

Zamecki, Stefan

Z badań nad dziejami chemicznej atomistyki. W 150-lecie śmierci Jönsa Jacoba Berzeliusa (1779-1848)

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 43/2, 9-26

1998

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.

Stefan Zamecki
(Warszawa)

Z BADAŃ NAD DZIEJAMI CHEMICZNEJ ATOMISTYKI W 150 – LECIE ŚMIERCI JÖNSA JACOBA BERZELIUSA (1779–1848)

UWAGI WSTĘPNE

Wśród historyków subdziedziny chemii panuje opinia, że szwedzki uczyony, Jöns Jacob Berzelius, był najwybitniejszym chemikiem Europy pierwszej połowy XIX wieku, co w praktyce sprowadzało się do tezy, że był on wówczas najwybitniejszym chemikiem świata. Początki samodzielnego kontaktu Berzeliusa z subdziedziną chemii datują się od 1799 r., a więc w pięć lat po tym, jak Antoine-Lavoisier¹ (1743–1794) został ścięty na gilotynie na Placu Rewolucji w Paryżu. W tym czasie angielski uczyony, John Dalton² (1766–1844), którego propozycje w zakresie chemicznej atomistyki miały za kilka lat być ogłoszone w dziele *A New System of Chemical Philosophy* (vol. I, 1808), prowadził jeszcze badania meteorologiczne, rozważając kwestie postawowe dotyczące konstytucji mieszanin gazów. Obaj – zarówno Lavoisier, jak i Dalton – swymi poglądami wpłynęli znacząco na ukształtowanie się sylwetki naukowej Berzeliusa, chociaż ich wpływy nie były równocenne z punktu widzenia drogi życiowej szwedzkiego chemika.

Tak się ułożyły losy polskiego piarstwa z zakresu historii subdziedziny chemii, że mimo niekwestionowanej wybitności Berzeliusa nie poświęcono mu wielu publikacji w naszym kraju³. Kilka zaledwie prac zasługuje na wzmiankę, co kontrastuje niekorzystnie z piśmiennictwem krajów zachodnich, w których od kilkudziesięciu lat obszernie dyskutowane są osiągnięcia Berzeliusa. Berzelius nie jest wyjątkiem. W Polsce nie napisano, a mam na myśli piarstwo profesjonalne z zakresu historii subdziedziny chemii, żadnej książki poświęconej takim światowej rangi chemikom, jak na przykład: J. Dalton, J.J. Berzelius, C.L. Berthollet,

H. Davy, D.I. Mendelejew, E. Frankland i inni. Historia subdziedziny chemii jest w Polsce metanauką nader opóźnioną w rozwoju, pozostając ciągle na etapie zbieractwa faktów, zwłaszcza w odniesieniu do dziejów rodzimych, i przy znikomym otwarciu na interpretacje owych faktów, analizy metodologiczne etc. Z każdym rokiem maleje liczba profesjonalnych badaczy dziejów tej subdziedziny. Profesjonalna historia subdziedziny chemii w Polsce w dość szybkim tempie „stepowieje” i nie byłoby wcale trudno przewidzieć, kiedy stanie się ona „pustynią” przy utrzymywaniu się obecnych trendów.

U ŹRÓDEŁ ZAINTERESOWAŃ BERZELIUSA CHEMICZNĄ ATOMISTYKĄ

Przedmiotem rozważań niniejszego szkicu jest stosunek Berzeliusa do chemicznej atomistyki wysuniętej przez Daltona wyraźnie w 1808 r., chociaż niektóre jej elementy wystąpiły w jego piśmarstwie już w 1803 r. Chociaż Dalton jawi się autorem, którego piśmarstwo oddziaływało na Berzeliusa, niemniej – patrząc z dłuższej perspektywy na osiągnięcia szwedzkiego chemika – można bronić tezy, że jako kontynuator a zarazem krytyk szczegółów koncepcji Daltona został on ukształtowany wcale nie wyłącznie i nie przede wszystkim przez angielską, czy szerzej brytyjską tradycję badawczą w subdziedzinie chemii. Z takiego punktu widzenia powstanie Daltonowskiej chemicznej atomistyki stanowi – by tak rzec – szczegół modyfikujący wcześniejsze poglądy Berzeliusa na temat struktury materii.

O Daltonie i Berzeliusie wyraża się niekiedy opinię, że o ile pierwszy był „ojcem teorii atomistycznej”, o tyle drugi „jej akuszerem i opiekunem, pełniąc w drugim, trzecim i czwartym dziesięcioleciu XIX wieku z pewnością czołową rolę w rozwijaniu zarówno chemicznego, jak i fizycznego atomizmu”⁴. Aby pełnić taką rolę, Berzelius musiał się do niej odpowiednio przygotować, co nie było ułatwione, gdyż w czasie gdy przyszedł uczonego bronił w Uppsali swej dysertacji z zakresu medycyny (1802), zostając następnie asystentem w katedrze medycyny i farmacji w Szkole Chirurgicznej w Sztokholmie, w czołowych uczelniach na terenie Szwecji żywa była wcale nie atomistyczna tradycja. Oczywiście u źródeł tradycji, do której nawiązał Berzelius, odnaleźć można poglądy Lavoisiera na naturę takich związków chemicznych, jak tlenki, kwasy, zasady i sole. Ale wszak nie tylko Berzelius jawnie odwoływał się do Lavoisierowskiej tradycji. Wcześniej na Wyspach Brytyjskich czynił tak William Higgins (1763–1825) w książce *A Comparative View of the Phlogistic and Antiphlogistic Theories. With Inductions. To which is annexed, an Analysis of the Human Calculus, with Observations on its Origins* (London, 1789). Tenże Higgins po 25 latach ogłosił inną pracę, a mianowicie *Experiments and Observations on the Atomic Theories, and Electrical Phenomena* (Dublin, 1814), powołując się na poprzednią, w której – jak teraz twierdził – antycypował poglądy Daltona w zakresie chemicznej teorii atomistycznej⁵.

Przypadek Higginsa daje dużo do myślenia, zwłaszcza w kontekście możliwych kontrowersji historyków, rozważających ewolucję poglądów w subdziedzinie chemii po Lavoisierze. Okazuje się, że poglądów Daltona w zakresie chemicznej atomistyki nie dzieli przepaść bez dna od poglądów Lavoisiera *explicite* pozbawionych chemicznej atomistyki.

Jako chemik Berzelius wprawdzie rozpoczynał jako lavoisierysta w rozumieniu natury tlenków, kwasów, zasad i soli, niemniej rychło włączył się w nurt badań dość odległy od lavoisierowskich, a mianowicie elektrochemicznych. Świadectwem tych badań są wyniki eksperymentów przeprowadzonych razem z Wilhelmem Hisingerem (1766–1852) ze stosem Volty⁶. Z wyników tych eksperymentów Berzelius później czerpał, budując własną atomistykę, w której znalazły wyraz dualistyczne, w sensie elektrochemicznym, poglądy uczonego na naturę substancji chemicznych. Dodam, że od 1806 r. Humphry Davy (1778–1829) wykonywał podobne eksperymenty, które doprowadziły go do przekonania, że tzw. siła powinowactwa chemicznego jest elektrycznością. W latach następnych Davy przeprowadził elektrolizę żrących alkaliów, odkrywając i po raz pierwszy wyodrębniając sód i potas (1807) oraz wapń i magnez (1808). Zbliżone badania przeprowadzili także Berzelius wraz z Magnusem Martinem Pontinem (1781–1858), dokonując (1808) elektrolizy związków z grupy tzw. ziem alkalicznych i alkaliów, odkrywając przy okazji amalgamat amonu. Ogólnie biorąc, dzięki wysiłkom Davy'ego, Berzeliusa i Pontina ugruntowane zostało przekonanie, wyrażone jeszcze przez Lavoisiera, że zasady i kwasy są tlenkami. Ogólność tego przekonania wkrótce została podważona gdy odkryto kwasy beztlenowe oraz bezwodniki kwasowe⁷.

