Knight, David M.

Chemia brytyjska w XVIII wieku

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 31/3-4, 731-747

1986

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.

MUZEUM HISTORII POLSKI

UNIVERSITAS VARSOVIENSIS

David M. Knight
(Wlk. Bryt. — Durham)

CHEMIA BRYTYJSKA W XVIII WIEKU *

UWAGI WSTĘPNE

Po wojnie domowej i zamieszkach religijnych XVII w. w 1688 r. doszło do rewolucji angielskiej, która oddała tron Wilhelmowi Orańskiemu, a następnie w 1714 r. Jerzemu I, elektorowi Hanoweru. Parlament uzyskał prawo mianowania i odwoływania króla i mimo prób spadkobierców Jakuba II Stuarta, którzy usiłowali odzyskać pełnię władzy z poparciem Francji (lata 1715 i 1745) Brytanią rządziła aż do 1832 r., to jest do czasu reformy wyborczej, oligarchia ziemiańska.

Nauka opierała się na mecenacie. Każdy, kto pragnął zrobić karierę naukową, musiał poszukać poparcia u kogoś możnego; jednakże w społeczeństwie, w którym każdy znał swoje miejsce, stosunki między klientem i mecenasem były być proste. Sir Joseph Banks, prezes Royal Society od 1778 r., mógł znosić grubiańskie uwagi swojego ogrodnika, ale nie tolerowałby ich w ustach równego sobie. W XVIII w. przynależność do stanu społecznego była decydująca.

Istotne znaczenie miała też przynależność do kościoła. Pod koniec XVIII w. stało się jasne, że Anglia nigdy nie będzie krajem, w którym wszyscy należą do jednego kościoła. W Szkocji oficjalny charakter miał kościół kalwiński, podczas gdy w Anglii — kościół episkopalny, zachowujący sakramenty pod kontrolą państwową, lecz bez związku z kościołem luterańskim czy katolickim.

Zarówno w Anglii, jak i w Szkocji urzędy były dostępne dla członków oficjalnego kościoła na danym obszarze. Uniwersytety angielskie — a było ich tylko dwa: w Oxfordzie i Cambridge — były zamknięte dla protestanckich dysydentów i rzymsko-katolików. Tacy ludzie nie głosowali, nie mieli prawa wstępu do parlamentu, nie piastowali urzędu sędziego. Próbowali zatem robić kariery w przemyśle i handlu i tworzyli kolegia zwane akademiami dysydenckimi. Szkolono w nich młodych ludzi, którzy pragnęli zrobić karierę w interesach, zostać pastorami lub duchow-

* Artykuł napisany specjalnie dla polskich czytelników.

nymi swoich kongregacji. W programach tych uczelni języki nowożytne i nauki przyrodnicze były ważniejsze niż w klasycznych programach uniwersyteckich. Przedsiębiorcy okresu wczesnej rewolucji przemysłowej wywodzili się często z rodzin dysydenckich i w tych właśnie kręgach wzbudziła zainteresowanie chemia.

W Brytanii nigdy nie było akademii nauk, ale od 1662 r. istniało Royal Society of London. Król Karol II zgodził się patronować temu towarzystwu, ale nigdy nie dał mu żadnych pieniędzy. Towarzystwo stało się rodzajem klubu, chronionego dzięki swemu charakterowi, jednakże wybierającego swoich członków i przedstawicieli bez interwencji rządu. Religia i polityka były wyłączone z dyskusji w Towarzystwie tak, że nikt nie mógł być wykluczony z Towarzystwa z powodów religijnych czy politycznych. Subwencje ze strony bogatej większości Towarzystwa umożliwiały publikowanie prac aktywnej naukowo mniejszości. Właściwie przez cały XVIII w. władza w towarzystwie pozostała w ręku dyletantów i jakkolwiek prezesi byli ogólnie biorąc ludźmi wyróżniającymi się w nauce, to w Radzie Towarzystwa nigdy nie stanowiła większości grupa pisząca prace naukowe. Zaletą i konsekwencją tego stanu rzeczy był brak wyodrębnienia ludzi nauki jako grupy ezoterycznej. W osiemnastowiecznej Brytanii nie było problemu dwóch kultur: ludzie zajmujący się polityką, literaturą, prawnicy czy duchowni uważali, że w pewnym stopniu znają nauki przyrodnicze i przyłączyli się do dyskusji na tematy naukowe [1].

UPRAWIANIE CHEMII

Royal Society obejmowało wszystkie nauki przyrodnicze. W XVIII w. nie istniała odrębna organizacja skupiająca chemików. Farmaceuci i aptekarze mieli własny system szkolenia, ale w Brytanii miał on mało wspólnego z rozwojem chemii jako nauki. Lekarze byli zrzeszeni w Royal College w Londynie, ale funkcjonował on jako instytucja zawodowa, udzielająca osobom odpowiednio wykwalifikowanym zezwolenia na prowadzenie praktyki, lecz nie prowadząca badań. W Oxfordzie i Cambridge studia medyczne bardzo podupadły, ich część teoretyczna była przestarzała, a praktyka kliniczna nie istniała. Adepci medycyny w poszukiwaniu dobrego przygotowania zawodowego kończyli najpierw Oxford lub Cambridge aby uzyskać „szlify dżentelmena" i zgodę Royal College na praktykę, a następnie wyjeżdżali do Getyngi lub Leidy, do najlepszych uniwersytetów niemieckich, powiązanych z Anglią dzięki dynastii hanowerskiej.

---

[1] Najnowszym zbiorem esejów o nauce w XVIII w. jest praca G. S. Rousseau, R. Porter (ed.): *The Ferment of Knowledge*. Cambridge 1980. Nauka w siedemnastowiecznej Anglii i osiemnastowiecznej Szkocji została omówiona w pracy M. P. Crosland (ed.): *The Emergence of Science in Western Europe*. London 1975.

Sprawy przedstawiały się inaczej w Edynburgu, gdzie liczni absolwenci uniwersytetu w Lejdzie założyli szkołę medyczną, która wkrótce stała się tak znakomita, jak jej wzorzec.

Uniwersytet w Lejdzie, z którym w owych czasach łączyło się szczególnie nazwisko Boerhaave'a, włączył praktykę kliniczną, chemię i botanikę do swego programu tak, że absolwenci tej uczelni lub uniwersytetu w Edynburgu byli dobrze wyszkoleni nie tylko jako lekarze, ale również mogli prowadzić badania w dziedzinie chemii lub historii naturalnej. Była to najlepsza droga do kariery naukowej w owych czasach, gdy nauka nie była profesją, ale dla większości tych, którzy się jej poświęcali, czymś w rodzaju hobby. W Szkocji w XIX w. nieliczne katedry medycyny mogli obejmować chemicy. W Anglii kształcenie medyczne było przestarzałe i ogólnie rzecz biorąc chemię uważano aż do lat 1860-tych za dodatek — i to niekonieczny — do medycyny.

