

# Zamecki, Stefan

---

## W kręgu interpretacji i polemik wokół chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej (1807-1840)

---

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 45/3-4, 7-56

---

2000

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)

## W KRĘGU INTERPRETACJI I POLEMIK WOKÓŁ CHEMICZNEJ TEORII ATOMISTYCZNO-MOLEKULARNEJ (1807–1840)<sup>1</sup>

### WSTĘP

Poglądy Daltona budziły sprzeciw począwszy od ich ogłoszenia. Na przykład na przełomie XVIII i XIX w. kilku wybitnych uczonych oponowało przeciwko Daltonowskiej tzw. pierwszej teorii mieszaniny gazów (*theory of mixed gases*). Przypomnę, że w latach 1797-1807 przeciwstawiano jej tezę, iż powietrze atmosferyczne jest związkiem azotu i tlenu, a nie mieszaniną gazów. Takie stanowisko zajmowali m.in. F. Humboldt, C. L. Morozzo, H. Davy, T. Thomson, C. L. Berthollet, J. Bostock, J. Murray, J. Gough<sup>2</sup>. Dalton odpowiadał na niektóre zarzuty, w tym na kartach pierwszej części *A New System of Chemical Philosophy* (1808), a mianowicie w obszernym paragrafie *On the Constitution of Mixed Elastic Fluids*<sup>3</sup>. Krytyka pierwszej Daltonowskiej teorii mieszaniny gazów niewątpliwie wpłynęła korzystnie na dalsze losy badań prowadzonych przez uczonego a nadto na upowszechnienie ich rezultatów w Europie. Jako badacz mieszanin gazów, Dalton stał się na początku XIX w. obecny na kartach wielu podręczników; natomiast jego osiągnięcia w budowaniu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej początkowo nie budziły wśród chemików zbyt dużego zainteresowania.

Jednak w niniejszym artykule będzie mowa nie o polemikach wokół Daltonowskiej teorii mieszaniny gazów ale o polemikach dotyczących jego chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. Powstaje natychmiast problem: który

tekst należy potraktować jako otwierający tę drugą polemikę? Wydaje się, że nie byłoby wskazane uznanie za taki fragmentu trzeciego tomu trzeciego wydania książki Thomasa Thomsona *System of Chemistry* (1807), gdzie po raz pierwszy – jak się na ogół sądzi – zamieszczone zostało szkicowe ujęcie chemicznej teorii atomistycznej Daltona. Natomiast pierwsze rozwinięte ujęcie tej teorii w wyśłowieniu samego Daltona pojawiło się nieco później, a mianowicie w jego książce *A New System of Chemical Philosophy* (1808)<sup>4</sup>. Ujęcia owej teorii – szkicowe Thomsona i rozwinięte samego Daltona – różnią się, toteż można potraktować pierwsze jako autonomiczne, chociaż nie wnoszące ani nowych motywów jako nadmiernie uproszczone, ani też motywów polemicznych. Oczywiście Thomson napisał swój tekst po rozmowie z Daltonem w sierpniu 1804 r., a więc opierał się na pierwszych wersjach poglądów twórcy chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej pochodzących jeszcze z 1803 r.

Niezależnie od tego ostatniego szczegółu, należy stwierdzić, że w książce *A New System of Chemical Philosophy* znalazły się sformułowania, które mogły zachęcać do polemiki. W szczególności niejasna była terminologia stosowana przez Daltona, konkretyzująca się w użyciu takich terminów, jak: „cząstka“ (*particle*), „atom“ etc. Można sądzić, że wychodząc naprzeciw możliwym teoretycznym zarzutom, a także czując potrzebę podjęcia polemiki z poszczególnymi autorami, którzy posługiwali się tymi terminami, napisał Dalton list do wydawcy periodyku „*A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*“, Williama Nicholsona; tekst tego listu został opublikowany w postaci artykułu<sup>5</sup>. Wcześniej Joseph Louis Gay-Lussac opublikował swój artykuł<sup>6</sup>, w którym wysunął koncepcję „objętościową“ łączenia się indywidualów chemicznych, alternatywną wobec „wagowej“ koncepcji Daltona. Wersja podana przez Gay-Lussaca stała się punktem wyjścia dalszych wypowiedzi takich uczonych, jak: Wollaston, Thomson, Berzelius, Dalton, Davy i Whewell. W toku polemik „wagowa“ koncepcja Daltona uległa niejako rozdzieleniu, o ile bowiem ten stosował termin „ciężar atomowy“ i pokrewne, o tyle bardziej od niego pozytywnie chemicy XIX w. posługiwali się terminem „ciężar równoważnikowy“ (resp. „równoważnik“). Kongres Chemików w Karlsruhe (1860) miał za zadanie usunąć lub przynajmniej ograniczyć ten zamęt terminologiczno-pojęciowy w dziedzinie chemii.