W 1807 r., przygotowując pierwszy tom podręcznika *Lärbok i kemien*, którego sześć tomów wydano w latach 1808–1830 w Sztokholmie, Berzelius podjął lekturę opublikowanego w latach 1791–1802 we Wrocławiu jedenastoczęściowego dzieła Jaremiasa Benjamina Richtera (1762–1807) *Ueber die neuern Gegenstände der Chemie*. W dziele tym Richter sformułował swe słynne prawo równoważników⁸, stanowiące – obok prawa stałości składu (J.-L. Proust) i prawa stosunków wielokrotnych (J. Dalton) – podstawę stechiometrii. Dwa pierwsze ze wspomnianych praw zostały sformułowane bez użycia atomistycznej terminologii; zresztą chemiczna atomistyka nie została jeszcze zaproponowana. Wszystkie trzy dadzą się sformułować bez tej terminologii, aczkolwiek jej wykorzystanie pozwala na lepsze zrozumienie tych praw, o ile ktoś jest przyzwyczajony do atomistycznego stylu myślenia.

Lektura dzieła Richtera – pisze cytowany już Rocke, przytaczając wypowiedź samego Berzeliusa – „stała się podstawą kierunku moich naukowych wysiłków podczas większości moich najbardziej aktywnych lat życia, czyli dla mojej pracy związanej z *chemicznymi proporcjami*”⁹ (podkr. – S.Z.). Wypowiedź ta eksponuje w gruncie rzeczy stechiometryczne motywy zainteresowania Berzeliusa dziełem Richtera. Ważna to okoliczność wskazująca, że można było badawczo zajmować się stechiometrią nie wyznając poglądów atomistycznych w subdziedzinie chemii.

Warto o tym pamiętać, zważywszy że po wysunięciu chemicznej atomistyki przez Daltona, a nawet po Kongresie Chemików w Karlsruhe (1860), wielu chemików nie deklarowało się jako chemiczni atomiści, chociaż wyznawali oni fizyczny atomizm.

Według opinii Berzeliusa, proporcje równoważnikowe, o których pisał Richter, mogą się okazać wielce pomocne w ustalaniu składu soli, owych – jak uważał – najbardziej skomplikowanych związków nieorganicznych. Tym sposobem Berzelius włączył się w żywą od czasów Georga Ernsta Stahla (1660–1734) *kwantytatywną linię genetyczną* w dziejach subdziedziny chemii, reprezentowaną przez takich badaczy, jak: W.Homborg, E.F. Geoffroy, T.Bergman, C.F. Wenzel, R.Kirwan, A.-L. Lavoisier, A.-F. Fourcroy, L.B. Guyton de Morveau, J.B. Richter, C.-L. Berthollet, J.-L. Proust, W.Higgins, J.Dalton i bardzo wielu innych. Owa linia genetyczna miała swoje znaczące przedłużenia w XIX w., krzyżując się niejednokrotnie z linią *chemicznej atomistyki*.

Oczywiście w dalszym tle zainteresowania Berzeliusa chemiczną atomistyką odnaleźć można zarówno klasyczny atomizm, reprezentowany przez Leucypa, Demokryta, Epikura czy Lukrecjusza, jak również nowożytny atomizm dający się wydobyć z pism P. Gassendiego, R.Boyle'a a wreszcie I. Newtona. Atomizm, dość szeroko rozpowszechniony w subdziedzinie fizyki przełomu XVIII i XIX w., był zwykle niejasny w swej artykulacji i nawiązywał do rozmaitych motywów swych poprzedników¹⁰.

Jeżeli chodzi o skandynawskie ujęcia, to warto wspomnieć o duńskim dziele Adama Wilhelma Haucha, w którym podniesiony został problem natury i struktury materii¹¹. Według tego autora właściwościami materii są: przestrzenna rozciągłość, nieprzenikliwość, porowatość, podzielność, kohezja, ruchliwość i ciężar. Przyjmował nadto istnienie pustej przestrzeni. Wszelako w kontekście rozważań dotyczących atomizmu najważniejszy był problem podzielności materii, to zwłaszcza, czy podzielność może występować *ad infinitum*. Hauch, zwykle ostrożny w swych poglądach, stanął na minimalistycznym stanowisku, które dość często w różnych sformułowaniach głoszone w dziejach dziedziny nauki, że to, czy podzielność sięga jakiejś granicy, czy też trwa bez końca, jest kwestią raczej *metafizyczną* aniżeli fizyczną. Jednak uważał, że jako ludzie musimy w pewnym momencie zatrzymać się w dzieleniu ciał, toteż można twierdzić, iż skłonny był akceptować pojęcie atomu w obiegowym wówczas rozumieniu. Wprawdzie atomy – zdaniem Haucha – istnieją tylko w naszej wyobraźni, ale nazwa „atom” jest naszym określeniem dla „bardzo drobniutkich części ciał [...] z którymi łączymy pojęcie Nierozpuszczalności, Rozciągłości i Kształtu, ale nie Porowatości i Podzielności”¹². Mimo takiej skłonności, problem istnienia atomów w gruncie rzeczy szczególnie nie interesował Haucha, natomiast uwagę jego przyciągał problem *powinowactwa chemicznego*. To prawda, że powodem minimalistycznej postawy Haucha wobec istnienia atomów był brak eksperymentalnych świadectw uwiarygodniających tezę o ich istnieniu. Na marginesie wspomnę, że postawy

minimalistycznej można się dopatrzeć także w pracach Daltona. Ale w XVIII w., gdy rozważało się problemy powinowactwa chemicznego, nie musiało się angażować w tak czy inaczej wyartykułowaną hipotezę fizycznej atomistyki. Co do chemicznej atomistyki, to została ona wysunięta w pierwszym dziesięcioleciu XIX w. Tak więc nie tylko badania *stechiometryczne*, ale także dotyczące *powinowactwa chemicznego* nie wymagały zajmowania postawy aprobaty wobec doktryn atomistycznych.

Warto na tym miejscu przypomnieć, że w XVIII w. podejmowano próby włączenia do rozważań nad powinowactwem chemicznym, obejmujących m.in. problemy przyczyn reagowania pierwiastków chemicznych, eksplanacyjnych sugestii wypływających z mechaniki Newtona z jej teorią sił. W systemie Newtona siły są tym, od czego zależna jest materia. Niektórzy chemicy podejmowali nadto próby, aby takie *imponderabilia* jak magnetyzm, elektryczność, ciepło i światło ujmować raczej jako rodzaje sił aniżeli rodzaje materii. Stopniowo pojęcie siły staje się ważniejsze od pojęcia materii, a towarzyszą temu krytyki skierowane pod adresem ujęć atomistycznych. Wpisują się w ów kontekst krytyki także filozofowie, z których najbardziej znaczącym eksponentem stał się Immanuel Kant (1724–1804), autor m.in. książki *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, opublikowanej po raz pierwszy w 1786 r. a następnie w 1787 r. w Rydze – dzieło to pochodziło z krytycznego okresu w twórczości autora¹³. W książce tej Kant dyskutuje problem definicji materii, uwzględniając takie kategorie, jak: *ilość*, *jakość*, *relacja* i *modalność*. Nie wchodząc w szczegóły jego koncepcji, obejmującej w gruncie rzeczy cztery definicje materii, można powiedzieć, że koncepcja ta sprowadza się do następującego stanowiska. Materia jest w ruchu o ile wypełnia przestrzeń. Jednakże zajmowanie przestrzeni przez materię dokonuje się nie dzięki samemu istnieniu materii, lecz dzięki poruszającej sile. Tym sposobem rola tego, co cielesne, została w koncepcji Kanta poważnie zredukowana, natomiast wyeksponowana rola sił.