Royal Society miało najpierw, jako rodzaj klubu, „etos dżentelmeński". Jego członkowie wywodzili się z ziemiaństwa lub z zawodów takich, jak: prawnik, lekarz, duchowny, oficer wojsk lądowych albo marynarki. Byli często młodszymi synami szlachty lub osiągnęli wykształcenie wysłani — dzięki systemowi mecenatu — na uniwersytet lub do Inns of Court w Londynie, gdzie uzyskiwali swoje komisje kwalifikacyjne. Marynarka była bardziej merytoryczna, ale mecenat był i tu istotny. Oficerowie marynarki rozpoczynali karierę jako majtkowie w wieku kilkunastu lat i mogli nie mieć formalnego wyższego wykształcenia. Od członków Royal Society oczekiwano znaku i znawstwa charakterystycznego dla sfer wyższych. W owych czasach wypadało znać się na sztuce i muzyce, umieć rozpoznawać strofy Horacego i innych pisarzy starożytnych. Nie na darmo okres ten jest czasami zwany augustyńskim.

Posiedzenia Royal Society odbywały się w Londynie w okresie zimy i wiosny. Później działalność zawieszano tak, aby członkowie Towarzystwa mogli wrócić do swoich posiadłości ziemskich na okres lata. Arystokracja angielska nigdy nie związała się tak bardzo z metropolią, jak francuska. Skoncentrowanie w Londynie było niewygodne dla prowincjuszy, a zwłaszcza dla dysydentów. Mówi się, że Anglicy kochają tytuł lordowski, jednakże, aby być lordem niezbędne są pewne umiejętności — poza tym wielu nie czuło się dobrze w środowisku arystokraktycznym. Poważnie myślący właściciele manufaktur z Manchesteru czy Birmingham uważali, że członkowie Royal Society są odstręczający i powierzchowni. Tylko nieliczni uczeni umieli żyć w dwóch światach. Należał do nich Joseph Priestley — dysydencki duchowny i protegowany lorda Shelburna, wielkiego magnata, który był przez krótki czas premierem.

Priestley należał razem z przemysłowcami, takimi jak James Watt, Malthew Boulton, Josiah Wedgood do Lunar Society of Birmingham,

do nieformalnej grupy, która spotykała się co miesiąc, aby dyskutować o nauce. W Manchesterze pod koniec XVIII w. lekarze, właściciele manufaktur i kler zrzeszyli się w większej grupie, której nadali nazwę Literary and Philosophical Society, organizowali wykłady i spotkania. W odróżnieniu od Lunar Society, grupa z Manchesteru wydawała swoje czasopismo. Na spotkaniach nie dyskutowano, w przeciwieństwie do członków Lunar Society, o swojej pracy. Nauka była dla nich częścią kultury; pragnęli ją nabyć ci spośród nich, którzy byli wykształceni mniej formalnie. W tym leży przyczyna, dla której utworzyli towarzystwo literackie i filozoficzne. W XVIII w. wyrazem „filozofia" określano ogólnie „filozofię naturalną" lub naukę. Było nieprawdopodobne, aby nowobogacki właściciel manufaktury bawełnianej stał się znawcą malarstwa, muzyki czy literatury, natomiast nauka była o wiele łatwiej dostępną częścią kultury. Wiedza o ostatnich osiągnięciach chemii, historii naturalnej czy astronomii otwierała nowe horyzonty w protestanckim mieście szybkiego wzrostu koniunktury.

Lunar Society stało się sławne dzięki zaoferowaniu Johnowi Daltonowi, z trudem utrzymującemu się z lekcji prywatnych, stanowiska płatnego i umożliwiającemu mu prowadzenie badań nad meteorologią, daltonizmem, gazami i nad teorią atomistyczną. Jego dzieło należy już jednak do chemii XIX w.

Głównym ogniskiem kultury i nauki był Londyn. Jednakże w XVIII w. również Edynburg zyskał duże znaczenie jako centrum intelektualne szczycąc się rolą Aten Północy. W dziedzinie chemii cieszył się znakomitą sławą dzięki Williamowi Cullenowi i Josephowi Blackowi. Pod koniec wieku, gdy geolodzy wiedli spory, podzieleni na neptunistów i wulkanistów, sir James Hall prowadził w dziedzinie geochemii ważne doświadczenia, w wyniku których otrzymał stopy podobne do bazaltu. W Edynburgu działał też wulkanista James Hutton, filozof David Hume i ekonomista Adam Smith. Pod koniec wieku Edynburg miał swoje własne kwitnące Royal Society i inne grupy o różnym stopniu sformalizowania, które zbierały się, aby dyskutować o nauce.

Ciekawe, że rozkwit ten nastąpił w okresie zaniku znaczenia Edynburga jako stolicy. W XVII w. Anglia i Szkocja stanowiły dwa oddzielne państwa z jednym królem: oba miały swoje własne parlamenty i własne prawa. Na początku XVIII w. powstała unia i odtąd członkowie parlamentu i czołowi przedstawiciele szlachty szkockiej zasiadali w parlamencie w Londynie, który stał się stolicą nie tylko Anglii, lecz całej Brytanii. Unia w porę przyniosła industrializację i prosperity do nizinnej części Szkocji i przez cały XVIII w. Edynburg robił wrażenie raczej metropolii niż miasta prowincjonalnego.

Tak więc, o chemii dyskutowano i myślano w różnych miejscach, ale nigdzie nie dyskutowano wyłącznie o chemii, ani nie publikowano prac z tego zakresu; w rzeczywistości było kilka towarzystw, w których

nauka była wyłącznym tematem spotkań i badań, jednak nie było prawie nikogo, kto mógłby utrzymać się z nauki. W owych czasach, z powodu braku specjalizacji, granice między naukami nie były jasne i często przebiegały zupełnie inaczej, niż moglibyśmy się spodziewać. Jesteśmy niekiedy zaskoczeni rozmiarami aktywności wielkich ludzi XVII i XVIII w. Wśród założycieli Royal Society znajdujemy anatoma roślin Nehemiaha Grewa, piszącego książkę o chemii, zaś chemik Robert Boyle pisał o medycynie i teologii. Henry Cavendish prowadził studia z zakresu zarówno chemii pneumatycznej, jak i fizyki matematycznej, zaś Joseph Priestley pisał klasyczne prace o gazach, optyce doświadczalnej i elektryczności. Chemik był profesjonalistą, lecz działał aktywnie również w innych dyscyplinach mniej lub bardziej związanych z chemią, co może stanowić źródło słabości: J. J. Berzelius opisuje prace Humprey Davy'ego z pierwszych dwóch dekad XIX w. jako błyskotliwe; to samo można powiedzieć o Pristleyu, ponieważ kierował swą uwagę z jednego przedmiotu na inny. Ci, którzy mogli planować niezawodowe kariery, byli prawdopodobnie w mniejszym stopniu zmuszeni do ogólnego planowania swej pracy chemicznej. Tego typu sprawy można lepiej wyjaśnić posługując się dokonanym przez Wilhelma Ostwalda rozróżnieniu temperamentu klasycznego i romantycznego. W każdym razie wydaje się prawdą, że w XVIII w. chemicy, jak i inni ludzie nauki, mieli świadomość działania w cieniu Izaaka Newtona. Z jego dzieł czerpali poglądy na metodę i istotę prawdziwej nauki i swój światopogląd. Opublikowano niewiele prac Newtona z zakresu chemii i alchemii, zatem paradygmat który przejęli, był przedstawiony w jego dziełach z zakresu astronomii i optyki [2].

