokument pierwszy jest odpowiedzią na artykuł berlińskiego akademika J. T. Ellera (8).

Według Ellera powietrze to ciało złożone, zawierające w swoim skła-

* Kandydat nauk chemicznych. Autor i współautor wielu prac z zakresu historii chemii, m.in. książek *Stanowlenije chimii kak nauki* (Moskwa 1983), *Jakob Berzelius. Żizń i diejatielnost* (Moskwa 1980). Por. też jego niekonwencjonalny artykuł *Historia przewidywania i odkrycia galu*. Z języka rosyjskiego przełożył Stefan Zamecki, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1984 nr 3-4 s. 559-567.

dzie ogień, który warunkuje sprężystość powietrza. Z tego wynikało, że parowanie jest wywołane nie przez powinowactwo parującego ciała do powietrza, ale przez działanie materii ognia. Te właśnie pomysły wywołały największe zainteresowanie Lavoisiera /3, a) s. 62/.

W drugim dokumencie Lavoisier wykląda własne poglądy. Na początku w gruncie rzeczy powtarza idee francuskich stahlistów o wolnym i związanym stanach pierwiastków, a następnie formułuje zasadniczo dwie doniosłe kwestie: „Co następuje (podczas parowania wody — *I. D.*) — rozpuszczanie wody w powietrzu, czy w ogniowym fluidzie? Czy samo powietrze nie jest flogistonem w stanie rozprężenia?” /*ibid.*/.

Odpowiedź twierdząca na ostatnie pytanie — a właśnie taką podaje Lavoisier po upływie sześciu lat — jest równoważna uznaniu tezy, że powietrze to pary pewnej bardzo niskowrzącej cieczy, a jego właściwości sprężystości są uwarunkowane obecnością materii ognia.

1768 r. Z tego okresu pochodzi także krótka notatka o sztucznych ogniach, przekazana przez Lavoisiera Akademii, ale nie opublikowana za jego życia /9, s. 107-108/. Mówi w niej zwłaszcza: „(...) odrębne zjawisko obserwuje się podczas łączenia kwasu azotowego z sodą. W chwili ich zmieszania następuje intensywne wydzielenie powietrza (*effervescence*), ale bez wydzielania ciepła; przeciwnie, następuje dość silne oziębianie. Wydaje mi się, że doświadczenie to wskazuje, iż ciepło obserwowane w większości przypadków eferwescencji wytwarza się nie na skutek pocierania, (...), albowiem w przeciwnym razie zawsze następowałoby ogrzewanie” /*ibid.*/.

To, w jakim stopniu niepokoił Lavoisiera problem eferwescencji, widać w innym artykule, przekazanym 20 grudnia 1768 r. sekretarzowi Akademii: „Każdego dnia łączymy taki czy inny kwas z jakąś zasadą (sądząc po kontekście chodzi o „łagodne zasady” — węglany — *I. D.*). Ale w jaki sposób następuje łączenie tych ciał? Czy molekuly tworzące kwasy rozmieszczają się w porach molekuł zasady, jak przypuszcza p. Lemery, czy też kwas i zasada mają krawędzie sprzęgania, albo łączą się przez zwykłe zetknięcie na wzór magdeburskich półkul? (...). Wreszcie, skąd bierze się to powietrze, które wydziela się w chwili łączenia z taką żywością i które demonstrując swoją naturalną sprężystość nieoczekiwanie zajmuje o wiele większą przestrzeń aniżeli te dwie ciecze, z których wydziela się? Czy pierwotne powietrze istnieje w tych dwu związkach? Czy jest ono w jakiś sposób tam skupione, jak przypuszczał Hales i ciągle jeszcze przypuszcza większość fizyków, czy też jest ono, by tak rzec, powietrzem sztucznym, produktem połączenia, jak sądzi p. Eller?” /10, III s. 449-450/.

Cytaty te świadczą nie tylko o polemice Lavoisiera z opartą na zjawisku pocierania teorią eferwescencji, ale i o tym, że kwestie dotyczące natury i istoty przemian stanów skupienia okazały się — dzięki zjawisku eferwescencji — związane z kwestią dotyczącą natury oddziaływania kwasowo-zasadowego.

8 sierpień 1772 r. Data na rękopisie zatytułowanym *Medytacje o eksperymentach, które mogą być wykonane za pomocą zapalającego zwierciadła* (tak zwane *Sierpniowe memorandum* — w skrócie AM /1, a) s. 208-214/). Dla nas szczególnie interesujący jest ostatni rozdział AM ujawniający przyczyny, które skłoniły Lavoisiera do zajęcia się prażeniem metali. Jak już powiedziano, uczonego zainteresowało zjawisko eferwescencji obserwowalne podczas oddziaływania kwasów z „łagodnymi zasadami”, a także z metalami. Ponieważ na skutek zastąpienia węgla (lub metalu) innym wydzielanie „powietrza” mogło ulec nasileniu, osłabieniu lub nawet ustać, Lavoisier wyprowadził wniosek: powietrze, wyzwalające się w tych reakcjach, było początkowo skupione w metalu lub „zasadzie”, ale nie w kwasie. A więc metal \equiv [zendra + powietrze].

Ale dlaczego w ostatnim akapicie AM Lavoisier mówi o możliwości „wydzielania i pochłaniania” powietrza przez metale? Dlaczego w ogóle tak wielkie znaczenie przypisywał eksperymentom związanym z prażeniem metali w ognisku zapalającego zwierciadła w nieobecności powietrza? Co wywołało te wątpliwości w odniesieniu do składu „substancji metalicznych”? Widocznie było kilka tego przyczyn.

Po pierwsze, jak wykazał Guerlac *ibid.* s. 142-145/, są podstawy, aby uważać, że Lavoisier zaznajomił się z książką L. B. Guytona de Morveau *Digressions académiques*, która ukazała się w lipcu 1772 r. Wykazano w niej na wielu przykładach, że prażeniu metali towarzyszy zwiększenie ich ciężaru (fakt znany zresztą już wcześniej *ibid.* s. 111-124/).

Po drugie, Lavoisier znał prace S. Halesa, który też zauważał przyłączenie powietrza do metali podczas ich prażenia *ibid.* s. 145/.

Po trzecie, jak później wspominał sam Lavoisier, „zauważył on, że we wszystkich tych operacjach (chodzi o *réductions métalliques* — I. D.) w chwili, w której metal przechodził ze stanu zgorzeli (zendry) w stan metaliczny, następowała silna eferwescencja¹, po czym, oczywiście, wydzielal się gaz, toteż wykorzystałem aparat w celu jego zebrania” /10, II s. 628/. Lavoisier ma na myśli tak zwany *pedestal apparatus* Halesa.