Dodam, że poglądy Kanta konkretyzowały się swoiście, gdy rozważał problem nieprzenikliwości ciał. Wbrew atomistom XVIII w. Kant uważał, że materia wypełniająca przestrzeń, a więc konstytuująca ciała, nie jest nieprzenikliwa i niesprężalna w absolutnym sensie. Każde ciało mogłoby być sprężone do mniejszej przestrzeni aniżeli ją zajmuje. Taką nieprzenikliwość i niesprężalność nazywał „względą” lub „dynamiczną”. Towarzyszył temu pogląd, że materia jest nieskończenie podzielna, gdyż jest to konsekwencją matematycznej podzielności przestrzeni, którą wypełnia. Inny element stanowiska Kanta to teza, że w przestrzeni wypełnionej materią ta ostatnia objawia się nie tylko za pośrednictwem sił odpychania, ale także sił przyciągania. Obie siły są niezbędne aby materia wypełniała określoną przestrzeń.

Z kolei zjawiska chemiczne, na przykład łączenia się „ciał”, Kant wyjaśniał odwołując się do supozycji, że ciała łączą się gdy następuje ich wzajemna *penetracja*, w wyniku zaś ukonstytuowana zostaje nowa całość, której powstanie

wyraża nowy stosunek pomiędzy siłami czy to odpychania, czy to przyciągania. (Gorliwy prezentysta doszuka się w takim poglądzie antycypacji XX-wiecznych teorii wiązań chemicznych.) Niejako uzupełnieniem głoszonego stanowiska był pogląd Kanta na temat *eteru*, który rzekomo wypełnia całą przestrzeń, zajmując miejsce próżni u atomistów. Ów eter miał być substancją, która charakteryzuje się tym, że przeważa w niej siła odpychania, zaś siła przyciągania jest znikoma¹⁴. Można sądzić, że ten ostatni pogląd oddziałał na pisarstwo D.I. Mendelejewa z początków XX w.¹⁵

Dynamiczna koncepcja Kanta oddziałała z kolei na sposób myślenia następnego pokolenia niemieckich filozofów, określanych niekiedy mianem „romantycznych filozofów przyrody”. Wśród nich na uwagę zasługuje Friedrich Wilhelm Joseph Schelling (1775–1854), autor m.in. prac: *Philosophie der Natur* (1797), *System der Naturphilosophie* (1799), *System des transcendentalen Idealismus* (1800). Według Schellinga, przyroda jest siłą żywą i twórczą, zaś przeciwieństwo pomiędzy rzekomo mechaniczną materią a duchem jest pozorne – stąd jego panorganiczny pogląd na przyrodę. W swym dynamizmie nieco różnił się od Kanta głosił mianowicie, że materia jest w gruncie rzeczy redukowalna do sił w niej działających jako stan napięcia pomiędzy nimi. Rozróżnienie materii i siły jest tedy – według Schellinga możliwe tylko w abstrakcji, ale nigdy w rzeczywistości¹⁶.

Występowanie dwóch typów dynamizmu, jako wersji filozofii przyrody przełomu XVIII i XIX w., stymulowało powstawanie koncepcji, które wpisywały się w kontekst krytyki doktryn atomistycznych. Tak było zarówno w Niemczech, jak i w krajach skandynawskich, w tym w Danii, gdzie działał Hans Christian Oersted (1777–1851), autor książki *Grundtraekkene af Naturmetaphysiken* (1799) (w polskim wysłowieniu *Podwaliny metafizyki przyrody*), w której wyraził swe dynamiczne, zbliżone do Kantowskiego, stanowisko zarazem też antyatomistyczne. Na takiej pozycji Oersted wytrwał do końca pierwszej dekady XIX w., by – podobnie jak wielu uczonych czy to na Wyspach Brytyjskich, czy to na Kontynencie – stopniowo stać się zwolennikiem kompromisowego „dynamicznego atomizmu”. Takie stanowisko zajmował w pracy *Anschicht der chemischen Naturgesetze* (1812). Podobno nigdy nie stał się atomistą, aczkolwiek stał się wyrazicielem poglądu głoszącego dyskretność materii. Ciekawe, że eksplanacji występowania stałych stosunków liczbowych w dziedzinie związków chemicznych poszukiwał w ujęciach dynamicznych¹⁷. W podejściu takim zbliżał się – jak mogę sądzić – do koncepcji Claude-Louisa Bertholleta (1748–1822), doradcy naukowego Napoleona Bonaparte .

W klimacie ujęć dynamicznych wypowiadali się duńscy autorzy przełomu XVIII i XIX w. Peter Christian Abildgard i Erik Wilberg. Inny duński autor tego okresu Carl Gottlob Rafn zdawał się korzystać z koncepcji dynamicznych, wszelako nie odróżniając ich zbyt precyzyjnie od atomistycznych, czym zasłużył sobie na krytykę na łamach periodyku „Journal for Svenk Litteratur” (1799), publikowanego w Uppsali. Z pewnością koncepcje i polemiki wokół powyższych kwestii

nie uszły uwadze młodego Berzeliusa, gdyż wchodziły w obieg społeczny w jego bliskim otoczeniu. Wśród polemistów znajdujemy takich uczonych, jak: Zacharias Nordmarck, Anders Gustaf Ekeberg, Jonas Brändström, Peter Schönberg, Petrus Dahl, Matthias Fremling, Jonas Brag, Jöns Svanberg, Carl Magnus Arrhenius¹⁸.

Na ogół polemici wypowiadali się w duchu Kantowskiego dynamizmu, wszelako byli i tacy, którzy optowali za wersją głoszoną przez Schellinga. W szczególności wywiązała się polemika pomiędzy Svanbergiem a Arrheniusem. Według Svenberga, rozróżnienie pomiędzy atomizmem a dynamizmem jest mało istotne „dla prawdziwej *Physici*”, gdyż uczeni mogą stosować różne systemy w celu wytworzenia takiego samego ilościowego opisu zjawisk. Wypowiedzi romantyków o „dynamicznej naturze materii” Svanberg określał mianem „nędznych wypowiedzi”, pokpiwając z adwersarzy jeżeli chodzi o priorytet rozróżnienia atomizmu i dynamizmu. Należy się on – jego zdaniem – nie romantynom ale Johannowi Heinrichowi Lambertowi, zaś Newton to z kolei „najgłębszy ze wszystkich Dynamistycznych Filozofów Przyrody”.

Svanberg doczekał się repliki ze strony Arrheniusa, który odrzucił argumentację adwersarza. W replice tej przede wszystkim interesujące są supozycje, że atomizm jest systemem dla *czystych empirystów* czyli takich, którzy akceptują istnienie materii i ruchu, nie interesując się tym, w jaki sposób może być wyjaśnione ich istnienie. Natomiast dynamizm w ujęciu Arrheniusa to filozofia przyrody dająca *podstawę* dla zrozumienia istnienia materii i ruchu. Co więcej, Arrhenius wyraził opinię, że – jak pisze Eriksson – Berzelius „nadał głębię koncepcji powinowactwa pochodzącej od Lavoisiera. Lavoisier zadowolił się wyjaśnieniem, że reakcje chemiczne są skutkiem tego powinowactwa, ale nigdy nie udało mu się wyjaśnić czym w gruncie rzeczy jest to powinowactwo. W tym względzie, stwierdził Arrhenius, Berzelius posunął się krok naprzód ze swoją teorią elektrochemiczną. »Jednocześnie – zauważył Arrhenius – Berzelius przydał powinowactwu to, czego nie zdołał nigdy uzyskać Lavoisier, a mianowicie prawdziwego fizycznego znaczenia lub, innymi słowy: Wykazał, że ożywcza Sympatia, nie tylko podejrzewana, ale rzeczywiście eksperymentalnie ujawniona wszędzie przeważa w Przyrodzie; powinowactwo Słońca i Ziemi, Światła i wszelkich dotychczas niezrozumiałych zjawisk Ognia to jej rezultaty«¹⁹.