W astronomii Newton osiągnął niezwykły sukces wykazując, że wszystkie ruchy ciał niebieskich wynikają z trzech praw ruchu, które wydają się dostatecznie oczywiste, aby być aksjomatami, oraz z prawa przyciągania grawitacyjnego. W XVIII w. astronomowie i matematycy ustalili, w jakim stopniu jego teoria była dokładna. Kulminacją tej działalności były obliczenia P. S. Laplace'a, według których zaburzenia w orbitach planet rozpatrywane w dostatecznie długim czasie równoważą się, co spowodowało, że sugestia Newtona na temat Boga, który musiałby od czasu do czasu nastawiać zegar niebieski, stała się niepotrzebna. Ten ideał astronomiczny był nauką bez hipotez, na przykład co do natury

---

[2] Poruszone tu zagadnienia są tematem książki *Chemists by Profession* C. A. Russella, N. G. Coleya i G. K. Robertsa, London 1977. J. Morrell i A. Dracheray w książce *Gentelmen of Science* (Cambridge 1981) przedstawiają stosunki między nauką prowincjonalną i metropolitalną we wczesnych latach XIX w. Na temat Brytanii i Leidy zob. E. A. Underwood: *Boerhaave's Men.* Edinburg, 1977; R. E. Schofield: *The Lunar Society of Birmingham.* Oxford 1963; D. S. L. Cardwell (ed.), *John Dalton and the Progress of Science.* Manchester 1968.

sił, w której to nauce zachowane były dokładne związki liczbowe i możliwe było ścisłe przewidywanie.

W optyce sam Newton nie był w stanie osiągnąć tego rodzaju ścisłości. W astronomii nie można było robić doświadczeń, podczas gdy optyka była doświadczalna. Eksperymenty Newtona z pryzmatami, soczewkami i teleskopem zwierciadlanym stały się klasyczne. I tutaj Newton unikał hipotez co do natury światła, jednakże w „komentarzach" dodanych do ostatniego wydania swojej *Optyki* skrytykował teorię falową i doszedł w sposób oczywisty do faworyzowania korpuskularnej teorii światła. W innych rozważaniach deklarował pogląd, że najprawdopodobniej Bóg stworzył na początku materię z twardych, posiadających masę, niezniszczalnych cząstek. Podobnie jak wielu mu współczesnych, unikał nazwania tych cząstek atomami, ponieważ teoria atomistyczna była od starożytności wiązana z ateizmem. Bóg mógłby, jeśli by taka była Jego wola, stworzyć, podzielić, lub zniszczyć podstawowe cząstki, a słowo „atom" mogło oznaczać, że nawet On nie mógłby tego uzyskać. Stąd termin Roberta Boyle'a „Korpuskuła" (przyjęty w 1897 r. przez J. J. Thomsona dla elektronu) był często preferowany, a termin „filozofia korpuskularna" używany dla teorii atomistycznej.

TEORIA MATERII

Optyka przeto dostarczała chemikom przykładu nauki zależnej od doświadczenia, podtrzymując równocześnie nadzieję na całkowicie matematyczne traktowanie chemii. Wydawało się, że wykazano, iż kolor, tj. „wtórna jakość", zależy od ilościowych aspektów światła, ponieważ światło jest mieszaniną wszystkich kolorów tęczy. W ciałach kolor (a bez wątpienia również smak i zapach) był dostrzegalny w wyniku pewnego uporządkowania cząstek, które jako takie nie miały koloru. Programem chemików było pokazać w jaki sposób uporządkowania cząstek mogły dać tak wiele różnych właściwości wszystkich rzeczy, które znajdujemy dookoła.

Łatwą drogą wiodącą do rozwiązania tego problemu byłoby stwierdzenie, że podstawowe cząstki tworzące ciała są niepoliczalne różnych rodzajów; jednakże Boyle i Newton nie zezwalali na to. Ich cząstki były wszystkie stworzone z tego samego tworzywa: obojętnej i nieświadomej materii i gdyby się miały czymś różnić, to jedynie wielkością i kształtem. Cząstki złota nie były bardziej gęste niż cyny; było ich tylko więcej w danej objętości. Pogląd ten był zgodny z atomizmem świata starożytnego i homojomerią Anaksagorasa, którą w XVII w. wyśmiewano jako atomizm „bękarci". A więc cząstki, czy też korpuskuły, do których powszechnie odwoływano się w XVIII w., różniły się bardzo od atomów pierwiastków, postulowanych przez Johna Daltona we wczesnych latach XIX w.

Ci, którzy wierzyli w podstawowe, identyczne cząsteczki, nie mogli zaakceptować nieredukowalnych pierwiastków, i w istocie Lavoisier zaproponował swoje pierwiastki w wyraźnej opozycji do teorii korpuskularnej, głosząc, że nic nie wiemy o takich cząsteczkach, i że postulowanie ich to skażenie chemii metafizyką. Krytyka ta odbiła się echem pod koniec wieku w poglądach Georga Stahla, dla którego teoria korpuskularna była powierzchowna i nie zgłębiała istoty rzeczy, tj. w zasadzie dawała mętne wyjaśnienie, nie biorąc pod uwagę żadnych faktów. Z pewnością teoria korpuskularna nie była „oszukańczą" i można argumentować, że osiemnastowieczna chemia, może szczególnie brytyjska, cierpiała z powodu przedwczesnej „rewolucji" naukowej. Boyle i Newton zbyt szybko skierowali chemików ku podstawowym pytaniom, na które nie można było jeszcze dać zadowalających odpowiedzi.

Tak więc rewolucja naukowa nadeszła dopiero wtedy, gdy Lavoisier i jego uczniowie zaczęli zajmować się bardziej określonymi problemami; podobnie było wcześniej, gdy Galileusz pytał jak spadają ciała sztywne, a nie w jaki sposób możliwy jest ruch.