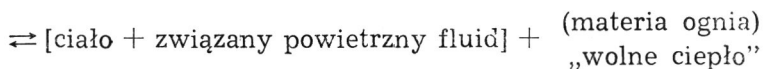
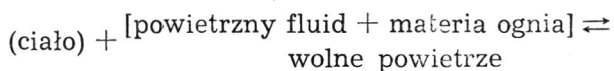
W rezultacie francuski uczoney znalazł się w trudnej teoretycznej sytuacji. Z jednej strony — podczas prażenia zwiększał się ciężar metalu (bardzo możliwe, że na skutek przyłączenia powietrza), z drugiej zaś podczas reakcji z kwasem metale wydzielaly powietrze, podczas gdy produkt prażenia go nie wydzielal. I wreszcie, umieszczone w ognisku zapalającego zwierciadła metale wydzielaly jakiś dym /7 s. 108/. Co prawda tę ostatnią okoliczność można było wyjaśnić obecnością domieszek w metalu lub w podłożu, jak to uczynił Lavoisier *ibid.* s. 109/. W celu przezwyciężenia powstałych trudności należało założyć, że metale nie za-

¹ Fakt to wcale nienowyy; był on dobrze znany hutnikom i probiercom na długo przed Lavoisierem (tamże, s. 107-110) — I.D.

wierają powietrza, eferwescencja zaś jest wywołana eliminowaniem powietrza z kwasu (choć i ta hipoteza nie rozwiązywała wszystkich problemów, ponieważ na przykład pozostawało rzeczą niejasną, dlaczego podczas reakcji zendry z kwasem, tj. dwu ciał bogatych w powietrze, nie następuje eferwescencja). Przez to logika badania prowadziła do problemu składu kwasów: czy zawierają one powietrze, czy też nie zawierają go? Ale latem 1772 r. Lavoisiera bardziej niepokoiło co innego — w jaki sposób powiązane są wzajemnie procesy wiązania i eliminowania powietrza oraz materii ognia, ponieważ tu według niego był ukryty klucz do głównego niepokojącego go problemu, a mianowicie przyczyn przemian stanów skupienia.

19 sierpnia 1772 r. W ostatnim rozdziale *AM* Lavoisier powołuje się na „pracę już znacznie zaawansowaną i częściowo nawet wyłożoną na papierze” /1, a) s. 214/. Takiej pracy nie ma wśród artykułów uczonego i przez długi czas uważało się ją za straconą. W 1959 r. R. Fric znalazł w archiwum Paryskiej Akademii Nauk trzy dokumenty napisane ręką Lavoisiera, z których jeden zatytułowany *Doświadczenia o naturze powietrza* okazał się rękopisem nie zakończonym memuaru wspomnianego w *AM*. Sądząc po notatce na końcu rękopisu, 19 sierpnia 1772 r. został on przez autora przekazany sekretarzowi Akademii. Będziemy od tego czasu oznaczać znaleziony przez Frica dokument jako *F-I* /11 s. 140-145/. Jego podstawowe idee są następujące:

1. Zarówno powietrze, jak i materia ognia mogą występować zarówno w stanie wolnym, jak i związanym. Jednak Lavoisier już nie ogranicza się do tych czysto zewnętrznych okoliczności, ale stwierdza, że procesy wiązania i uwalniania powietrza i ognia są *komplementarne*. „Powietrze, którym oddychamy — to nie ciało proste, ale odrębny fluid, połączony z materią ognia” /*ibid.* s. 145/. Procesy wiązania i uwalniania powietrza, jak je rozumiał Lavoisier, można schematycznie przedstawić następująco:



2. Para jest fizycznie nie do odróżnienia od powietrza, jest ona podobna do powietrza (dosłownie: powietrzopodobna — *tłum.*) (*aëriiform*) i przeciwnie — powietrze można traktować jako parę pewnego fluidu (*vaporiform*) o bardzo niskiej temperaturze wrzenia.

3. Jeśli produkty reakcji chemicznej zawierają w danych warunkach ogółem mniej powietrza (lub ognia) aniżeli wszystkie reagenty razem wzięte, to reakcji towarzyszy wydzielanie powietrza (ognia), w przeciw-

nym razie jest inaczej — powietrze (ogień) jest pochłaniane z zewnątrz */ibid.* s. 140/.

Porównanie dwu dokumentów, tj. *AM* i *F-I*, wskazuje, że w sierpniu 1772 r. Lavoisier zaczął powątpiewać w trafność swoich dawnych idei o obecności powietrza w metalach i jego braku w kwasach. Jak wykazał R. E. Kohler */2, a/*, przyczyna tego była następująca: W 1772 r. ukazała się książka księdza F. Roziera o sposobach przygotowywania win */12/*, w której stwierdza się, że kwaśnienie wina jest wywołane nie obecnością „kamienia winnego”, jak zwykle uważano, lecz pochłanianiem powietrza, które łącząc się z alkoholem winnym daje kwas. Zarazem Rozier wykazał, że podczas spalania fosforu i siarki nie następuje pochłanianie powietrza, a przeto nie wchodzi ono w skład kwasów *mineralnych*. Lavoisier nie zgadzał się z tym poglądem, o czym świadczy zwłaszcza jego zainteresowanie pracą P. F. Mitouarda o fosforze */1, a/* rozdz. 6/ oraz rozpoczęcie własnych eksperymentów dotyczących spalania fosforu i siarki (zob. zapis z 10 września 1772 r. w roboczym dzienniku Lavoisiera opublikowanym w */1, a/* s. 223-224; 7 s. 75-76/).

20 października 1772 r. Szkic memuaru *O kwasie* (sic! — *I. D.*) fosforu i o jego związkach z rozmaitymi substancjami solnymi, ziemistymi i metalicznymi (*Druft Memoir* według Guerlaca */1, a/* s. 224-227/; w skrócie *DM*). Donosząc o pochłanianiu powietrza podczas spalania fosforu i siarki, Lavoisier stale podkreśla *kwasowy* charakter produktu spalania. Co więcej, spory fragment jest poświęcony opisowi „metody (...) otrzymania dużej ilości kwasu fosforowego”, która jest analogiczna do metody otrzymywania kwasu siarkowego */ibid.* s. 216/.

W ten sposób uczony francuski wykonał doświadczenie z fosforem i siarką mając na celu sprawdzenie twierdzenia Roziera o braku powietrza w kwasach mineralnych.

1 listopada 1772 r. Lavoisier przekazał sekretarzowi Akademii zapieczętowaną kopertę (*pli cachété*, w skrócie *PC-72*) z notatką o spalaniu fosforu i siarki, a także o prażeniu i redukowaniu metali */7, s. 78/*. Należy tu przede wszystkim zaznaczyć wykazane przez Lavoisiera podobieństwo trzech procesów: spalania, prażenia metali i tworzenia kwasów. Wszystkie sprowadzają się do przyłączenia powietrza. Było to tym bardziej doniosłe, że tradycja, sięgająca L. Lemery’ego, H. Boerhaavego, P. van Mussechenbroeka, W. Cullena i wielu innych badaczy, traktowała spalanie jako *chemiczne rozkładanie* związane z wydzielaniem się z ciała spalanego substancji zwanej *materia ignis* lub *pabulum ignis*, kalcynację zaś jako *czysto fizyczny proces* przenikania materii ognia i (lub) powietrza w pory metalu. G. E. Stahl i stahlści pierwsi naruszyli tę tradycję (nieprzypadkowo Lavoisier pocztywał za zasługę Stahla odkrycie tego, że „prażenie to prawdziwe spalanie” */10, II s. 624/*, ale naruszyli z pozycji „starej” koncepcji pierwiastka — „(...) jeśli spalanie jest uwarunkowane wydzielaniem zasady palności utrwalonej w ciałach,

to właśnie metale są palne — powinny one koniecznie zawierać tę zasadę” *ibid.* s. 625/. Lavoisier odmiennie podszedł do problemu. Nie odrzucając istnienia flogistonu (co więcej, opierając się na własnym flogistonowym modelu powietrza: powietrze \equiv [powietrzny fluid + flogiston]) podał nowe, ale *nie stahlowskie*, wyjaśnienie procesów spalania i prażenia, odpowiadające faktom eksperymentalnym, a także wykazał powiązanie spalania z tworzeniem kwasów.