Cytowane przez Erikssona wypowiedzi Arrheniusa pochodzą z broszury *Om den Falska Analytiska Construction i Matematiken* (1814, w wystąpieniu polskim *O fałszywej analitycznej konstrukcji w matematyce*). Z pewnością znał ją Berzelius, który pilnie studiował krajowe i zagraniczne piśmiennictwo naukowe.

Streszczając powyższe uwagi, stosownie będzie stwierdzić, że w tle zainteresowań Berzeliusa chemiczną atomistyką Daltona odnaleźć można wczesne badania i rezultaty o charakterze elektrochemicznym samego uczonego; w pewnym stopniu wyznaczały one *dalszy* horyzont atomistycznych koncepcji Berzeliusa. Ale w tle owych zainteresowań odnaleźć można także badania i rezultaty innych uczonych, w tym kontynentalnych, wpisujące się w *stechiometryczną linię genetyczną*

i stowarzyszoną z nią *dynamiczną linię genetyczną* w dziejach subdziedziny chemii i/lub subdziedziny fizyki. Te dwie linie, chociaż każda w odmienny sposób, wyznaczały bliższe tło atomistycznych poglądów Berzeliusa. Najważniejsza była pierwsza, do której w XIX w. dołączył Dalton ze swoją chemiczną atomistyką, toteż można *linię genetyczną chemicznej atomistyki* odtąd traktować jako stanowiącą wraz ze stechiometryczną i w pewnym stopniu dynamiczną jedno *pasmo* badań i ich rezultatów w dziejach subdziedziny chemii.

Niżej będzie mowa o wydarzeniach, w których uczestniczył Berzelius jako badacz działający w ramach *linii genetycznej chemicznej atomistyki*.

BERZELIUS A CHEMICZNA ATOMISTYKA

Stosunek szwedzkiego uczonego do chemicznej atomistyki ulegał zmianom w miarę jak zdobywał wiedzę na temat poglądów Daltona i innych chemików, a wreszcie sam przeprowadzał badania dotyczące założeń i konsekwencji atomistyki Daltona. Biorąc pod uwagę okres, w którym poglądy Berzeliusa na chemiczną atomistykę ulegały różnym przeobrażeniom, a mianowicie lata 1805–1815, warto pamiętać, że uczoney kształtował swe stanowisko w tej kwestii głównie pod wpływem prac takich autorytetów, jak: Dalton, Thomas Thomson, William Prout, Humphry Davy, William Wollaston²⁰.

Z pewnością wśród nielicznych publikacji, z których Berzelius mógł czerpać wiedzę na temat atomistycznych pomysłów Daltona, na czołowym miejscu należy wymienić trzecie wydanie z 1807 r. książki Thomsona *System of Chemistry*²¹. *Niektórzy historycy subdziedziny chemii dodają, również nieliczne, prace samego Daltona, a wśród nich artykuł On the Absorption of Gases by Water and other Liquides, opublikowany w listopadowym numerze (1805) periodyku „Memoirs and Proceedings of Manchester Literary and Philosophical Society”*²². W artykule tym znaleźć można po raz pierwszy opublikowaną *Tabelę względnych ciężarów ostatecznych cząstek ciał gazowych i innych (Table of relative weights of the ultimate particles of gaseous and other bodies)*²³.

Tabela ta nie jest pierwszą sporządzoną przez Daltona, gdyż w jego notatniku laboratoryjnym, opublikowanym we fragmentach przez H.E. Roscoe'a i A. Hardena w książce *A New View of the Origin of Dalton's Atomic Theory* (London, 1896), pod datą 6 września 1803 r. figuruje inna tabela z nieco odmiennymi wartościami liczbowymi. Nie wchodząc w merytoryczne i edytorskie szczegóły, można stwierdzić, że latem 1803 r. Dalton dysponował już danymi empirycznymi, niezbędnymi do sformułowania *prawa stosunków wielokrotnych* w odniesieniu do kilku związków nieorganicznych. Nawiasem mówiąc, jeżeli uwzględnić „ducha” wypowiedzi J.B. Richtera, J.-L. Prousta, C.L. Bertholleta a nawet A.L. Lavoisiera, to można zasadnie obstawać przy tezie, że byli oni już wcześniej w podobnej sytuacji.

Wokół poglądów Daltona wyrażonych we wspomnianym artykule, a także w książce *A New System of Chemical Philosophy* (vol. part I chap. III: *On Chemical Synthesis*, Manchester 1808) i kilku mniejszych artykułach wywiązała się wielowątkowa dyskusja, w której brali udział: Dalton, Thomson, Wollaston, Berzelius i inni. Z braku miejsca ograniczę się do krótkich uwag, dotyczących zwłaszcza udziału w niej Berzeliusa, zakładając że czytelnicy dysponują podstawową wiedzą na temat dokonań Daltona w chemicznej atomistyce.

Otóż, co rzuca się w oczy, Berzelius zainteresował się chemiczną atomistyką Daltona mając już poważne osiągnięcia w badaniach empirycznych. Wcześniej wspomniałem o podjętej przez Berzeliusa lekturze dzieła Richtera. Zainteresowanie chemiczną atomistyką mogło być inspirowane dążnością uczonego do *wyjaśnienia* empirycznych ustaleń Richtera, lokujących się w ramach stechiometrii. Oczywiście można dziś dyskutować jaką rolę w rozbudzaniu tego zainteresowania odegrały lektury kilku prac, z którymi zapoznał się w latach 1808–1809. Mam na myśli często wymieniane przez historyków subdziedziny chemii: artykuł Wollastona *On Super-acid and Sub-acid Salts* (1808) i książkę Johna Murraya *A Supplement to the First Edition of System of Chemistry, Containing a View of the Recent Discovery in Chemistry* (1809). Opinie w tej kwestii bywają różne, gdyż poszczególni historycy subdziedziny chemii rozmaicie interpretują wypowiedzi Daltona, Wollastona, Murraya i Berzeliusa.

W szczególności na sposób wyrażania opinii ma wpływ stosunek historyków do *prawa stosunków wielokrotnych*. W wielu ujęciach prawo stosunków wielokrotnych *atomistycznie* zinterpretowane to tyle, co chemiczna atomistyka Daltona. Natomiast stosunkowo rzadko można spotkać opinię, że prawo stosunków wielokrotnych daje się wyartykułować bez atomistycznej interpretacji. Nie koniec na tym, dość często historycy subdziedziny chemii używają zamiennie wyrażenia „prawo” (np. stałości składu, stosunków wielokrotnych) z wyrażeniem „teoria” (np. atomistyczna). Filozofowie nauki z reguły rozróżniają rozumienia tych wyrażeń.