Metale, w większości znane wówczas jako tlenki, i niemetale, takie jak siarka czy fosfor, były dla zwolenników teorii korpuskularnej stabilnymi konfiguracjami pierwotnych cząstek, czasami zwanymi „pierwotnymi mieszaninami". Podobnie do rodników w późniejszej chemii organicznej, konfiguracje te zachowały identyczność podczas wielu przemian chemicznych. Alchemia stawiała sobie rozsądny cel: jeśli pierwotne cząstki żelaza i złota są identyczne, to zamiana jednego metalu w drugi jest tylko kwestią znalezienia odpowiedniej procedury doświadczalnej. Boyle miał rzeczywiście argumenty przeciwko alchemii, ale odrzucone, ponieważ zdawały się stać na drodze poważnym badaniom chemicznym.

Newton spędził dużo czasu nad swoimi doświadczeniami alchemicznymi i kontynuował je nawet wówczas, gdy nie powiodły się próby powtórzenia wyników uzyskanych przez wcześniejszych alchemików. Swoją teorię materii uzupełnił ideą, że cząstki nie utrzymują się razem przez zaczepy — co dla niego stanowiło podstawowy problem — a dzięki siłom. Na hipotetyczne wiązanie nie można się było zgodzić, zaś w realność sił nie można było wątpić — zwłaszcza po sukcesie jego własnych prac nad grawitacją. Grawitacja wydawała się być siłą działającą na każdą cząstkę materii we wszechświecie. Ponieważ odnosiło się to do Ziemi, Słońca i Księżyca, powinno również odnosić się do poziomu submikroskopowego: zmiany stanu i zmiany chemiczne można by wyjaśnić poprzez siły, podobnie jak ruch ciał niebieskich. Niektórzy newtoniści, jak na przykład Roger Cotes, który opublikował drugie wydanie newtonowskich *Principiów* nadali teorii grawitacji znaczenie instrumentalne. Nie potrafili opisać działania na odległość, byli więc szczęśliwi, że mogli użyć teorii jako narzędzia. Wydaje się, że sam Newton wierzył w siły,

nawet wówczas, gdy nie mógł wyjaśnić, jak one działają; nie był dogmatycznym wyznawcą modeli mechanicznych.

Kłopot polegał na tym, że o ile grawitacja była uniwersalna, o tyle przyciąganie chemiczne miało charakter wybiórczy; niektóre substancje rozpuszczały się lub reagowały ze sobą, a inne nie. Reakcje chemiczne różniły się między sobą szybkością i gwałtownością. Ponadto istniała potrzeba wprowadzenia sił odpychających, aby wyjaśnić zjawisko elastyczności i sposób, w jaki kurczy się nawet złoto, jeśli je ochłodzimy. Podstawowe cząstki nie mogą zmieniać rozmiarów w zależności od temperatury, kurczenie się musi więc wynikać z nich wzajemnego przybliżania się; musi przeto występować między nimi przestrzeń i siła odpychająca, utrzymująca je w pewnej odległości. W substancjach lżejszych musi być zatem proporcjonalnie więcej przestrzeni między cząstkami. Lżejsze metale wydają się łatwiej rozpuszczać w kwasach, które mogą je łatwiej penetrować. Wokół każdej cząstki muszą przeto występować siły odpychające o krótkim zasięgu, a następnie siły przyciągające o różnej wielkości i zasięgu, aż przy dostrzegalnych odległościach występuje jedynie przyciąganie grawitacyjne.

Newton uważał, że odbicie światła zachodzi tuż nad powierzchnią i że w przypadku zderzenia w kontakt wchodziły raczej siły odpychające, a nie cząstki jako takie. Jego uczniowie, jak na przykład Gowin Knight, redukowali rozmiary cząstek tak dalece, że można było sobie wyobrazić, iż cała materia układu słonecznego zawarta jest w łupinie orzecha. W 1763 r. R. J. Boscovich przedstawił pogląd, że atomy są zaledwie punktami, z których promieniują siły. Siły te, odpychające blisko środka atomu, wzrastają do nieskończoności tak, że dwa atomy nie mogą zajmować tej samej przestrzeni, dalej przechodzą łagodnie w siły przyciągające, dalej znów w odpychające itd., kończąc się jako przyciąganie grawitacyjne. Jest przeto możliwych kilka stabilnych międzyatomowych odległości odpowiadających kombinacjom chemicznym, ciału stałemu itd. Teoria ta stała się popularna w Brytanii w ostatnim dwudziestoleciu XVIII w.; została przyjęta przez Priestley'a, a następnie w całej Szkocji.

Priestley interesował się nią nie dlatego, że sądził, iż może ona znaleźć jakieś określone zastosowanie w chemii, ale dlatego, że czyniła cząstki materii aktywnymi, a nie biernymi centrami sił. Jako materialista i nieortodoksyjny chrześcijanin, sądził, że dynamiczny atomizm Boscovicha pozwala mu porzucić przekonanie, iż rodzaj ludzki składa się z radykalnie różniących się ciał i dusz. Dla niego ludzie byli po prostu materią; zamiast nieśmiertelności duszy podkreślał zmartwychwstanie ciała. Poglądy Priestleya wywołały oburzenie Boscovicha, a po rewolucji francuskiej w 1789 r. uczyniły go niepopularnym w Anglii, gdzie uważano, że materializm prowadzi do niepokojów.

Wpływ Newtona na chemię nie dotyczył tych metafizycznych rozważań. Uczony ten miał nadzieję zmierzyć w jakiś sposób powinowactwa chemiczne i uszeregować metale. Wydawało się, że klucz do rozwiązania zagadnienia leżał w reakcjach wymiany. Żelazny gwóźdź zanurzony do roztworu siarczanu miedzi rozpuszczał się, a miedź wytrącała się. A więc żelazo zastępuje miedź, jego powinowactwo do kwasu siarkowego musi być większe, zatem należy postawić żelazo ponad miedzią w klasyfikacji metali. Pomiar względnych powinowactw wydawał się drogą do uczynienia z chemii prawdziwej nauki, toteż wielu chemików reprezentujących tradycje newtonowskie było zaprzątniętych sporządzaniem tabel powinowactwa. Tak więc, przetłumaczono na angielski tabele Torberna Bergmana, a w 1809 r., a więc stosunkowo późno, Thomas Young, znany ze swej falowej teorii światła, opublikował w czasopiśmie Royal Society „Philospohical Transactions" wiele tabel powinowactwa opierając się na reakcjach wypierania, wymiany prostej i podwójnej.