Niżej omówione będą prace Daltona, Thomsona, Berzeliusa, Wollastona opublikowane głównie na łamach takich brytyjskich periodyków, jak: „*A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and Arts*“, „*Philosophical Transactions of the Royal Society*“ i „*Annals of Philosophy*“. Analiza tych prac uzupełniona zostanie analizą wybranych wypowiedzi Davy’ego i Whewella; w pracach tego ostatniego do głosu dochodzą określone preferencje filozoficzne. Korzystam w opracowywaniu tego artykułu głównie ze zbioru prac opublikowanych pod redakcją Davida M.Knighta w książce *Classical Scientific Papers. Chemistry. First Series*

(London 1968). Rozpocznę od artykułu Daltona z 1811 r., który można potraktować jako otwierający polemikę wokół chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej.

## 1. TERMINOLOGICZNE DYWAGACJE DALTONA (1811)

„A Journal of Natural Philosophy, Chemistry and Arts“ był tym periodykiem, na którego łamach Dalton opublikował krótki artykuł *Inquiries concerning the Signification of the Word Particle, as used by Modern Chemical Writers, as well as concerning some ether Terms and Phrases*<sup>7</sup>. W artykule tym zajął stanowisko krytyczne wobec sposobów używania niektórych terminów **w profesjonalnym piśmiennictwie chemicznym** przez takich uczonych jego czasów, jak: Claude Louis Berthollet (1748–1822), William Nicholson (1753–1815), Jean Antoine Claude Chaptal (1756–1832), Thomas Thomson (1773–1853), John Murray (?–1820) i William Henry (1774–1836). Ton wypowiedzi Daltona wskazuje, że bliskie były mu wzorce językowej precyzji wyrażone w XVII w. przez filozofów R. Descartesa w *Rozprawie o metodzie* i F. Bacona w *Novum Organon*.

Artykuł ten Dalton rozpoczął od wyrażenia następującej opinii:

„Studiując nowoczesne książki, które są wydane pod tytułami *Elements* albo *System of Chemistry* (w ostatnim przypadku Daltonowi mogło chodzić o tytuł książki Thomsona – S. Z.), zostałem wprawiony w wielkie zakłopotanie usiłując zrozumieć znaczenie, które autorzy przywiązują do pewnych słów czy wyrażen będących w ciągłym użyciu, zwłaszcza gdy traktują oni o *powinowactwie* (*affinity*), ale którego owi autorzy nie definiują“<sup>8</sup>.

W kontekście powyższej uwagi Dalton poświęcił krótką wzmiankę Lavoisierowi, raczej pochlebną aniżeli krytyczną, a mianowicie, że francuski uczone w swej książce *Traité élémentaire de chimie* (1789), przełożonej na angielski przez R. Kerra i opublikowanej już w 1790 r. w Edynburghu pod tytułem *Elements of Chemistry*, „nie wypowiada słowa na ten temat (pojęcia powinowactwa – S.Z.), za wyjątkiem kilku uwag w swej przedmowie, zmierzając do wykazania trudności tego tematu oraz nieodpowiedniości prezentowania go nowicjuszowi w chemii“<sup>9</sup>. Ledwo skrywana niechęć Lavoisiera do posługiwania się terminologią chemiczną bez jej zrozumienia udzieliła się Daltonowi, gdy pisał w swym artykule o zaangażowaniu Chaptala, Fourcroya, Thomsona, Murraya i Henry’ego związanym z użyciem terminu „powinowactwo“ (*affinity*) z różnymi dodatkami, jak: „powinowactwo agregacji“ (*affinity of aggregation*) czy „powinowactwo kompozycji“ (*affinity of composition*). Stwierdził, że od opublikowania wspomnianej książki Lavoisiera wzrosło znaczenie pojęcia „powinowactwo“ w systemach chemii, „ale ponieważ temat ten jest uważany za jeden z najtrudniejszych w nauce, jest w wysokim stopniu niezbędne, aby autorzy traktowali o nim z całą jasnością, na którą zasługuje; używane terminy powinny być jasne i dobrze



określone; powinno się unikać wyrażen metafizycznych; oraz zabezpieczać się przed dwuznacznością z całą możliwą starannością<sup>10</sup>.