Można uznać, że Berzelius dowiedział się o ustaleniach Daltona w zakresie zjawiska wielokrotności stosunków wśród ciał złożonych (dziś powiedzielibyśmy: związków chemicznych) między listopadem 1808 a czerwcem 1809 r.²⁴, a więc zapewne z artykułu Wollastona (1808). Co się tyczy propozycji Daltona w chemicznej atomistyce, którą Berzelius początkowo nie interesował się, to zapewne dowiedział się o niej z książki Murraya (1809). Przez kilka lat nie mógł zdobyć dzieła Daltona. Wreszcie wiosną 1812 r. Dalton przesał mu egzemplarz swojej książki, wywołując u szwedzkiego chemika rozczarowanie jej treścią, a zwłaszcza występowaniem w niej rzekomo arbitralnie powziętych koncepcji mających dopiero być potwierdzonych odpowiednio dobranymi egzemplifikacjami.

Po ukazaniu się dwóch pierwszych części książki Daltona (część druga została opublikowana w 1810 r.) na łamach brytyjskich periodyków wywiązała się dyskusja wokół problemów chemicznej atomistyki, prawa stosunków wielokrotnych etc. , a prace swe opublikowali m.in. Dalton, Thomson, Wollaston i Berzelius.

Hasłem wywoławczym do rozpoczęcia dyskusji był – jak mogę sądzić – krytyczny artykuł Daltona *Inquires concerning the Signification of the word Particle as used by modern Chemical Writers, as well as concerning some other Terms and Phrases* zamieszczony na łamach periodyka „A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts” (February 1811, 28, p. 81–88). Rychło Thomson opublikował na łamach „Annals of Philosophy” (1813, 2, p. 32–43) swój artykuł *On the Daltonian Theory of Definite Proportions in Chemical Combinations*, stanowiący bardziej pogłębione ujęcie problematyki chemicznej atomistyki i prawa stosunków wielokrotnych aniżeli obecne w książce Murraya. Przedstawiona w tym artykule wykładnia poglądów Daltona w niektórych szczegółach różni się od wersji bronionej przez samego Daltona. Do dwugłosu Dalton – Thomson dołączył inny Brytyjczyk, a mianowicie Wollaston, publikując na łamach „Philosophical Transactions” (1813, 103, p. 51–63) artykuł *The Bakerian Lecture. On the elementary Particles of Certain Crystals*. Tekst ten stanowił wersję referatu wygłoszonego przez autora 26 listopada 1812 r.

Z kolei głos zabrał Berzelius, publikując na łamach „Annals of Philosophy” (1813, 2, p. 443–454; 1814, 3, p. 51–52) głośny artykuł *Essay on the Cause of Chemical Proportions, and on some Circumstances relating to them: together with a short a easy Method of Expressing them*. W odpowiedzi, w „Annals of Philosophy” (1814, 3, p. 174–180), Dalton zamieścił własny polemiczny artykuł *Remarks on the Essay of Dr. Berzelius on the Cause of Chemical Proportions*, wywołując dalszą reakcję ze strony Berzeliusa. Zanim to nastąpiło, Wollaston ogłosił w „Philosophical Transactions” (1814, 104, p. 1–23) artykuł *A Synoptic Scale of Chemical Equivalentents*, stanowiący wersję referatu wygłoszonego 4 listopada 1813 r.; artykuł ten odegrał pewną rolę nie tylko w dziejach chemicznej atomistyki ale także w dziejach klasyfikowania pierwiastków chemicznych²⁵.

Na koniec wypowiedział się znowu Berzelius w artykule *Address to those Chemists who wish to examine the laws of Chemical Proportions, and the Theory of Chemistry in general*, tak jak poprzednio w „Annals of Philosophy” (1815, 5, p. 122–131). Można uznać, że ten ostatni tekst, w zasadzie, zamyka dyskusję wokół Daltonowskiej wersji chemicznej atomistyki i prawa stosunków wielokrotnych w odniesieniu do związków nieorganicznych. Jednak nie należy sądzić, że tym samym wygasły wątpliwości wobec chemicznej atomistyki. Nawet po Kongresie Chemików w Karlsruhe (1860) można odnaleźć znaczące echa wcześniejszej dyskusji.

Niezależnie od wypowiedzi Berzeliusa w tej dyskusji, na uwagę zasługują jego prace, w których stosunek uczonego do atomistyki w ogóle, nie tylko zresztą chemicznej, ewoluował od wstępnej aprobaty, poprzez krytykę propozycji Daltona aż do umiarkowanej aprobaty z zastrzeżeniami. Na przykład w książce *Lörbok i kemien (Podręcznik chemii)* z 1812 r. Berzelius aprobująco, chociaż ogólnikowo, wyraził się o teorii atomistycznej, przywołując nazwisko nie tylko Daltona, ale

i Higginsa. Jednak dopiero po otrzymaniu egzemplarza książki Daltona mógł Berzelius wypowiedzieć się bardziej zobowiązująco.

Essay on the Cause of Chemical Proportions... jest pracą, w której najpełniej ujawniła się krytyczna postawa Berzeliusa wobec chemicznej atomistyki Daltona, a zarazem nadzieja odnośnie do eksplanacyjnych i predyktywnych walorów *ulepszonej* wersji tej koncepcji, którą można by uzyskać właśnie dzięki krytyce. W pracy tej Berzelius rozważa problem przyczyny występowania stosunków wielokrotnych w obszarze związków chemicznych, powstających z dwóch różnych ciał **A** i **B**. Oto jego znamienna wypowiedź w tej sprawie. „Gdy zastanowimy się nad tą przyczyną, to okazuje się naprzód oczywiste, że musi być ona mechanicznej natury; a co jawi się najbardziej prawdopodobną ideą, i najbardziej zgodną z naszym doświadczeniem, to to, że ciała (*bodies*) są złożone z atomów (*atoms*), czy też molekuł (*molecules*), które łączą się 1 z 1, 1 z 2, albo z 3, 4 etc.; toteż prawa stosunków chemicznych zdają się wynikać z tego z taką oczywistością i świadectwem, że wydaje się nader osobliwe, iż idea tak prosta i tak prawdopodobna wcześniej nie tylko nie została przyjęta, ale nawet nie została wysunięta. O ile wiem, angielski filozof, Pan John Dalton, kierowany przez eksperymenty Bergmana, Richtera, Wenzela, Bertholleta, Prousta i innych, był pierwszą osobą, która podjęła się ustalenia tej hipotezy”²⁶.

W toku swych rozważań Berzelius przedstawia własne rozumienie hipotezy atomistycznej, nakładając tym samym jedną z możliwych interpretacji na chemiczną atomistykę Daltona. Deklaruje, że sam używa słowa „atom” (*atom*) w celu nazwania korpuskuł (*corpuscules*), czy też najmniejszych części (*the smallest parts*), z których złożone są ciała (*bodies*), przy czym pisząc „najmniejsze części” ma na myśli to, „że nie mogą być one podzielone na inne jeszcze mniejsze części”. Wypowiada też szereg tez na poły minimalistycznego, na poły maksymalistycznego charakteru. „Nie wchodzę w dyskusję, czy materia jest nieskończenie podzielna, czy też nie, ale przyjmuję za prawdę, że atom jest mechanicznie niepodzielny; i oczywiście, że ułamek (*friction*) atomu nie może istnieć. Przypuszczam również, że wszystkie atomy mają kształt kulisty i taką samą wielkość (*size*). (Ta ostatnia okoliczność nie jest koniecznie związana z ideą atomów, ale jest ona absolutnie konieczna jeżeli regularne figury mają być rezultatem ich istnienia i jeżeli atomy łączą się w określonych stosunkach (*definite proportions*) nawet w najbardziej skomplikowane połączenia (*combinations*)). Wydaje się też konieczne, że gdy atom ciała **A** łączy się z jednym lub więcej atomami ciała **B**, tworząc nowy atom złożony (*compound atom*), to atom **A** styka się z każdym z atomów **B**. Stąd atom złożony jest utworzony dzięki bezpośredniemu sąsiedztwu (*juxtaposition*) kilku atomów elementarnych (*elementary atoms*); podobnie jak agregat (*aggregation*) jest utworzony dzięki bezpośredniemu sąsiedztwu homogennych atomów. Ale różnica polega na tym, że w pierwszym przypadku następuje wyładowanie elektryczne (*electric discharge*) o specyficznej biegunowości (*polarity*)

heterogennych atomów, które nie może zachodzić pomiędzy homogenicznymi atomami²⁷.