Tego rodzaju próbie uczynienia chemii nauką ilościową przeszkadzał fakt, że strącanie nie zależało wyłącznie od powinowactwa, ale również od skomplikowanej równowagi rozpuszczalności reagentów. Z badań nad powinowactwem nauczono się dużo o reakcjach chemicznych, ale nauka nie stała się jednoznacznie ilościowa. W 1800 r., podobnie jak w 1700 r., chemia ciągle czekała na swojego Keplera i Newtona. Korpuskularna teoria Newtona sugerowała również, że najgęstsze metale, w których cząstki były najbliżej siebie, prawdopodobnie rozpuszczały się w kwasach najgorzej, ponieważ były trudniejsze do spenetrowania niż metale lżejsze, a poza tym oferowała mało pomocy w zwykłej pracy doświadczalnej.

CHEMIA PNEUMATYCZNA

Idee Newtona były więc w istocie bardziej poglądem na świat, niż określoną teorią chemiczną. Osiemnastowieczni chemicy brytyjscy mieli największe sukcesy w studiach nad gazami, tutaj udało się im zdobyć dla chemii olbrzymie obszary, ponieważ przed 1700 r. gazy nie były badane. Helmont opisał gazy na początku XVII w. i prawdopodobnie rozpoznał dwutlenek węgla jako charakterystyczny produkt spalania, ale ten kierunek jego pracy nie był wówczas kontynuowany. Chemicy, ogólnie rzecz biorąc, byli przywiązani do przekonania o istnieniu czterech elementów: ziemi, powietrza, ognia i wody lub do paracelsowskich zasad: siarki, rtęci i soli. Były one różne od potocznie rozumianych substancji oznaczonych tymi nazwami. Zwykła ziemia ogrodowa lub sól morska miała zawierać w większości dany element, ale jak każda zwykła materia zawierała również nieco wszystkich innych elementów lub zasad.

To czy bardziej podstawowe były cztery elementy, czy trzy zasady pozostawało kwestią otwartą [3].

To, co opisalibyśmy jako gaz, było dla większości chemików XVII a nawet i XVIII w. bardziej lub mniej zanieczyszczonym powietrzem. John Mayow w 1674 r. opublikował wyniki przeprowadzonych w Oxfordzie doświadczeń nad spalaniem, ale nie przyciągnęły one wówczas uwagi. Próbował wprowadzić teorię cząstek azotowo-powietrznych, które, jak wierzył, występują w powietrzu i są niezbędne do podtrzymania oddychania lub palenia. Sto lat później praca jego okazała się na czasie, ale teoria, która za nią stała, była w istocie tak odmienna, że nie można pracy Mayowa uznać za antycypację odkrycia tlenu.

Z drugiej strony, bardzo dobrze znano prace Boyle'a. Interesowała go sprężystość powietrza. Badania w tym zakresie zaowocowały prawem, które później opatrzono jego nazwiskiem. Ogłaszając je drukiem w 1662 r. podał tabelę ukazującą prawdę „hipotezy, zakładającej, że ciśnienie i objętość gazu są odwrotnie proporcjonalne". Boyle nie wierzył w cztery elementy, lecz w teorię korpuskularną. Mógł więc traktować różne gazy tak, jakby były różnymi metalami.

Wydaje się, że Boyle był zainteresowany głównie fizycznymi właściwościami gazów, bardziej, niż ich chemicznymi różnicami, toteż właściwa chemia pneumatyczna rozpoczyna się raczej pracami Stephena Halesa, który opublikował swoją *Vegetable Staticks* w 1727 r. Hales, który był pastorem w Teddnigton około Londynu, interesował się głównie nie chemią, lecz botaniką i zoologią. Pragnął wprowadzić liczby, miary ciężaru i długości do tych nauk poprzez pomiar ciśnienia soków w roślinach i ciśnienia krwi u zwierząt. Boyle wprowadził pomiar ciśnienia, już wcześniej Harvey zauważył, że serce jest pompą powodującą krążenie krwi, jednakże ilościowe podejście Halesa było nowością i przyniosło mu uznanie Royal Society i francuskiej Akademii Nauk. Jego doświadczenia na zwierzętach wydawały się niektórym z jego współczesnych, na przykład poecie Alexandrowi Pope, brutalne i musiały być wykonywane w zgodzie z kartezjańskim przekonaniem, że zwierzęta są raczej automatami niż czującymi organizmami.

Hales zauważył, że czasami wraz z sokiem wydobywają się pęcherzyki powietrza, toteż część *Vegetable Staticks* poświęcona była badaniom powietrza znajdującego się w zwierzętach, roślinach i minerałach, jednakże ilościowe metody były w tym przypadku mniej ewidentne niż w jego botanice. Aby zbierać powietrze, zbudował pneumatyczną wannę, w której gaz wypierał w dół wodę z naczynia odwróconego nad wodą tak, jak w późniejszych, osiemnastowiecznych urządzeniach. Zbudował

[3] Na temat newtonowskiej teorii materii zob. A. Thackray: *Atoms and Powers*. Cambridge, Mass. 1970; T. Levere: *Affinity and Matter*. Oxford 1971; D. M. Knight: *Atoms and Elements*. 2nd ed., London 1970 i tenże *Transcendental Part of Chemistry*. Folkestone 1978.

również przyrząd, w którym paliła się świeca (a później był umieszczony ptak lub mysz) w powietrzu znajdującym się w naczyniu odwróconym nad wodą, aby w ten sposób obserwować kurczenie się powietrza.

Cytując często newtonowskie *Queries* Hales wykonał wiele doświadczeń, usiłując zanalizować powietrze, aby wykazać, że duża jego część była „wtopiona w skład zwierząt, roślin i substancji mineralnych". Oceniał ilości powietrza poprzez destylowanie substancji i zbieranie „prawdziwego, trwałego powietrza". Na przykład, jeden cal sześcienny łoju dawał osiemnaście cali sześciennych powietrza, podczas gdy pół sześciennego cala muszli ostryg dawało 162 cale sześcienne. W przypadku soli amoniakowej nie wytwarzało się powietrze, a przeciwnie, następowało zmniejszenie objętości w odbieralniku, czego nie był w stanie wyjaśnić. Stwierdził, że pół sześciennego cala węgla dawało 180 sześciennych cali powietrza, które ważyło prawie jedną trzecią tego, co wyjściowy węgiel. Fermentacja (włączając reakcje chemiczne takie, jak między muszlą ostrygi a octem) również dawało powietrze. Gdy świece paliły się w powietrzu, jego objętość zmniejszała się lub, jak to interpretował Hales, powietrze traciło swoją sprężystość. To samo następowało, gdy zwierzęta były umieszczone w zamkniętym naczyniu ponad wodą i gdy sam Hales wdychał i wydychał powietrze zawarte w pęcherzu.