Z lektury prac Chaptala, Nicholsona i Bertholleta wyprowadził Dalton wniosek, że autorzy ci posługiwali się terminem „cząstka“ (*particle*) bez należytego lub w ogóle bez żadnego sprecyzowania jego rozumienia. Niektórzy, jak na przykład Chaptal, wprowadzili dodatkowe terminy, jak „cząstka elementarna“ (*elementary particle*), „część składowa“ (*integrant part*); z kolei Nicholson często używał terminu „cząstki“ (*particles*), ale tylko raz terminu „cząstka“ (*particle*). Ten ostatni – informował Dalton – używał terminu „części składowe“ (*integrant parts*) w sytuacjach, gdy dany agregat (*aggregate*) można było traktować jako podzielny bez dekompozycji; natomiast w przypadku, gdy chodziło o jego podzielność z dekompozycją, używał terminu „części składowe“ (*component parts*) lub „zasady“ (*principles*). Dalton zasugerował, że nawet Nicholson nie podjął trudu zdefiniowania pojęcia „cząstka“ (*particle*).

Interesujące są uwagi Daltona na temat pisarstwa Bertholleta. Otóż, zdaniem Daltona, który posługiwał się angielskim przekładem bliżej nie określonego dzieła Bertholleta (zapewne chodziło o przekład książki *Recherches sur les lois de l'affinite* z 1801 r.), ten na 37 pierwszych stronach w ogóle nie użył terminu „cząstka“ (*particle*), „ani też żadnego innego o podobnym znaczeniu“. W piątym artykule zamieszczonym w swej książce – stwierdził Dalton – Berthollet napisał, że „kohezja molekuł (*moleculae*) ciała jest spowodowana wzajemnym powinowactwem tych molekuł“, ale – w opinii angielskiego chemika – „wyraz molekuły (*moleculae*), według mojej pobieżnej obserwacji, znowu nie pojawił się w tym tomie“. W dalszych fragmentach przekładu dzieła Bertholleta znalazł Dalton takie terminy, jak „część“ (*part*), „cząstka“ (*particle*) oraz „części składowe“ (*integral parts*), wszelako nie zasygnalizował w swym artykule, aby terminy te były dla niego zrozumiałe.

Dodam, że Dalton nie wymienił tytułów prac, które poddał analizie; a więc, nie tylko Bertholleta, ale nadto Chaptala i Nicholsona.

Stosunkowo mało uwag krytycznych wysunął Dalton pod adresem poglądów Thomsona, a mianowicie wyrażonych – jak można sądzić – w książce *System of Chemistry*<sup>11</sup>. Dalton odwołuje się do analizowanej pracy w następujący sposób: „Zobacz *Chemistry* Thomsona, 3d ed. vol.iii“<sup>12</sup>. Przypomnę, że Thomson właśnie w tej książce (1807) po raz pierwszy zakomunikował brytyjskim chemikom szkic Daltonowskiej teorii atomistyczno-molekularnej. Rozwinięta teoria, pióra samego Daltona, ogłoszona została w 1808 r. W tej sytuacji, Dalton z pewnością żywił uczucie wdzięczności wobec swego szkockiego kolegi.

W opinii Daltona, Thomson wprawdzie snuje swe rozważania na temat powinowactwa (*affinity*) często używając bez żadnej wstępnej definicji termin „cząstka“ (*particle*), niemniej w toku wykładu pojęcie „cząstka“ jest stopniowo precyzowane.