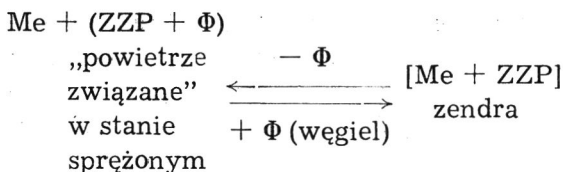
20 lutego 1773 r. *Lutowe memorandum* /1, a) s. 228-230/ (w skrócie FM). Lavoisier formułuje program swoich dalszych badań. „Doniosłość przedmiotu — pisał on o badaniu powietrza, które wydobywa się z ciał i które z nimi wiąże się — zmusiła mnie do rozpoczęcia od nowa całej tej pracy, która, jak sądzę, jest w stanie wywołać rewolucję w fizyce i w chemii” /7 s. 73/.

I tak, o ile wcześniej Lavoisiera przede wszystkim interesował sam fakt przejścia powietrza ze stanu wolnego w stan związany i przeciwnie w aspekcie jego idei dotyczącej przejścia w stan gazowy, o tyle teraz na pierwsze miejsce wysunęła się kwestia *chemicznej natury* „wydzielanego z ciał sprężystego fluidu”. Lavoisier wychodzi z następującej informacji, która wydaje mu się być ustalona w sposób pewny: „powietrze związane wykazuje właściwości bardzo różniące się od właściwości powietrza zwykłego” *ibid.* s. 73/, na przykład powietrzem związanym (CO_2) nie mogą oddychać zwierzęta; ostatecznym źródłem powietrza związanego jest atmosfera.

Następnie wylicza procesy, w których powietrze przechodzi w stan związany i które zgodnie z jego zamierzeniami stanie się w najbliższym czasie przedmiotem jego badań: „rośnięcie roślin, oddychanie zwierząt, spalanie (zauważmy, że w analogicznym wykazie w *F-I* brak spalania — *I. D*), w pewnych okolicznościach prażenie, a wreszcie niektóre reakcje chemiczne. Uznałem, że powinienem zacząć od tych eksperymentów” *ibid.* s. 74/.

Koniec lutego-początek kwietnia 1773 r. Laboratoryjne notatki z tego okresu mówią o wielkiej liczbie trudności i niejasności, z którymi spotkał się Lavoisier podczas badania procesów z udziałem powietrza /13 s. 209-309/. Główna przyczyna powstałych trudności miała, jak sądzimy, charakter konceptualny: uznając istnienie „różnych typów powietrza”, Lavoisier zarazem przypuszczał, że procesom spalania i prażenia towarzyszy pochłanianie „związanego powietrza Blacka” (CO_2). Głównym argumentem na rzecz takiego mniemania był znany fakt, że podczas redukcowania zendr w obecności węgla drzewnego zawsze obserwuje się wydzielanie sprężystego fluidu, odpowiadającego wszystkim właściwościom „związanego powietrza”. I dopóki Lavoisier podzielał punkt widzenia flogistyków na węgiel jako nie uczestniczący w reakcji nośnik materii ognia (flogistonu), dopóty interpretował procesy praże-

nia i redukowania metali jako, odpowiednio, przyłączanie („wiązaną”) i odszczepianie „związanego powietrza”:

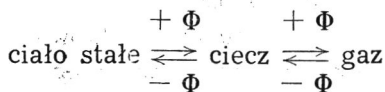


(ZZP — „zasada związanego powietrza”, Φ — flogiston, Me — metal)

I nawet odnotowując różnice w pochłoniętym i wydzielonym powietrzu Lavoisier wyjaśnia je różnym stopniem sflogistonowania tych rodzajów „powietrza”.

W ten sposób chemiczny program FM początkowo nie dawał żadnego wyraźnego obrazu.

15 kwietnia 1773 r. Data na rękopisie *Zarys natury powietrza* (dokument F-II /11 s. 147-153/). Lavoisier zaczyna od tego, że każde ciało może istnieć „w trzech rozmaitych stanach” /*ibid.* s. 147/: stałym, ciekłym i „rozprężonym” (gazowym). Przejściu z jednego stanu w drugi towarzyszy: pochłanianie i chemiczne wiązanie flogistonu oraz oziębianie otaczających ciał /*ibid.* s. 147-150/. (Jak wykazał J. B. Gough, idea ta wywodzi się z artykułu A.-R.-J. Turgota *Expansibilité* zamieszczonego w *Encyklopedii* Diderota i d’Alemberta /14 s. 25-29/. Można to przedstawić schematycznie:



W rezultacie gazowość przestała być pierwotną i nieodłączną właściwością takiego czy innego fluidu sprężystego, a zaczęto ją traktować jako jeden z trzech możliwych stanów dowolnej substancji. Według Lavoisiera właśnie ilość flogistonu w ciele określa jego stan skupienia i w tym względzie rozumienie funkcji flogistonu przez francuskiego chemika w sposób istotny różniło się od stahłowskiego i poststahłowskiego rozumienia.

W ten sposób, według Lavoisiera „powietrze samo w sobie to zaledwie fluid w stanie rozprężenia, który jest połączony z bardzo dużą ilością materii ognia” /11 s. 147/. Oto odpowiedź na pytanie postawione w maju 1766 r. Oddzielenie powietrza od flogistonu jest możliwe „tylko dzięki doprowadzeniu do jego (powietrza — *tłum.*) kontaktu z ciałami, do których ma ono większe powinowactwo aniżeli do flogistonu” /*ibid.* s. 149/.

Teraz jeszcze bardziej wyjaśnia się sens eksperymentów przedsta-

wionych w PC-72: spalanie i prażenie — to konkurowanie fosforu, siarki, metali itd. z jednej strony, z drugiej zaś flogistonu o substancję („zasadę”) powietrza atmosferycznego (lub jego części — „związanego powietrza”) ². „Prawdopodobnie — pisał Lavoisier — wśród ciał, które nazywamy palnymi, większość zawiera tylko niezmiernie małą ilość flogistonu (...), a niektóre nawet nie zawierają (...) nawet jego atomu” /*ibid.* s. 151/. Dlatego „niepalne ciało jest palne, ale samo powietrze” /*ibid.*/.

Oto ważny logiczny krok. Lavoisier przypisuje powietrzu wszystko to, co stahlści wiązali z ciałami palnymi i metalami. Tak, spalaniu i kalcynacji towarzyszy wydzielanie flogistonu, ale (!) — z powietrza, które jest równoprawnym uczestnikiem tych procesów. I nie jest to zwykła gra w definiowanie. Faktycznie szło o sposób rozwiązania problemu genezy właściwości substancji, albowiem postępując inaczej Lavoisier zmieniłby definicje procesów spalania i prażenia (do czego właśnie skłaniały go rezultaty eksperymentów), tak jak musiałyby od razu wyrzec się centralnego dogmatu koncepcji pierwiastka chemicznego, a właściwości ciała — powiedzmy jego palności — przypisywać nie materialny składnik — nośnik tej właściwości, ale *potencjalną zdolność* danego ciała do wstępowania w określone oddziaływania chemiczne (na przykład łączenia się z powietrzem). Dopiero w 1783 r., już ostatecznie zerwawszy z koncepcją pierwiastka chemicznego typu stahlowskiego, Lavoisier zmienił definicję („ciało palne to takie, które jest zdolne rozkładać życiodajne powietrze i do którego kwasowa zasada ma większe powinowactwo aniżeli do materii ciepła” /10, II s. 651/).

Następne doświadczenia Lavoisiera, całkowicie potwierdzające jego poglądy, zostały szczegółowo opisane przez niego w *Opuscules Physiques et Chimiques* (książka ukazała się w grudniu 1773 r. z datą 1774 r.) i w artykule /10, II s. 105/.