Hales wykonywał doświadczenia z różnymi gazami, zbierając próbki jednych i rozpuszczają inne w wodzie w swoim aparacie. Jednakże nigdy nie myślał o nich jak o oddzielnych rodzajach chemicznych lub jakościach mających jakieś właściwości chemiczne, lecz traktował je po prostu jako mniej lub bardziej dobre i czyste próbki powietrza, które zostało utrwalone w substancjach stałych lub ciekłych i uwalniało się w trakcie destylacji. Pozostałość, którą znajdował w aparacie destylacyjnym, musiała bardzo różnić się od materiału wyjściowego, jednakże nie śledził tego. Jego zainteresowanie dla różnych rodzajów powietrza było w istocie zainteresowaniem fizyka mierzącego objętości i prężności, a nie chemika, chemii pneumatycznej potrzebne były bowiem nowe podstawy teoretyczne. Z drugiej strony, Hales zbudował aparat, który mógł być ulepszony i zastosowany przez myślących bardziej chemicznie następców i który wzbudził zainteresowanie u jego współczesnych. Prace Halesa były znane nie tylko w Brytanii, ale i we Francji [4].

Następny etap rozwoju chemii można zaobserwować tam, gdzie jej nauczano, to jest w Szkocji, w szkołach medycznych Edynburga i Glasgow. Dwiema kluczowymi postaciami byli tutaj William Cullen i Joseph

---

[4] *Vegetable Staticks* Halesa wydał M. Hoskin, London 1961; A. L. Donovan: *Philosophical Chemistry and the Scottish Enlightenment*. Edinburgh 1975; R. E. Schofield (ed.): *A Scientific Autobiography of Joseph Priestley*. Cambridge, Mass. 1966. Istnieje reprint Priestleyowskich *Experiments and Observations on Air (1790)*. New York (1970); z okazji 250 rocznicy urodzin Priestleya należy się spodziewać nowych publikacji.

Black, przedstawiciele szkockiego oświecenia i kolejni profesorowie w Glasgow i Edynburgu. Cullen był wybitnym nauczycielem, podkreślał użyteczność chemii i dopomógł w doprowadzeniu do oddzielenia jej od medycyny i filozofii naturalnej (naszej fizyki) i uczynienia z niej dyscypliny autonomicznej. Nie publikował swoich prac i nie dokonał wielkich odkryć. Wykonywał prace dotyczące gaszenia wapna, ponieważ interesował się użyźnianiem i „ulepszaniem" gleby, a także dotyczące wrzenia cieczy pod zmniejszonym ciśnieniem. Te kierunki badań rozszerzył później. Problemy stawiane przez Cullena nie były zbyt ogólne ani też ilościowe. Unikał angażowania w nie sił i cząstek, pozostając — podobnie jak Hales — newtonistą raczej z metody niż z przekonania.

Black był pod każdym względem jedną z wielkich postaci w dziejach chemii. W latach 1756—1766 pracował w Glasgow wraz z Jamesem Wattem, który dokonywał ulepszeń w swoim silniku parowym, rozwijając teorię ciepła utajonego. Black opublikował w 1756 r. swoją pracę dotyczącą kaustyczności i związanego powietrza. W dwa lata później została ona przedstawiona w Edynburgu w związku z ubieganiem się Blacka o stopień doktora medycyny. Jego badania rozpoczęły się od *magnesia alba*, czyli węglanu magnezu, od dawna stosowanego jako lekarstwo w przypadku niestrawności; potem okazało się, że *magnesia alba* zawiera wapień i stanowi węglan wapnia. Stwierdziwszy, że magnezja traci tak znaczną część masy w czasie prażenia, postanowił zbadać jej część lotną. Prażona magnezja nie burzyła się w czasie rozpuszczania w kwasie w przeciwieństwie do *magnesia alba*, a więc różnica między nimi polegała na tym, że ostatnia zawierała powietrze w postaci związanej.

Następnym etapem pracy Blacka było zważenie składników, aby tym sposobem stwierdzić, ile powietrza uwalnia się z *magnesia alba*. Black wnioskował, że żrące właściwości prażonej magnezji czy też wapienia, nie wynikają z czegoś, co pochodzi z ognia, ale z tego, co było właściwe dla „czystej ziemi", a co nie ujawniało się po jej połączeniu z powietrzem. Wykazał później, że powietrze, które absorbuje wapno niegaszone jest innego rodzaju niż powietrze w swojej zwykłej formie — jest „szczególnym rodzajem" powietrza. Prace Blacka wykazały więc, że gazy odgrywają rolę chemiczną i chociaż ciągle używano terminu „powietrze", było jasne, że istnieją różne rodzaje „powietrza". Badania Blacka nad ciepłem utajonym zdawały się wykazywać w dość podobny sposób, że ciepło w trakcie zmiany stanu skupienia łączy się w określonych ilościach z materią; w ten to sposób ciepło i gazy weszły do nauk chemicznych w połowie XVIII w.

Jego podejście było tak „nowatorskie", że nie interesował się szczególnie chemiczną teorią spalania Stahla. Według tej teorii to, co się spala zawiera flogiston. Zakładano, że flogiston jest oddawany w czasie spalania, toteż teoria ta była sensowna w odniesieniu do wielu reakcji che-

micznych przy założeniu, że nie stawia się pytania o zmianę masy. U niektórych autorów flogiston zdawał się być substancją raczej podobną do innych reagentów, których próbki można było zebrać w próbówce. U innych był czymś mniej namacalnym, podobnym raczej do chemicznej energii potencjalnej. Niektórzy autorzy nigdy nie byli pewni co to takiego. Jednakże teoria ta dostarczyła sposobów interpretacji i pod koniec XVIII w. w Brytanii wielu chemików było zwolennikami koncepcji flogistonu.

W 1783 r. po przeprowadzce z Glasgow do Birmingham w celu zbudowania silników parowych razem z Mattew Bultonem, Watt zaproponował, aby uznać jeden ze starożytnych elementów — wodę, za substancję złożoną. Wnioskiem tym wyprzedzał człowieka, który stał się jednym z wielkich chemików pneumatycznych i znakomitym fizykiem — Henry Cavendisha. Cavendishowie byli wybitną rodziną arystokratyczną, zaś Henry — bogatym samotnikiem, którego badania nie zostały opublikowane za jego życia, gdyż usatysfakcjonowany własną niezwykłością, wstrzymał ich wydawanie drukiem. Jednakże w 1766 r. ogłosił pracę na temat „sztucznych rodzajów powietrza" (syntetycznych gazów). W pracy tej wykazał istnienie „palnego powietrza", czyli wodoru. Doszedł do wniosku, że ten właśnie gaz mógłby być flogistonem. W 1783 r. wykazał stałość składu atmosfery niezależnie od miejsca pobrania próbek, co spowodowało utrwalenie się, aż do XIX w., przekonania, że powietrze jest raczej związkiem niż mieszaniną tlenu i azotu, jak nazwano te gazy. W latach 1784—1785 Cavendish wykazał ponad wszelką wątpliwość, że woda jest związkiem, mimo iż istniały w Anglii prace opublikowane jeszcze później, na początku XIX w., przemawiające za prostą naturą wody; wyniki doświadczeń rzadko potwierdzały teorię, chociaż często czyniły ją mniej lub bardziej użyteczną.