Berzelius nie traktuje atomu złożonego jako charakteryzującego się kształtem kulistym, natomiast obstaje przy tezie wcale nie oczywistej, że „ponieważ jest on złożony z mechanicznie niepodzielnych atomów, czy też nie mogących być rozdzielonych za pomocą mechanicznych środków, tak więc atom złożony jest właściwie tak samo mechanicznie niepodzielny co atom elementarny”²⁸. Dodatkowo twierdzi, co też nie jest oczywiste, że atom złożony – zapisany w symbolice Berzeliusa – $A + 3B$ powinien być większy aniżeli atom złożony $A + B$; pierwszemu przypisuje postać trójkątnej równobocznej piramidy, drugiemu postać linii.

Ważnym zróżnicowaniem terminologiczno – pojęciowym, wniesionym przez Berzeliusa do własnej interpretacji chemicznej atomistyki Daltona, jest podział atomów na *atomy elementarne* (*elementary atoms*) i *atomy złożone* (*compound atoms*), zaś tych ostatnich na: 1) atomy utworzone z połączenia dwóch substancji elementarnych (*elementary substances*), nazywając je „atomami złożonymi pierwszego rzędu” (*compound atoms of the first order*); 2) atomy złożone z więcej aniżeli dwóch substancji elementarnych, nazywając je „atomami organicznymi” (*organic atoms*) ze względu na ich występowanie w tzw. materii organicznej; 3) atomy utworzone z dwóch lub więcej atomów złożonych, nazywając je „atomami złożonymi drugiego rzędu” (*compound atoms of the second order*). Do tych ostatnich Berzelius zaliczał sole, najbardziej skomplikowane spośród związków nieorganicznych.

Trudno przy okazji nie wspomnieć o doniosłym problemie dyskutowanym przez Berzeliusa, początkowo nie rozważanym przez Daltona, a mianowicie istnienia *atomów złożonych pierwszego rzędu* składających się z 2 lub więcej atomów A połączonych z 2 lub więcej atomami B : $2A + 2B$, $2A + 3B$, $7A + 7B$ etc. Przypomnę, że Dalton w książce *A New System of Chemical Philosophy* (1808) nie podał żadnego przykładu takiego atomu złożonego (jedyne podane przez niego przykłady atomu kwasu octowego (*acetous acid*, składającego się z 2 atomów węgla i 2 atomów wody, należy do drugiej klasy atomów w ujęciu Berzeliusa). Według Berzeliusa, atomy tego rodzaju nie mogą istnieć, gdyż natychmiast uległyby dekompozycji na atomy o prostszej kompozycji czyli w gruncie rzeczy postaci $A + n.B$, gdzie n nie przekracza 12. (Dziś niektóre twory, nazywane na początku XIX w. „atomami”, są nazywane „molekułami”).

Jednak powyższa wykładnia Daltonowskiej chemicznej atomistyki napotyka w opinii samego Berzeliusa – na pewne trudności. Jedną z nich polega na tym, że istnieją ciała, na przykład żelazo, które łączą się z tlenem tworząc ciała zawierające tlen, zaś stosunek ilości wagowych tego tlenu w owych związkach przedstawia się jak 1 : 1,5. Ale wartość 1,5 implikuje – zdaniem Berzeliusa – występowanie dolnego (*inferior*) czy też minimalnego stopnia oksydacji. Założenie istnienia takiego stopnia usuwa niedogodność związaną z występowaniem tego stosunku.

Kontynuując ten wątek rozważań, Berzelius przypomina, że sam ustalił już prawo chemiczne, głoszące, iż jeżeli dwa tlenki łączą się wzajemnie, to dokonuje się to przy spełnieniu warunku, że każdy z tych tlenków zawiera albo tę samą ilość tlenu, albo całkowitą wielokrotność tlenu zawartego w jednym z nich. Prawo to, które Berzelius jawnie dogmatyzuje – w jego opinii – dopuszcza połączenia niezgodne z przyjętą przez niego wykładnią chemicznej atomistyki Daltona, z drugiej zaś wyklucza połączenia z nią zgodne.

Jako przykład Berzelius podaje łączenie się tlenu z dwoma ciałami **A** i **B**, a następnie wzajemne łączenie się powstałych tlenków. Prawo, o którym mowa, dopuszcza – według uczonego – połączenia **A + 3O** z **1,5 BO** (powinno być: z **B + 1,5 O**, co zresztą zauważył Dalton analizując artykuł Berzeliusa), gdyż $1,5 \cdot 2 = 3$ czyli rzeczywiście ilość tlenu w tlenku **A + 3O** stanowi całkowitą wielokrotność ilości tlenu w tlenku **1,5 BO** (lepiej: w tlenku **B + 1,5 O**). Oczywiście teza o istnieniu połączenia zawierającego ułamkową ilość tlenu, gdyby tę ilość interpretować atomistycznie, byłaby niezgodna z teorią atomistyczną. Z drugiej strony, wspomniane prawo nie dopuszcza połączeń **A + 3O** z **B + 2O**, gdyż ilość tlenu w żadnym z tych tlenków nie równa się ilości tlenu w pozostałym, ani nie stanowi jej całkowitej wielokrotności. Mimo to, połączenia obu tych tlenków nie byłyby wykluczone przez chemiczną atomistykę²⁹.

Dostrzegając różne anomalie z punktu widzenia przyjętej wykładni chemicznej atomistyki, Berzelius deklaruje, że dopóki ich nie wyjaśnimy, dopóty „hipoteza atomów nie może być ani przyjęta, ani traktowana jako prawdziwa”³⁰. Deklaracja ta rzeczywiście przez krótki okres wyznaczała uczonemu horyzont oceny pomysłów atomistycznych Daltona, stanowiąc wyraz ostrożnej postawy w sferze teoretyzowania. To, że wystawiała ona Berzeliusa na wpływ ujęć obywateli się bez atomistycznej frazeologii, było ceną, którą musiał zapłacić chcąc posuwać naprzód badania w subdziedzinie chemii. Tak doszło do zainteresowania się Berzeliusa *empirycznymi* badaniami Josepha Louisa Gay-Lussaca (1778–1850), a co za tym idzie do pewnej szcążkowej podatności na wpływy ze strony Kantowskiej *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*.

Pamiętajmy, że w chemicznej atomistyce Daltona punktem wyjścia są ilościowe stosunki wagowe reagentów tworzących ciała złożone. Stosunki te mają rodowód *empiryczny*, na przykład w wodzie (*water*) stosunek wagowy wodoru do tlenu Dalton przedstawiał w 1803 r. jako 1 : 5,66 (choć w 1805 r. jako 1 : 5,5). Oczywiście liczbom tym nie przypisywał atomistycznej interpretacji; liczbę 5,66 otrzymać można w wyniku operacji $85 : 15 = 5,66$. Woda, jak *empirycznie* ustalił już Lavoisier, zawiera w przybliżeniu właśnie 85 % tlenu i 15 % wodoru. Cóż tedy od strony liczbowej uczynił Dalton? Można powiedzieć, upraszczając sprawy, że do informacji liczbowych zawartych *implicite* w pracach swych poprzedników z przełomu XVIII i XIX w. dodał własne postulaty *prostoty* regulujące stosunki ilościowe w reakcjach syntezy.