2. DRUGI ETAP REWOLUCJI CHEMICZNEJ (1774-1777)

Niestety, objętość artykułu nie pozwala nam na szczegółowe rozpatrzenie tego etapu, toteż zatrzymamy się głównie przy najważniejszych wydarzeniach lat 1774-1775.

Podstawowe problemy, których rozwiązań poszukiwał w tym okresie Lavoisier, zostały przez niego sformułowane w artykule /10, II s. 122-128): „Czy istnieją różne rodzaje powietrza? (...). Czy różne rodzaje powietrza, które istnieją w Przyrodzie albo które możemy wytworzyć, są

² Nieprzypadkowo po napisaniu tego i następnego (F-III), sporządzonego też w kwietniu 1773 r., memuarów 5 maja 1773 r. Lavoisier potrzebował otworzyć i ogłosić „pli cachéte” z 1 listopada 1772 r.

odrębnymi substancjami czy też są to po prostu modyfikacje powietrza atmosferycznego?” /*ibid.* s. 122/. Droga do rozwiązania tych problemów prowadziła przez ujawnienie *chemicznej natury* (zwłaszcza składu i charakterystyki kwasowo-zasadowych) różnych gazów.

Październik 1774 r. J. Priestley odwiedza Paryż i opowiada o swoich odkryciach „przy stole u Lavoisiera, gdzie była obecna wybrana grupa filozofów tego miasta” /7 s. 127/. Według słów Priestleya „całe towarzystwo wyraziło wielkie zdumienie, natomiast pan i pani Lavoisier zdziwili się bardziej niż inni” /*ibid.*/. I dalej: „(...) potem, jak opuściłem Paryż, gdzie otrzymałem *Mercurius calcinatus* i opowiedziałem o doświadczeniach, które wykonałem i które zamierzałem z nim wykonać, on (Lavoisier — I. D.) rozpoczął swoje eksperymenty z tymi samymi substancjami i od razu znalazł to, co ja nazwałem powietrzem zdeflogistonowanym” /15, II s. 320/. W literaturze z zakresu historii chemii ta wersja wydarzeń zyskała szerokie rozpowszechnienie. Jednak fakty świadczą przeciwko niej, co zostało po raz pierwszy wykazane w artykule /2, b/.

Rzeczywiście, 1 sierpnia 1774 r., ogrzewając w ognisku zapalającego zwierciadła *Mercurius calcinatus per se*, Priestley zebrał „powietrze”, które nie rozpuszczało się w wodzie i w którym świeca płonęła „zadziwiająco silnym płomieniem, bardzo przypominającym obfite płomienie dawane przez świecę w powietrzu saletrzanym (*nitrous air*), poddanym działaniu żelaza” /16 s. 116/. Innymi słowy, chodziło o związek nazwany później „gazem rozweselającym” (N_2O), ponieważ w reakcji *nitrous air* (NO) z Fe otrzymuje się N_2O , który — jak wiadomo — podtrzymuje palenie ($2N_2O \xrightarrow{\text{temp.}} 2N_2 + O_2$). Jednak Priestley traktował podtlenek azotu (czyli N_2O — *tłum.*) jako „odrębną odmianę powietrza saletrzanego”, różniącą się od swojego prototypu mniejszą zawartością flogistonu (stąd nazwa: „zdeflogistonowane powietrze saletrzane”). Co więcej, angielski badacz powziął podejrzenie, że powietrze otrzymane z *calcinatus per se* (oznaczymy je symbolem X) i „odrębna odmiana powietrza saletrzanego” (oznaczymy ją symbolem $NA_{mod.}$) są jakoś wzajemnie powiązane. W rezultacie doszedł do wniosku, że zarówno powietrze saletrzane (normalne i jego odmiana), jak i gaz X , a także zwykłe powietrze, zawierają w swoim składzie „coś saletrzanego” (*something of nitre*), co oznaczymy NAP (*nitre acid principle*), mające — tak jak „powietrze związane” — naturę kwasową (*being of an acid nature* /15 s. 215/). Oto ta informacja, którą Priestley mógł podzielić się, i podzielił, z francuskimi kolegami. Analiza roboczych dzienników Lavoisiera (*Reg.* III s. 31-43) wskazuje, co w rzeczywistości tak go zadziwiło i zainteresowało w informacji Priestleya. Przed ukazaniem się dokumentów $PC-72$ i $F-III$ Lavoisier doszedł do przekonania, że we wszystkich kwasach występuje powietrze (lub jego „uzdrawiająca część”, przy czym ta sama, „która

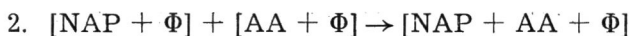
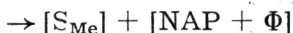
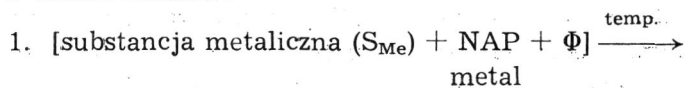
łączy się z metalami podczas ich prażenia" /10, II s. 120/). Natomiast Priestley mówił coś więcej. Twierdził, że prawdziwe źródło kwasowości to „coś saletrzanego”, tj. odrębna zasada (NAP), która jest obecna w rozmaitych rodzajach powietrza i która sprawia, że te rodzaje „powietrza” stają się kwasowe. Dlatego też to, co uczynił Lavoisier „natychmiast po wizycie Priestleya” /7 s. 126/, to zajęcie się badaniem „kwasowych i alkalicznych rodzajów powietrza” (HCl, HF, CO₂, NO₂, NH₃ itd.), a nie rozkładem tlenku rtęci, do czego zabrał się dopiero 5 miesięcy później. I jest to w pełni zrozumiałe, wszak jeśli dawać wiarę angielskiemu filozofowi przyrody (czyli Priestleyowi — tłum.), to *Mercurius calcinatus* wydziela podczas ogrzewania *nie nowy gaz, lecz nową odmianę gazu saletrzanego* (NA_{mod.}). Co więcej, gdy w listopadzie 1774 r. Lavoisier potrzebował — w celu napisania odpowiedzi na artykuł A. Baumego o sposobach przygotowania tlenku rtęci — wyprażyć tę substancję, wówczas w ogóle nie zainteresował się wytwarzającym się przy tym „powietrzem”.

Początek lub połowa lutego 1775 r. Z tego okresu pochodzi nie zakończony rękopis Lavoisiera o sprężystości i o tworzeniu sprężystych fluidów, znaleziony i opublikowany przez J. B. Gougha /5/ (w skrócie GM). Analiza tego dokumentu wykazuje, że na początku 1775 r. Lavoisier stał na stanowisku następujących koncepcji składów powietrza saletrzanego i związanego:

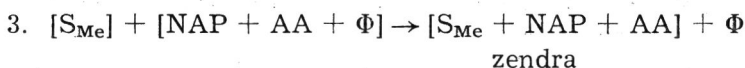
powietrze saletrzane \equiv [kwas saletrzany + NAP + Φ]

powietrze związane \equiv [powietrze atmosferyczne (AA) + NAP + Φ],

natomiast proces prażenia metali interpretował jako składający się z trzech stadiów:



„zmienione przez flogiston łatwo wdychane”
 „powietrze związane”
 powietrze” /5 s. 275/



Schemat reakcji okazał się, oczywiście, skomplikowany, jednak Lavoisierowi udało się przy tym w jednym modelu połączyć: 1) NAP — hipotezę Priestleya (czego Lavoisier nie ukrywał: „wszystko to jest bardzo zgodne z systemem Priestleya” /5 s. 274/); 2) własne rozumienie roli węgla w procesach redukcji zendra (węgiel to chemicznie bierny donator flogistonu); 3) flogistonowy model gazu; 4) idee zawarte w PC-72 i wreszcie 5) model ten umożliwił danie odpowiedzi na pytanie, skąd

w zendrze zjawia się gaz, który istniał w stosunkowo niewielkich ilościach w atmosferze.