Cavendisha można przeciwstawić współczesnemu mu Josephowi Priestleyowi, urodzonemu w 1733 r. Priestley był dysydentem, pochodził z rodziny tkaczy w Yorkshire; został wychowany w kalwinizmie, jednakże w sprawach religii stawał się z biegiem czasu bardziej liberalny i skończył jako unitarianin, odmawiając boskości Jezusowi. Jest autorem wielu kontrowersyjnych rozważań teoretycznych i przez całe życie zdobywał środki utrzymania jako kapłan w różnych kongregacjach dysydenckich. Jego aktywność polityczna, radykalizm i sympatie dla rewolucji francuskiej 1789 r. wywołały w odwecie grabież jego domu w trakcie zamieszek inspirowanych przez rząd tak, że ostatnie lata życia (1794—1804), spędził w Stanach Zjednoczonych. W przeciwieństwie do prac Cavendisha, jego pisma naukowe są pozbawione cech formalnych. Priestley nie usiłował przedstawiać swojej pracy w formie gładkiego wywodu indukcyjnej czy dedukcyjnej logiki, uważając (podobnie jak Kepler), że ktoś zauważywszy błędne wnioski powinien szybko publikować swe spostrzeżenia tak, aby inni mogli przyłączyć się do

eksploracji nowych dziedzin badawczych. Jego artykuły są przeto nieuporządkowane, jakby prowizoryczne, co mogło doprowadzić do niedoceniania Priestleya. Odwoływał się też do roli przypadku w odkryciu naukowym głosząc, że szanse mają ci, którzy są przygotowani, aby ją wykorzystać, gdy nadejdzie; Priestley nie był więc tylko zwykłym amatorem, który miał szczęście.

W 1765 r. Priestley został zachęcony przez Benjamina Franklina do napisania historii i zarysu nauki o elektryczności. Czyniąc to, rozpoczął od powtarzania doświadczeń innych, a potem przeszedł do całkiem nowych, wykazując wiele umiejętności w ich wykonaniu i planowaniu. Później napisał również podobną pracę z zakresu optyki, a około 1770 r. zwrócił swoją uwagę ku chemii. Nauka ta, nie posiadająca podstaw matematycznych, okazała się dla niego ideałem; stał się jednym z największych w dziejach nauki odkrywców nowych substancji, zwłaszcza gazów. Teoria materii Priestleya mówiła o aktywnych punktowych masach; w chemii był zdecydowanym flogistykiem, opublikował *Doctrine of Phlogiston* w Ameryce w 1800 r.

Wiek osiemnasty był w Brytanii okresem wielkiego rozwoju uzdrowisk i często namawiano chemików do przeprowadzania analizy wody mineralnej. Priestley uzyskał swoją pozycję chemika gdy stwierdził, że gaz nad kuflem piwa jest powietrzem związanym Blacka. Pokazał jak należy rozpuszczać ten gaz w wodzie pod ciśnieniem, aby uczynić ją musującą. Jego woda sodowa okazała się wielce popularna; tak więc wykazał, że niektóre gazy mogą rozpuszczać się w wodzie. W latach 1770-tych Priestley był bibliotekarzem lorda Shelburna wybitnego polityka, premiera z lat 1782—1783; w tym właśnie czasie wykonał większość swoich prac chemicznych. Jego najważniejszą innowacją było zbieranie gazów nad rtęcią zamiast nad wodą. Umożliwiło mu to wykrycie chlorowodoru, dwutlenku siarki, amoniaku i tlenku azotu. W 1790 r. Priestley opublikował trzytomowe dzieło *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*, w którym uporządkował różne doświadczenia w większym stopniu niż w publikacjach oryginalnych, lecz nawet tutaj styl jego był bardzo swobodny — informacje o odkryciach chemicznych były więc dostępne dla wszystkich zainteresowanych, nawet takich, którzy nie mieli odpowiedniego przygotowania.

W 1774 r. Priestley otrzymał — drogą podgrzewania tlenku rtęci — gaz nazywany później tlenem. Używał przy tym szkła żaroodpornego, aby uniknąć zanieczyszczeń. Wykazał, że „powietrze" to lepiej podtrzymywało życie i spalanie niż zwykłe powietrze; wydawało się ono szczególnie dobre do oddychania lub „zdeflogistowania", a więc do absorbowania większych ilości flogistonu niż zwykle powietrze. Priestley stwierdził, że mysz żyła w nim dłużej niż w zwykłym powietrzu, ale teoria flogistonu nie mogła mu wyjaśnić relacji między tym „nowym powietrzem" a azotem, który, jak wierzył Priestley, był uflogistonowanym

powietrzem. Kontynuując swoje badania, Priestley wymyślił test „dobroci" powietrza używając „azotowego powietrza" (NO), które złączone z tlenem daje zmianę objętości. Priestley nigdy nie zrozumiał w pełni chemicznego znaczenia gazu, który sam odkrył; dopiero Lavoisier stworzył teoretyczną interpretację pracy Priestleya i w ten sposób wywołał rewolucję w chemii. „Odkrycie" tlenu należy zatem przypisać raczej im obu (z uznaniem zasług C. W. Scheelego) niż któremukolwiek z nich z osobna.

Tradycje chemii pneumatycznej Priestleya miały znaczenie dla następnej generacji chemików. Wczesne prace chemiczne Johna Daltona dotyczyły rozpuszczalności gazów w wodzie i stałości składu atmosfery. Młody Humprey Davy korespondował ze starym Priestleyem. Opublikowana w 1800 r. praca Davy'ego o tlenku azotu, oparta na wynikach badań Priestleya, była przedmiotem jego podziwu. Na początku XIX w. chemicy w Brytanii, mimo iż cenili grawiometryczne podejście Lavoisiera, mieli jednak ciągle predylekcje do pracy wolumentrycznej. Dysponowali aparaturą do badań pneumatycznych, którą — według projektu Priestleya — wykonał jego przyjaciel, garncarz Josiah Wedgwood; Priestley, podobnie jak Lavoisier, był bardzo staranny w podawaniu pełnego opisu swojego wyposażenia.