Odkryte przez Gay-Lussaca *prawo objętościowe* (1808) stanowiło odpowiednik *prawa stałości składu* i *prawa stosunków wielokrotnych*. Tyle, że obowiązywało nie dla *ilości* reagujących ciał (*bodies* – dziś powiedzielibyśmy „substancji”), ale dla objętości reagujących gazów. Na gruncie poglądów Gay-Lussaca można było, bez popadania w sprzeczność, mówić o ułamkowych objętościach; na gruncie poglądów atomistycznych Daltona mówienie o ułamkowych atomach byłoby absurdem.

Porównując koncepcję Gay-Lussaca z koncepcją Daltona, Berzelius zauważył: „Jest oczywiste, że to, co jedna teoria nazywa atomami, w drugiej jest objętością (*volume*). Przy obecnym stanie naszej wiedzy teoria objętości ma tę przewagę, że jest oparta na dobrze ustalonych faktach, natomiast druga ma tylko przypuszczenia u swojej podstawy. W teorii objętości możemy wyobrażać sobie pół-objętości (*demi-volume*), podczas gdy w teorii atomów pół-atom (*demi-atom*) jest absurdem. Z drugiej strony, teoria objętości jest w niekorzystnym położeniu, od którego jest wolna teoria atomistyczna; chodzi mianowicie o istnienie ciał złożonych, co do których nie możemy zakładać aby istniały w postaci gazu”³¹.

W odpowiedzi na Berzeliusowską wykładnię chemicznej atomistyki Daltona, ten ostatni ogłosił swój artykuł *Remarks on the Essay of Dr. Berzelius on the Cause of Chemical Proportions*. Podważył w nim niektóre tezy Berzeliusa, na przykład że wszystkie atomy ciała homogenne **A** są takiej samej wielkości co wszystkie atomy homogenne ciała **B**; status tej tezy uznał za otwarty. Również teza Berzeliusa o stykaniu się atomów elementarnych w atomie złożonym znalazła odmienną interpretację w odpowiedzi Daltona, odwołującą się do postulatu istnienia atmosfer ciepła otaczającego centra atomów: „Stała nieprzepuszczalna materia, o ile taka istnieje, konstytuuje centrum atomu, i – o ile wiadomo – nigdy nie wchodzi w kontakt z jakąkolwiek inną materią; okazuje się niemożliwe pozbowienie ciał ich ciepła”³². W podobnym duchu Dalton wypowiedział się na temat kształtu atomów elementarnych i złożonych, uzależniając rozstrzygnięcie tej kwestii od przyjętego rozumienia słowa „atom”, czy ma oznaczać stałą korpuskułę (*solid corpuscule*), czy też stałą korpuskułę połączoną z atmosferą ciepła. Z kolei kwestię istnienia atomów złożonych typu $2A + 2B$, $2A + 3B$ etc. uznał, w zasadzie, za otwartą, wszelako przychyłając się do tezy, że mogą one istnieć będąc zarazem zdolne do rozkładu. Wreszcie w sprawie wyższości „teorii objętości” Gay-Lussaca nad własną teorią atomistyczną Dalton zachował wstrzeźliwość w słowie, chociaż miał zastrzeżenia do tej pierwszej.

Po zapoznaniu się z odpowiedzią Daltona, której za ledwie szkic ideowy przedstawiłem wyżej, Berzelius opublikował swój *Address...* do chemików. Ton jego tekstu jest raczej pojednawczy, ale kilka motywów zasługuje na uwypuklenie, zważywszy że Berzelius coraz bardziej czuł się zdominowany przez koncepcję Daltona.

„Między badaniami Pana Daltona a moimi – pisał Berzelius – występuje poważna różnica. Pan Dalton wybrał metodę wynalazcy, ruszając w drogę od

pierwszej zasady, z której usiłował wydedukować eksperymentalne wyniki. Co do mnie, to byłem zobligowany przyjąć drogę zwykłego człowieka, gromadzącego wiele eksperymentów, z których usiłuję wyciągnąć coraz ogólniejsze wnioski. Ja usiłuję wspinać się od eksperymentu ku pierwszej zasadzie; natomiast Pan Dalton zniża się od owej zasady do eksperymentu. Z pewnością będzie wielkim hołdem dla spekulacji Daltona, jeżeli spotkamy się razem na tej drodze”³³.

Wypowiedź ta należy raczej do kokieterijnych, skoro nieco dalej Berzelius napisał: „Muszę zauważyć, że u źródła każdej spekulacji w naukach ścisłych zawsze pozostaje coś, co nie może być zweryfikowane przez eksperyment, w odniesieniu do czego wyobraźnia ma pełną wolność dogadania sobie. [...] nauka nigdy nie osiąga niczego za pomocą dysput o przedmiotach, które nie są podatne na dowodzenie”³⁴.

Ciekawy jest motyw Berzeliusa, aby chemiczna atomistyka stała się podstawową teorią chemii, a przy tym teorią całościową. Stąd jego kolejny apel o poszukiwanie wyjaśnień przyczyn wzajemnego powinowactwa atomów, wyrażającego się w tworzeniu ciał złożonych, ale też tworzeniu tych ciał w określonych stosunkach. Berzelius, jak wiadomo, podał takie wyjaśnienie w terminach elektrochemicznej biegunowości atomów. Jednakże teraz przyznał, że wprawdzie motyw ten powinien znaleźć miejsce w ulepszonej wersji chemicznej atomistyki, niemniej nie uznał go za rozstrzygający w spekulacjach na temat atomów.

ZAMIAST ZAKOŃCZENIA

W niektórych ujęciach historyków subdziedziny chemii wysuwana bywa teza, że Berzelius to kontynuator empirystycznej tradycji w naukach przyrodniczych (tu: subdziedzinie chemii), natomiast Dalton – to kontynuator racjonalistycznej tradycji.

Opinia taka wydaje mi się z gruntu błędna. Po pierwsze dlatego, że nie istnieje nic takiego jak racjonalistyczna i empirystyczna tradycja w naukach przyrodniczych, o ile rozumie się te tradycje jako wzajemnie niezależne. EkspONENTAMI wątków racjonalistycznych byli ludzie, których można traktować jako ekSPONENTÓW wątków empirystycznych i na odwrót (np. Newton, Dalton, Berzelius). Tradycja racjonalistyczna i empirystyczna w naukach przyrodniczych (tu: subdziedzinie chemii) – to idealizacje wymyślone przez filozofów nauki. Po drugie, co ważniejsze w kontekście sporów o postawę Daltona i Berzeliusa, obaj odwoływali się do tych samych autorytetów (uczonych pracujących w dziedzinie nauk przyrodniczych) pozostających rzekomo pod wpływem różnych metodologicznych tradycji. Po trzecie, co najważniejsze, prace rzekomego racjonalisty Daltona zawierają olbrzymi ładunek danych empirycznych, podobnie jak prace rzekomego empirysty Lavoisiera, zaś prace Berzeliusa, rzekomego empirysty, zawierają olbrzymi ładunek hipotez, których tak wiele znowu nie ma u Daltona. W stosunku

do teoretycznego dorobku Berzeliusa dorobek Daltona jest nader ubogi, a nawet mniej spekulatywny.

W konsekwencji do przyjęcia wydają mi się następujące tezy. Nie można w sposób uzasadniony mówić o przynależności obu uczonych do odmiennych, a przy tym niezależnych tradycji metodologicznych w subdziedzinie chemii. Można natomiast mówić o ich złudzeniach, że realizują w praktyce badawczej w subdziedzinie chemii wyłącznie linię genetyczną wpisującą się w tradycję empirystyczną.