28 lutego 1775 r. Notatki w dzienniku roboczym (Reg. III s. 56-58). Lavoisier polemizuje z J. Blackiem: „Kontrargumenty wobec systemu Blacka. Ogrzana zasada nie staje się żrąca; staje się ona taka z proszkiem węgla lub z jakimkolwiek materiałem zawierającym flogiston”. Jak wiadomo, szkocki uczoney (czyli Black — tłum.) badając przemiany „łagodnej zasady” (CaCO_3) w „żrącą” (CaO lub Ca(OH)_2) odkrył, że podczas prażenia wapienia nie tylko nic do niego nie przyłącza się, ale — przeciwnie — wydziela się „powietrze”, które nazwał „związanym”. Lavoisier, który zbadał inne węglany (Na_2CO_3 i, widocznie K_2CO_3), doszedł do odmiennego wniosku: powietrze związane tworzy się — wprawdzie w niewielkiej ilości — dopiero podczas prażenia mieszaniny złożonej z „łagodnej zasady” i proszku węgla.

Wydawałoby się, że z tego wynikało, iż „w powietrzu związanym” znajduje się „materia węgla”. Jednak Lavoisier wyprowadził odmienny wniosek, bardziej zgodny z koncepcjami GM: zarówno zasady, jak i zendry metali zawierają w swoim składzie „zasadę powietrza związanego” ([AA + NAP]), którą nie zawsze można wyodrębnić za pomocą „żaru” osiągalnego we współczesnych (Lavoisierowi — tłum.) laboratoriach, to też niezbędne jest dodatkowe źródło flogistonu (węgiel, siarka, dym itd.).

Analogicznie rzecz miała się z kwasami — w nich także występuje jakiś *aerial acid*, który w obecności nadmiaru flogistonu jest w stanie wydzielać się w postaci gazu. W celu potwierdzenia tego mniemania Lavoisier odwołał się do reakcji stężonego kwasu azotowego i siarkowego z siarką i węglem, za każdym razem uzyskując po rozpuszczeniu w wodzie wydzielających się gazów kwaśny odczyn roztworu. Pozostało teraz sprawdzić wyrażone idee w odniesieniu do tlenków („rodzajów wapna”). Oczywiście, Lavoisier wspomniał przy okazji o *Mercurius praecipitatus*, który rozkładał się stosunkowo łatwo.

28 lutego-2 marca 1775 r. Wraz z J.-Ch.-Ph. Trudainem de Montigny Lavoisier przeprowadza doświadczenia z redukowaniem zendry rtęciowej z dodatkiem i bez dodatku węgla. Trudności w zrozumieniu rezultatu tych doświadczeń polegały głównie na tym, że za każdym razem wydzielały się różne gazy (czego nie było w eksperymentach z „łagodnymi zasadami”). Początkowo Lavoisier wyjaśniał różnice we właściwościach gazów różną zawartością w nich flogistonu.

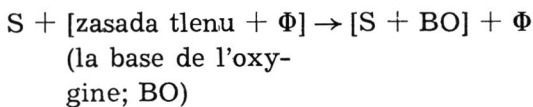
18 marca 1775 r. W szkicu nie publikowanego memuaru Lavoisier wypowiada przypuszczenie, że gaz X Priestleya dlatego nie rozpuszcza się w wodzie, że jest „gazowym kwasem połączonym z flogistonem” /9, II s. 473/. To przypuszczenie Lavoisiera, całkowicie zgodne z jego flogistonowym modelem gazu, zupełnie nie przystawało do jego koncepcji dotyczącej pasywnej roli węgla, wszak powietrze związane powinno

wówczas palić się i rozpuszczać w wodzie jeszcze bardziej aniżeli gaz X³. W rezultacie Lavoisier stanął przed wyborem: albo wyrzec się flogistonowego modelu gazu, albo ponownie rozpatrzeć rolę węgla w procesach redukowania. Francuski badacz wybrał drogę drugą poświęcając swoją koncepcję dotyczącą tego, że „powietrze związane występowało w zendrze przed jego połączeniem z węglem” /10, II s. 122/. Ten proces przebudowy modeli reakcji spalania, prażenia i redukowania nie był jednokrotny, ale nie mamy tu możliwości zatrzymywania się przy szczegółach (zob. /17/).

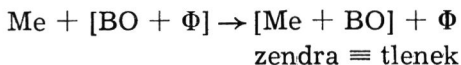
Po zbadaniu w drugiej połowie 1775 r. — na początku 1776 r. właściwości kwasu azotowego i jego soli, a także gazów wydzielanych przez ten kwas podczas reakcji z metalami (zwłaszcza z rtęcią) udało się Lavoisierowi udowodnić, że: 1) kwas azotowy zawiera „najczystsza część powietrza”; 2) błędny jest pogląd Priestleya, iż „powietrze saletrzane jest niczym innym niż kwasem saletrzanym w stanie gazowym”; 3) gaz oddziałujący na powietrze saletrzane i dający kwas saletrzany to nie to samo co „zwykle powietrze”, lecz stanowi zaledwie 1/5 lub 1/4 tego ostatniego, gaz zaś powstający w tej reakcji ($2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ we współczesnym zapisie) „nie jest już w stanie dalej podtrzymywać ani płomienia świecy, ani oddychania zwierząt” /10, II s. 137/ — innymi słowy, „prawdziwe powietrze jest zmieszane w naszej atmosferze z trzema lub czterema częściami szkodliwego czy też duszącego powietrza (tj. N_2 — I. D.)” /*ibid.*/; 4) gaz X to nie odmiana powietrza saletrzanego, lecz jego składnik; 5) powietrze związane zawiera w swoim składzie materię węgla i „najczystsza część powietrza”, tożsamą z gazem X.

5 września 1777 r. Lavoisier przedstawia Akademii artykuł /10, II s. 248-260/ (ukończony 23 listopada 1779 r.), w którym po raz pierwszy wprowadza termin „tlen” (*principe oxygene*).

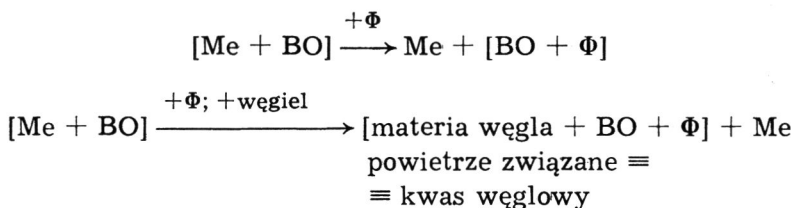
Na podstawie wyliczonych powyżej rezultatów Lavoisier dochodzi do nowego rozumienia procesów spalania, prażenia i redukowania zendr do metali, które to procesy schematycznie można przedstawić następująco:



tlen



³ Według Lavoisiera obecność w ciele nadmiaru flogistonu pogarsza rozpuszczalność tego ciała, podczas gdy Priestley wyznawał pogląd przeciwny — zde-flogistonowane powietrze powinno źle rozpuszczać się w wodzie.