CHEMIA STOSOWANA

Priestley pomógł wprowadzić chemię do botaniki — był jednym z tych, którzy doprowadzili do odkrycia fotosyntezy. Inni również korzystali z chemii jako nauki pomocniczej. A więc James Parkinson, chirurg londyński, znany z opisania drżączki poraźnej (choroby Parkinsona), używał kwasów mineralnych do rozpuszczania i usuwania zwapniałych części skamienielin, aby móc zbadać ich strukturę; lord Dundonald próbował zastosować prawidła chemiczne do użyźniania gleby. Osiemnastowieczna Brytania przeżywała pierwszą rewolucję przemysłową i chemia była wprzągnięta w wiele ważnych ekonomicznie procesów. Aż do XIX w. nie istniał przemysł korzystający z osiągnięć chemii; w XVIII w. rola chemika była bardzo ograniczona. Mógł on kontrolować praktykę wytwarzania ałunu lub upowszechniania nawozów i próbować opisać w sposób chemiczny zaobserwowane procesy. Mógł więc racjonalizować, na przykład, praktykę nawożenia, zalecając użycie nawozu zanim ulotni się z niego amoniak. Mógł sugerować sposoby bardziej ekonomicznego użycia niektórych droższych składników i substytutów dla składników dostępnych w niewielkich ilościach. Przemysłowcy w Brytanii byli zawsze ostrożni w kontaktach z ekspertami i w trudnych sytuacjach woleli wezwać kosztownego ale wybitnego znawcę; pod ko-

niec XVII w. chemicy byli już w stanie pomóc. W farmacji Thomas Henry, mecenas Daltona, był jak się wydaje pierwszym, który reklamował swoją „magnezję", stosowaną przy zaburzeniach żołądkowych, jako chemicznie czystą, nie odwołując się do przypadków, w których obserwowano pozytywne skutki lecznicze; i z pewnością zarabiał na tym bardzo dobrze [5].

Chemię techniczną reprezentował w tamtych czasach, co jest być może zdumiewające, biskup Richard Watson. Został on mianowany profesorem chemii w Cambridge, gdzie pensje były małe i nie istniały formalne programy nauczania, dające jakiekolwiek kwalifikacje chemiczne. Watsonowi udało się przyciągnąć studentów zainteresowanych poznaniem takich zagadnień, jak: wytwarzanie saletry i prochu strzelniczego, destylacja wody morskiej, cynowanie żelaza, topienie rudy ołowiu, natura bitumenu i węgla. Był to okres, w którym właściciele ziemscy — a z tej klasy wywodziła się większość studentów Cambridge — rozpoczęli „ulepszanie" swoich posiadłości: otwierali kopalnie, kamieniołomy i stosowali nawożenie. Wykłady Watsona publikowane w formie książkowej, rozchodziły się dobrze na rynku księgarskim. W ostatnim dwudziestopięcioleciu XVII w. wykłady Davy'ego w Royal Institution i mniej sławne w innych ośrodkach naukowych były kontynuacją tradycji Watsona. Chemię przedstawiono nie tylko jako wyróżniającą się naukę podstawową, lecz również jako znakomity przykład wiedzy użytecznej, o którą dopominał się Bacon.

Istniały przeto w siedemnastowiecznej Brytanii ugruntowane tradycje w niektórych dziedzinach chemii. Wielkie znaczenie miały badania gazów, mniejsze — spekulacje dotyczące materii i sił. Było wielu chemików, ale nie było towarzystwa chemicznego i stanowisk akademickich przeznaczonych dla chemików. Chemii nauczano w ramach kształcenia medycznego lub po prostu przez czytanie, dyskusje, rozmowy i próby eksperymentowania, tak jak to robił Priestley. I on i inni uczynili tę naukę interesującą dla szerokiego kręgu ludzi, rozpowszechniając pogląd, że być może jest to najbardziej podstawowa nauka; z drugiej strony, Watson pokazał jej wartość praktyczną. Między Priestleyem i Lavoisie-

---

[5] W wartościowych seriach *Alembic Club Reprints*, Edinburgh 1898 (i późniejsze reprinty), znajdują się prace Blacka, Scheelego, Mayowa, Priestleya i Cavendisha; na temat Priestleya i Lavoisiera zob. H. Guerlac: *Lavoisier — the Crucial Year*. Ithaca, N.Y. 1961. Krótki przegląd chemii rolniczej w Brytanii na przełomie XVIII i XIX w. zawiera artykuł D. M. Knighta opublikowany w „Annals of Science", vol. 33 (1976), s. 187—96; w ten sam sposób traktuje rewolucję przemysłową D. Landes: *Unbound Prometheus*. Cambridge 1969. Informacje o źródłach: D. M. Knight: *Sources for the History of Science*. Cambridge 1975; P. Corsi, P. Weindling (ed.): *Information Sources in the History of Science and Medicine*. London 1983.

rem i ich protektorami zaczął się nawet pojawiać ów element narodowej rywalizacji, który stał się szczególnie widoczny między Davy'm a Gay--Lussakiem. Na progu XIX w. ta ważna nauka zaczęła osiągać dojrzałość.

Recenzenci: Józef Hurwic, Roman Mierzecki
Z języka angielskiego przełożyła: Małgorzata Walicka.
Weryfikacja tłumaczenia: Stefan Zamecki

Д. Х. Найт

БРИТАНСКАЯ ХИМИЯ В XVIII ВЕКЕ

В статье представлено изучение истории британской химии XVIII века. Она состоит из пяти глав: *Вступительные замечания, Быть химиком, Теория материи, Пневматическая химия, Прикладная химия.*

Во вступительных замечаниях описываются внешние условия, в которых развивалась британская химия после гражданской войны, религиозных волнений и английской революции XVII в. Во второй главе обсуждается статус химика в Британии XVIII века с особым учетом деятельности таких заведений как Royal Society of London и Lunar Society of Birmingham. В третьей главе затрагиваются теоретические предпосылки возникновения атомистических идей на Британских островах (Исаак Ньютон, Джозеф Престли) на фоне европейских исследований в этой области. В четвертой главе описывается развитие пневматической химии (Роберт Бойль, Стивен Хоульс, Вильям Каллен, Джозеф Блек, Генри Кавендиш, Джозеф Престли). В пятой главе приведено описание нарождения прикладной химии в Британии.

D. M. Knight

BRITISH CHEMISTRY IN 18TH C.

The article gives an outline of the development of British chemistry in the 18th century and consists of the following paragraphas: Introductory Remarks, Being a Chemist, Theory of Matter, Pneumatic Chemistry, Applied Chemistry. The first paragraf describes the circumstances in which British Chemistry evolved after the civil war, religious disturbances and the English revolution of the 17th century. The second paragraph deals with the chemist's status in the eighteenth century Britain and stresses in particular the activities of such institution as the Royal Society of London and the Lunar Society of Birmingham. In the third paragraph there is talk about the teoretical premises for the emergence of atomistic conceptions in the British Isles (Izaak Newton, Joseph Priestley) against the background of similar researches on the continent. In the fourth paragraph we learn about the development of pneumatic chemistry (Robert Boyle, Stephen Hales, William Cullen, Joseph Black, Henry Cavendish, Joseph Priestley). The fifth paragraph describes the beginnings of applied chemistry in Britain.