Powyższe uwagi wydały mi się wskazane w tym nader szkicowym przypomnieniu niektórych poglądów Berzeliusa³⁵.

Przypisy

¹ Na temat poglądów i osiągnięć naukowych A.-L.Lavoisiera powstało wiele prac. Wysuwane są różne koncepcje dotyczące osiągnięć wybitnego Francuza, zwłaszcza w kontekście rozważań nad tzw. **Revolucją Chemiczną**, co do której głoszone są różne opinie. Najbardziej zdyscyplinowanymi – jak mogę sądzić – w tym względzie tekstami są artykuły wypełniające cały tom 4 amerykańskiego periodyku „Osiris” z 1988 r., zatytułowanego *The Chemical Revolution. Essays in Reinterpretation*. Edited by Arthur Donovan.

² Por. *John Dalton and the progress of science*. Edited by D.S.L. C a r d w e l l . Manchester 1968.

³ Por. S. Z a m e c k i : *Metodologiczne problemy XIX-wiecznej chemii – Jöns Jacob Berzelius*. „Człowiek i Światopogląd” 1984 nr 4 s. 92–110; t e n ż e : *Na marginesie książki J.I. Sołowiewa i W.I. Kurinnoja: Jakob Berzelius. Życie i działalność*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1983 nr 1 s. 201–211.

⁴ Alan J. R o c k e : *Chemical Atomism in the Nineteenth Century. From Dalton to Cannizzaro*. Columbus 1984 p.66–67.

⁵ S. Z a m e c k i : *Komentarze do stechiometrycznych koncepcji Williama Higginsa (1763–1825)*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1993 nr 2 s. 109–144.

⁶ J. B e r z e l i u s , W. H i s i n g e r : *Versuch, betreffend die Wirkung der elektrischen Säule auf Salze und auf einige von ihren Basen*. „Neues allgemeines Journal der Chemie” 1803 1, 115–149.

⁷ Por. R o c k e , dz.cyt. p. 67–68; por. też Evan M. M e l h a d o : *Novelty and tradition in the Chemistry of Berzelius (1803–1819)*. In: *Enlightenment Science in the Romantic Era. The Chemistry of Berzelius and Its Cultural Setting*. Edited by Evan M. Melhado and Tore Frangsmyr. Cambridge 1992 p. 144–145.

⁸ J.B. R i c h t e r : *Ueber die neuern Gegenstände der Chemie*, IV. Breslau 1795 s. 67; por. też S. Z a m e c k i : *Metodologiczne aspekty odkrycia praw stechiometrycznych. Subdziedzina chemii na przełomie XVIII i XIX w.* „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1990 nr 2–3 s. 285–312.

⁹ R o c k e , dz.cyt. p. 68.

¹⁰ Por. L.L. W h i t e : *Essay on Atomism*. New York 1960; M. B o a s : *Structure of Matter and Chemical Theory in the Seventeenth and Eighteenth Centuries*. In: *Critical*

Problems in the History of Science. Ed. Marshall Clagett. Madison 1959 p. 499–514; J.C. G r e g o r y : *A Short History of Atomism*. London 1931.

¹¹ Por. A. W. H a u c h : *Inledning til Naturkunnigheten*. Stockholm 1800 s. 10–34; por. też G. E r i k s s o n : *Berzelius and the Atomic Theory: The Intellectual Backgrounds*. In: *Enlightenment Science in the Romantic Era...* p. 56–84.

¹² Hauch, dz.cyt. s. 17; wypowiedź tę cytuję za Erikssonem z artykułu jak w przypisie 11 p.58.

¹³ Por. I. K a n t : *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*. Riga 1787.

¹⁴ Por. Tamże s. 95–102.

¹⁵ Por. S. Z a m e c k i : *Problemy klasyfikowania pierwiastków chemicznych w XIX wieku. Studium historyczno-metodologiczne*. Warszawa 1992.

¹⁶ Por. E r i k s s o n , dz.cyt. p. 64; por. też W. T a t a r k i e w i c z : *Historia filozofii*. Tom II. Warszawa 1958 s. 293.

¹⁷ Por. E r i k s s o n , dz.cyt. p. 66–67.

¹⁸ Tamże p. 67–76.

¹⁹ Tamże p. 76.

²⁰ Por. D. M. K n i g h t : *Atoms and Elements. A Study of Theories of Matter in England in the Nineteenth Century*. London 1967.

²¹ T. T h o m s o n : *System of Chemistry*. 3d ed. vol. 4. Edinburgh 1807 p. 424–429.

²² Korzystam z reprintu: *Foundations of the Atomic Theory*. Edinburgh 1923 Alembic Club Rept., no. 2.

²³ „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” 1990 nr. 2–3 s. 306; por. tamże: s. 308–309.

²⁴ Por. R o c k e , dz.cyt. p. 69.

²⁵ Por. S. Z a m e c k i : *Problemy klasyfikowania pierwiastków...*, dz.cyt.

²⁶ J. B e r z e l i u s : *Essay on the Cause of Chemical Proportions...* „Annals of Philosophy” 1813, 2, p. 445 (ten i dalsze przekłady moje – S.Z.).

²⁷ Tamże p. 446.

²⁸ Tamże p. 446.

²⁹ Por. tamże p. 447–448.

³⁰ Tamże p. 450.

³¹ Tamże p. 450.

³² J. D a l t o n : *Remarks on the Essay of Dr. Berzelius on the Cause of Chemical Proportions*. „Annals of Philosophy” 1814, 3, p. 175.

³³ J. B e r z e l i u s : *Address to those Chemists who wish to examine the laws of Chemical Proportions, and the Theory of Chemistry in general*. „Annals of Chemistry” 1815, 5, p. 122.

³⁴ Tamże p. 123.

³⁵ Niniejszy szkic autor traktuje jako wstępne ujęcie tytułowego tematu, przygotowując obszerniejsze ujęcie dyskusji wokół chemicznej atomistyki Daltona w periodykach brytyjskich w dwóch pierwszych dziesięcioleciach XIX wieku.

Stefan Zamecki

FROM THE RESEARCH ON THE HISTORY OF CHEMICAL ATOMIC THEORY.
ON THE 150th ANNIVERSARY OF THE DEATH
OF JÖNS JACOB BERZELIUS (1779–1848)

The paper deals with the work of the Swedish scientist Jöns Jacob Berzelius, one of the most eminent chemists of the first half of the 19th century in Europe, and is devoted to selected aspects of his attitude towards the chemical atomic theory proposed by John Dalton in the first decade of the 19th century. The article presents the sources of Berzelius's interest in the chemical atomic theory. Among the more indirect of such sources the author names the classical philosophical atomism represented by Leucippus, Democritus, Epicurus or Lucretius, as well as modern philosophical atomist ideas which can be extracted from the works of P. Gassendi, R. Boyle, or I. Newton. The direct sources of Berzelius's interest in the theory include the quantitative studies made by chemists such as G.E. Stahl, W. Homberg, E.F. Geoffroy, T. Bergman, C. F. Wenzel, R. Kirwan, A.-L. Lavoisier, A.-F. de Fourcroy, L.B. Guyton de Morveau, J.B. Richter, C.L. Berthollet, J.-L. Proust, W. Higgins, J. Dalton as well as many other scientists. The article also mentions the influence on Berzelius's work of such Scandinavian scientists as A.W. Hauch, H.C. Oersted, P.C. Abildgard, E. Wilberg, J. Svedberg, C.M. Arrhenius. The article contains an extensive analysis of Berzelius's views on Dalton's version of chemical atomic theory. The analysis leads the author to conclude that Berzelius was a scientist who made a critically contribution to Dalton's theory. He also points out that the theoretical and empirical heritage of Berzelius surpasses by far the analogous achievements of Dalton.