Nietrudno dostrzec, że flogistonowy model gazu okazał się swojego rodzaju konceptualnym inwariantem rewolucji chemicznej, począwszy od memorandum z maja 1766 r. aż do pierwszego rozdziału *Traité* (1789). Ale, w jaki sposób rozumieć wówczas ostre słowa, rzucone przez francuskiego chemika w latach osiemdziesiątych pod adresem teorii flogistonu („bezpodstawne przypuszczenie”, „metafizyczny *Deus ex machina*” itd.)?

3. WOBEC KWESTII ANTYFLOGISTONOWEGO CHARAKTERU REWOLUCJI CHEMICZNEJ

Słynny artykuł Lavoisiera *Rozważania o flogistonie* /10, II s. 623-655/ składa się z dwóch praktycznie równych części — pierwsza *ibid.* s. 623-639/ stanowi ostrą krytykę koncepcji flogistonowych, podczas gdy drugą można by w sposób w pełni uprawniony zatytułować *Rozważania o ciepłiku*. Na początku rozpatrzmy pierwszą krytyczną część pracy, której podstawowym obiektem stała się teoria flogistonu „w tej postaci, w jakiej została zrozumiana i przedstawiona przez pana Macquera” *ibid.* s. 624/. Wysunięta przez niego (P. J. Macquera — *tłum.*) wersja tej teorii sprowadzała się do następujących tez /18, II s. 182-212/:

1. Flogiston to materia światła, w dużych ilościach występująca we wszystkich ciałach palnych w stanach związanym i nielotnym. Łącząc się z ciałami flogiston „zmniejsza ich twardość i zawsze zwiększa ich miałość” /10, II s. 630/, a także „zwiększa /ciężar/ absolutny, a niejednokrotnie i ciężar właściwy ciał” *ibid.* s. 630/. Oprócz tego „substancje, które w swoim stanie naturalnym nie posiadają ani zapachu, ani barwy, nabierają prawie zawsze takiej czy innej z tych właściwości” *ibid.*/.

2. „Macquer jest zmuszony (...) odrzucać pierwiastek ognia i zakładać, że materia ciepła właśnie nie istnieje, że ciepło polega na bardzo szybkim ruchu, który jest właściwy (*imprimé*) pierwiastkowym molekułom ciał” *ibid.* s. 631/, a światło łatwo „przejmuje ten ciepły ruch” *ibid.*/.

3. „Porcja najczystszej powietrza” (tj. tlenu) łączy się z ciałami palnymi zwiększając ich ciężar, podczas gdy flogiston ulatuje z palącej się substancji.

Niewątpliwie był to najświetniejszy okres teorii flogistonowej, dla-

tego szczególnie interesująco przedstawia się stosunek Lavoisiera do niej. W jaki sposób francuski chemik konstruuje swoje kontrargumenty?

Przede wszystkim odnotowuje sprzeczność twierdzeń głoszących, że flogiston stanowi ciało ważkie i że jest on tożsamy z materią światła, ponieważ światło nie posiada ciężaru. Przy tym często przechodzi od krytyki Macquera do krytyki Stahla określającego flogiston jako „palną, ważką zasadę złożoną z pierwiastka ognia i pierwiastka ziemi” */ibid.* s. 630/. Lavoisier wykazuje, że stahlisci „zmuszeni są nadawać nazwę flogiston dwu zupełnie różnym ciałom: materii światła lub pierwiastkowi ognia, który nie posiada ciężaru, oraz materii węgla, która jest ważka” */ibid.* s. 635/.

Oprócz tego Lavoisier krytykuje stahlistów za to, że dla nich flogiston jest nośnikiem dużej ilości najróżnorodniejszych właściwości (chodzi o barwę, twardość, rozpuszczalność w wodzie, zapach, smak, kwasowość, metaliczność itd.) */ibid.* s. 638-639/.

Na pierwszy rzut oka wszystko jest bardzo przekonujące. Jednak, jeśli zastanowić się, to sporo w tej krytyce budzi niepokój. Przeciwko czemu właściwie występuje Lavoisier? *Po pierwsze* (gdy chodzi o ciężar flogistonu), przeciwko temu, że jedna i ta sama nazwa jest wykorzystywana do oznaczenia różnych substancji. Zarzuca on Macquerowi, że ten „zachowuje słowo (»flogiston« — I. D.) nie zachowując rzeczy” */ibid.* s. 630/ oznaczonej tym słowem. Jest to aspekt terminologiczny. *Po drugie*, uczony występuje przeciwko przyznawaniu *jednej i tej samej* substancji statusu pierwiastka chemicznego — nośnika szerokiego widma właściwości. Lavoisier faktycznie wychodzi z założenia, że dyferencjacja właściwości powinna prowadzić do dyferencjacji ich pierwiastkowych nośników. Co się tyczy zasady związanej ze zjawiskami cieplnymi, to — jak widać z drugiej części *Rozważań* — był on w ogóle przeciwko jakiegokolwiek jej chemicznej indywidualizacji. W tym sensie zakończyła się *chemia* flogistonu.

Po trzecie, Lavoisier kategorycznie odrzucał korpuskularno-kinetyczną koncepcję ciepła Macquera. Ma to swoje historyczne uzasadnienie, ponieważ w tym czasie na podstawie owej koncepcji nie udawało się uzyskać praktycznie żadnego ilościowego rezultatu dającego się odtworzyć w doświadczeniach. Natomiast fluidowy model ciepła (teoria cieplnika), przeciwnie, dobrze wyjaśniał prawo Boyle’a, cieplne rozszerzanie ciał, utajone ciepło topnienia itd.

Charakteryzując cieplnik (*calorique*) Lavoisier pisał: „fluid szczególnie w swoim rodzaju, bardzo subtelny, bardzo sprężysty, tak mało ważki, że jego ciężar wymyka się wszelkim instrumentom; ciepłik przenika do wszystkich ciał, nawet tych, które uważamy za najbardziej spoiste” (cyt. według /7 s. 207/). Ciepłikowy fluid oprócz zjawisk cieplnych wyznacza także repulsywne oddziaływania wzajemne między cząsteczkami sub-

stancji. „Niewątpliwie — zauważył Lavoisier — właśnie ten fluid roz-
mieszcza się między cząsteczkami ciał, rozsuwa je i zajmuje zwolnione
przez nie miejsce. Tak jak przeważająca większość fizyków będą go na-
zywał (...) [fluidem] *ogniowym* lub *materią ciepła i ognia*” /10, II s. 641/.
I dalej — „(...) wszystkie ciała przyrody podlegają dwóm siłom, fluidowi
ogniowemu, materii ognia, która ustawicznie dąży do wzajemnego od-
dalenia molekuł, i przyciąganiu, które przeciwdziała tej sile” /*ibid.* s. 642/.
Idea gry dwóch sił (newtonowska co do swojego pochodzenia) wyzna-
czających w ostatecznym rachunku wszelkie zjawiska fizyko-chemiczne,
była dla Lavoisiera nawet ważniejsza aniżeli koncepcja ciepłika (kon-
kretna modelowa realizacja repulsywno-siłowych oddziaływań wzajem-
nych), co ze szczególną wyrazistością zostało wypowiedziane w *Traité*:
„w ogóle nie jesteśmy obowiązani nawet przypuszczać, że ciepłik to
realna substancja, wystarczy (...), aby to była tylko jakaś przyczyna od-
pychania, rozsuwająca molekuły” (cyt. według /7 s. 224/).

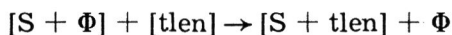
Pewne podobieństwo koncepcji ciepłika i flogistonu doprowadziło nie-
których badaczy, którzy zrezygnowali z traktowania „rewolucji chemicz-
nej” jako czysto antyflogistonowego przewrotu, do innej skrajności:
ciepłik to zaledwie tylko przemianowany flogiston (zob. np. /19 s. 40/).
Jednak nie sposób z tym zgodzić się. W toku rewolucji chemicznej wraz
ze zmianą pojęcia flogistonu nastąpiła zgoła nie tylko terminologiczna,
ale o wiele głębsza zmiana — pojęcie to uległo *rozszczepieniu* ujawnia-
jąc dwa aspekty: *wyznaczenia właściwości (stwojstwoopriedieluszczyj)*
i *cieplny* (energetyczny). Pierwszy z nich Lavoisier odrzucił, drugi zaś
nabrał w jego teorii statusu samodzielnego pojęcia. Wyeliminowany
z chemii jako uniwersalny środek rozwiązania problemu genezy fizyko-
chemicznych właściwości substancji flogiston-ciepłik zachował się w sfe-
rze teorii ciepła i ognia. Przez to dwa wcześniej nierozdzielne kompo-
nenty pojęcia flogistonu zostały rozerwane, jeden aspekt pojęcia przestał
być formą wyrażania drugiego, co na zewnątrz zostało przyjęte przez
historyków nauki albo jako całkowite obalenie chemii flogistonowej
(jeśli chodzi o jej czysto chemiczne aspekty), albo jako jej formalne
terminologiczne przekształcenie (jeśli mieć na uwadze fizyczną stronę
rewolucji chemicznej).

Ukształtowany w samodzielne pojęcie ciepłik okazał się pojęciem nie
mniej uniwersalnym niż flogiston, ale jego uniwersalność miała swoje
źródło nie w różnorodności właściwości, dzięki którym przejawiała się
ta substancja, lecz w uniwersalności przemian cieplnych (energetyczny-
ch) towarzyszących procesom fizycznym i chemicznym, a także w uni-
wersalności siłowych międzycząsteczkowych oddziaływań wzajemnych.

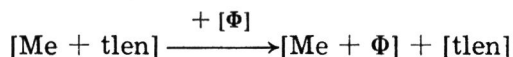
Powróćmy jednak do pierwszej części *Rozważań*. Samo w sobie przej-
ście od flogistonu do ciepłika jeszcze nie oznaczało nieuchronnie zała-
mania się teorii Macquera, albowiem ciągle jeszcze niedostatki teorii

mogły być łatwo usunięte, gdyby założyć, że flogiston to nieważka materia ciepła i ognia, co też właśnie uczynił Lavoisier. Taka modyfikacja teorii Macquera w żaden sposób nie dotykała jej centralnej trzeciej tezy, według której procesy spalania, prażenia i redukowania można byłoby schematycznie przedstawić w sposób następujący:

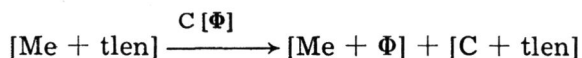
spalanie i prażenie:



redukowanie zendr bez węgla:



redukowanie zendr za pomocą węgla:



Lavoisier doskonale rozumiał, że taka teoria odpowiadałaby wszystkim znanym chemicznym faktom i byłaby realną alternatywą dla jego koncepcji. Dlaczego więc wówczas owa alternatywa okazała się dla niego nie do przyjęcia?

Pierwszy powód był związany z tym, że nawet taki „silny” wariant teorii flogistonu przeczył lavoisierowskiej koncepcji stanu skupienia, która — jak powyżej zaznaczono — była ideowym tworem rewolucji chemicznej.

Drugi powód tkwił głębiej. Nowy system wiedzy chemicznej różnił się od starych stahlowskich i poststahlowskich doktryn nie tylko odmiennym rozumieniem bilansu procesów spalania, prażenia i redukowania i nie tylko koncepcją dotyczącą tego, gdzie, w którym reagentach zgromadzone są zasoby „materii ciepła i ognia”, ale i tym (i to najważniejsze!), że jej twórca początkowo postawił sobie zupełnie inne zadania, odpowiedział na inne pytania aniżeli jego poprzednicy. Istotnie, centralnym pytaniem tradycyjnej koncepcji pierwiastka (zarówno nurtu perypatetycko-stagirycznego, jak i stahlowskiego) było pytanie: *jaki skład powinno mieć ciało charakteryzujące się danym zbiorem właściwości?* Albo, w węższym właściwie stahlowskim ujęciu, dlaczego ciało obdarzone właściwością *P* może ją utracić? Odpowiedź sprowadzała się do tego, że wszelka właściwość ma pierwiastkowy materialny nośnik (cielesny wzorzec abstrakcyjnych perypatetycko-stagirycznych początków) i, odpowiednio, wszelka zmiana właściwości jest uwarunkowana wyłącznie zmianami w składzie tych nośników.

Lavoisier postawił odmienne pytanie: *jakimi właściwościami powinno odznaczać się ciało o danym składzie pierwiastkowym?* Inny był też kontekst tego pytania. *Po pierwsze*, Lavoisier sformułował kryterium oparte

na pomiarach wagowych, umożliwiające dokonanie typologii przemian chemicznych (łączenie czy rozkładanie?). *Po drugie*, substancje, które zaliczył (choćby warunkowo!) do kategorii ciał prostych (pierwiastków), są indywidualiami chemicznymi *per se*. W celu wyjaśnienia ich właściwości Lavoisier nie posługuje się żadnymi innymi zasadami, substancjami czy mechanizmami.

W tej sytuacji, oczywiście, odpadała konieczność utrzymywania pojęcia flogistonu (w jego chemicznym aspekcie).

4. ZAKOŃCZENIE

W ten sposób dochodzimy do następujących wniosków. Rewolucja chemiczna XVIII w. to proces złożony, wcale nie sprowadzający się wyłącznie do obalenia teorii flogistonowej i zastąpienia jej koncepcją tlenową. Najważniejszymi rezultatami rewolucji chemicznej okazały się:

— Nowe rozumienie natury stanu skupienia i przemiany tego stanu, czego punktem wyjścia stał się flogistonowy (a później — cieplikowy) model gazu.

— Powstanie nowego typu koncepcji pierwiastka, w rezultacie czego przede wszystkim: a) uległo przekształceniu rozumienie problemu genezy właściwości substancji (fizyko-chemiczna indywidualność ciała złożonego okazała się związana z obecnością w jego składzie *analitycznie określonych* i chemicznie zindywidualizowanych prostych składników) i b) prawo zachowania masy nabrało sensu prawa zachowania pierwiastków. Tym samym Lavoisier zerwał z programem R. Boyle’a, zorientowanym na wyjaśnianie fizykochemicznych właściwości za pomocą kinematyczno-geometrycznych charakterystyk korpuskuł. Pojęcie „właściwość” u Lavoisiera na nowo przechodzi do eksplanansa teorii chemicznej, ale struktura tego eksplanansa jest już odmienna, ponieważ odmienne stało się pojęcie pierwiastka. Ten ostatni, *po pierwsze*, uległ dyferencjacji i konkretyzacji; *po drugie*, uzyskał substratywno-analityczną definicję; *po trzecie*, ów zdyferencjonowany pierwiastek stał się chemicznym indywiduum *causa sui*.

— Zmiana tradycyjnej hierarchii składów, którą Lavoisier, opierając się na nowego typu koncepcji pierwiastka, postawił z głowy na nogi: to, co wcześniej uważano za ciało proste (zendry, kwasy, woda itd.), zaczęto traktować jako związek, a to, co wydawało się złożone (na przykład metale), zajęło miejsce w *Tablicy ciał prostych*.

Newtonowski konstruktywny pragmatyzm Lavoisiera odcisnął swoje piętno na dalszym rozwoju atomistyki, która po rewolucji chemicznej mogła rozwijać się wyłącznie w łonie nowego typu koncepcji pierwiastka, albowiem o ile korpuskuły Boyle’a i międzycząsteczkowe siły Newtona

służyły do mechanicznego wyjaśniania niemechanicznych właściwości substancji, o tyle atomy Daltona, będąc analityczną kontynuacją koncepcji pierwiastka na mikropoziomie, w żaden sposób nie służyły do wyjaśnienia „natury pierwiastków”.

Z języka rosyjskiego przełożył Stefan Zamecki

Recenzent: Stefan Zamecki

Artykuł wpłynął do Redakcji w styczniu 1988 r.

LITERATURA CYTOWANA

1. H. Guerlac: a) *Lavoisier — The Crucial Year: The background and origin of his first experiments on combustion in 1772*. Ithaca, N.Y. 1961; b) *Essays and Papers in the History of Modern Science*. Baltimore and London 1977.
2. R. E. Kohler (Jr.): a) *The origin of Lavoisier's first experiments on combustion*. „ISIS” 1972 vol. 63 No. 218 p. 349-355; b) *Lavoisier's rediscovery of the air from mercury calx: a reinterpretation*. „Ambix” 1975 vol. 22 Pt. 1 p. 52-57.
3. R. Siegfried: a) *Lavoisier's view of the gaseous state and its early application to pneumatic chemistry*. „ISIS” 1972 vol. 63 No. 216 p. 59-78; b) *Lavoisier's table of simple substances; its origin and interpretation*. „Ambix” 1982 vol. 29 Pt. 1 p. 29-48.
4. C. E. Perrin: *Prelude to Lavoisier's theory of calcination: some observations on Mercurius calcinatus per se*. „Ambix” 1969 vol. 16 No. 3 p. 140-151.
5. J. B. Gough: *Nouvelle contribution à l'étude de l'évolution des idées de Lavoisier sur la nature de l'air, et sur la calcination des métaux*. „Archives Internationales d'Histoire des Sciences” 1969 An. 29 No. 88-89 p. 267-275.
6. E. M. Melhado: *Chemistry, Physics and the Chemical Revolution*. „ISIS” 1985 vol. 76 No. 282 p. 195-211.
7. J. G. Dorfman: *Lavoisier*. 2-e izd. pierierabotannoje. Moskwa 1962.
8. J. T. Eller: *Dissertation sur les éléments ou premiers principes des corps etc.* (W:) *Histoire de l'Académie Royale des Sciences et Belles Lettres*. Berlin 1746. T. II p. 3-14; *Seconde dissertation sur les éléments etc.* Ibid. p. 25-48.
9. A. L. Lavoisier: *Ouvrages, Correspondence recueillie et annotée par René Fric*. Préface de L. de Broglie. Fasc. 1. 1763-1769. Paris 1955; Fasc. 2. 1770-1775. Paris 1957.
10. A. L. Lavoisier: *Ouvrages, publiées par les soins de son excellence de ministre de l'instruction publique et des cultes*, tt. 1-6. Paris 1862-1893 (reprinted New York 1965).
11. R. Fric: *Contribution à l'étude de l'évolution des idées de Lavoisier sur la nature de l'air et sur la calcination des métaux*. „Archives Internationales d'Histoire des Sciences” (1959) 1960. An. 12 No. 47 p. 137-168.
12. F. Rozier: *Mémoire sur la meilleure manière de faire et de gouverner les vins de Provence, soit par l'usage, soit par leur faire passer les mers, qui a remporté le prix au jugement de l'Académie de Marseille, en l'année 1770*. Marseille 1771; 2 rozszerz. wyd. Lausann-Lyon 1772.
13. M. Berthelot: *La Révolution Chimique. Lavoisier. Olurrage suivi de notices et extraits des registres inédits de laboratoire de Lavoisier*. Paris 1890.

14. J. B. Gough: *The origins of Lavoisier's theory of the gaseous state.* (W:) *The Analytic Spirit. Essays in the History of Science. In Honor of Henry Guerlac.* Ed. by H. Woolf. Ithaca and London 1981 p. 15-39.

15. J. Priestley: *Experiments and Observations on Different Kinds of Air.* 3 vls. vol. 2 London 1776.

16. *A source book in chemistry. 1400-1900.* Ed. H. M. Leicester and H. S. Klickstein. New York 1952.

17. J. B. Conant: *The Overthrow of the Phlogiston Theory. The Chemical Revolution of 1775-1789.* (W: *Harvard Case Histories in Experimental Science.* Ed. J. B. Conant. Vol. 1. Cambridge (Mass.) 1957 p. 65-115.

18. P. J. Macquer: *Dictionnaire de Chimie contenant la Théorie et la Pratique de cette Science, son Application a la Physique, a l'Histoire Naturelle, a la Médecine, et aux Arts dépendans de la Chimie.* Second édition, revue considérablement augmentée. T. 1-2. Paris 1778.

19. A. Thackray: *Atoms and Powers. An Essay on Newtonian Matter-Theory and the Development of Chemistry.* Cambridge (Mass.) 1970.

И. С. Дмитриев

СУЩНОСТЬ И РЕЗУЛЬТАТЫ „ХИМИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ” XVIII ВЕКА

Обсуждается генезис „химической революции” XVIII века. Выделены ее два этапа: первый — физико-химический (май 1766 — декабрь 1773 г.), второй — пневмохимический (1774—1777 гг.). Показано, что важнейшей проблемой первого этапа являлась природа изменения состава скопления. Поиски решений этого вопроса привели Лавуазье к созданию флогистоновой модели воздуха, флогистоновой (но отличающейся от предложенной Г. Э. Сталем) идеи сжигания и прокаливания и к новому предположению причин кислотности. Основным вопросом второго этапа являлась химическая индивидуальность разнообразных „видов воздуха”. В ходе проверки гипотезы Пристля о существовании отдельного „селитрового принципа кислотности” (nitre acid principle) Лавуазье пришел к выводу об активной химической роли углерода в восстановлении металлических окалин и о его присутствии в составе „связанного воздуха”, что в результате способствовало открытию кислорода, определению химического состава многих газов и пересмотру ранее выдвинутой им теории сжигания и прокаливания.

Показано также, что одним из первых результатов химической революции явилось создание нового вида концепции химического элемента и „расщепление” понятия флогисто.

I. S. Dmitriew

THE NATURE AND RESULTS OF THE “CHEMICAL REVOLUTION” IN THE 18TH C.

The article deals with the origin of the “chemical revolution” in the 18th century. The author divides it into two stages: the first, physical-chemical one (May 1766 — December 1773), the second, pneumochemical one (1774-1777). In the

first the central problem was that of the change in the state of concentration. In trying to solve that problem Lavoisier formulaed the phlogiston model of air, the phlogiston conception (different from that suggested by G. E. Stahl) of burning and sweltering, and the new model of the causes of acidity. And in the second stage of that revolution the central problem became that of the chemical determination of various "kinds of air". In checking up Priestley's hypothesis on the existence of the separate nitre acid principle Lavoisier came to the conclusion about an active chemical role of carbon in the reduction of metal scales and about carbon's presence in the composition of the "combined air" which led eventually to the discovery of oxygen and to the chemical determination of many gases, as well as to the modification of the earlier theories of burning and sweltering advanced by this scientist.

It has been pointed out in the article that the earliest result of the chemical revolution was the new conception of the element and the "splitting" of the notion of phlogiston.