„W gruncie rzeczy – stwierdził Dalton – jest on prawie jedynym autorem, który ma odwagę mówić o *cząstce, dwóch cząstkach* etc. *Homogeniczne* (*homogeneous*) cząstki są cząstkami tego samego ciała; *heterogeniczne* (*heterogeneous*) cząstki są cząstkami różnych ciał; tak więc, »cząstka żelaza i cząstka ołowiu są heterogeniczne«. Natomiast »cząstka składowa (*integrant particle*) wody (*water*) jest złożona z cząstek wodoru (*hidrogen*) i tlenu (*oxigen*) [stara terminologia – S.Z.], popędzanych wzajemnie ku sobie i utrzymywanych w niedostrzegalnej odległości dzięki heterogenicznemu powinowactwu (*heterogeneous affinity*); ale cała masa wody jest złożona z nieokreślonej liczby cząstek składowych (*integrant particles*) tego płynu, pędzących wzajemnie ku sobie dzięki homogenicznemu powinowactwu (*homogeneous affinity*)«. Przypuszcza on, że cząstki materii mają kształt (*figure*) i wielkość (*magnitude*), dodając że »jeżeli cząstki ciał mają długość, szerokość i grubość, to nie możemy uniknąć ujmowania ich jako złożonych z nieokreślonej liczby jeszcze mniejszych cząstek czy atomów. Otóż wzajemne powinowactwo dwóch cząstek składowych (*integrant particles*) musi być sumą przyciągań (*attractions*) wszystkich atomów w każdej z tych cząstek ku wszystkim atomom drugiej z tych cząstek« etc. Tutaj znaczenie cząstki (*particle*) jest bardzo jasno wskazane. Takie ciała, jak żelazo, są ukonstytuowane z cząstek (*particles*) powiązanych wzajemnie dzięki homogenicznemu powinowactwu; owe cząstki są, każda z osobna, ukonstytuowane z pewnej nieznannej liczby podporządkowanych cząstek, będących wreszcie atomami czy też ostatecznymi cząstkami (*ultimate particles*), na które to ciało może być rozłożone bez dekompozycji. W tym sensie koncepcja ta jest jasna (nie chodzi mi o jej prawdziwość, ale o wyrażalność); jednakże zdaje się wymagać czegoś do dodania o kohezji (*cohesion*) atomów z wytworzeniem cząstki (*particle*), a mianowicie, czy jest ona taka sama, czy odmienna od kohezji cząstek tworzących całą tę masę; innymi słowy, czy siła kohezji, która wiąże razem atomy czy też cząstki pierwszego rzędu (*first order of particles*), jest taka sama, jak siła, która wiąże cząstki drugiego rzędu (*second order of particles*)<sup>13</sup>.

Łatwo zauważyć, że w cytowanym fragmencie artykułu Dalton usiłował zbliżyć stanowisko Thomsona do własnego, przy okazji wysuwając kolejne problemy wymagające zbadania, jak na przykład problem siły kohezji.

Pochlebny ton miała też wypowiedź na temat stanowiska Murraya, wyrażonego – jak sugerował Dalton – w książce *Chemistry*. Zapewne chodziło o kolejne wydanie książki *A System of Chemistry*<sup>14</sup>. Niemniej miał za złe Murrayowi, że ten, chociaż wielokrotnie posługiwał się terminem „cząstka“ (*particle*), to jednak nie podał definicji pojęcia „cząstka“. Natomiast podał – stwierdził optymistycznie Dalton – najlepszą, spośród znanych Daltonowi, definicję pojęcia „cząstki składowe“ (*integrant particles*). Niestety, Dalton nie zacytował tej definicji, kontentując się rozważaniami na temat zastosowania jej do konstytucji szpatu wapnistego (*calcareous spar*). Dodam, że cytowane przez Daltona

fragmenty książki Murraya wskazują na podobieństwo stanowisk obu autorów. Ciekawe jest rozróżnienie terminologiczno-pojęciowe, wprowadzone przez Murraya, cieszące się aprobatą Daltona, a mianowicie części składowych (*integrant parts*), utrzymywanych razem dzięki sile agregacji (*force of aggregation*) i części składowych (*constituent parts*), utrzymywanych razem dzięki powinowactwu chemicznemu (*chemical affinity*). Łatwo zauważyć podobieństwa między stanowiskiem Murraya w tej sprawie a propozycjami Thomsona i Nicholsona (por. wcześniejsze rozważania w niniejszym paragrafie). W opinii Daltona, wgląd w pisarstwo Murraya pozwala na wysunięcie tezy, że ten zamiennie stosował terminy „cząstki składowe“ (*integrant particles*) i „części składowe“ (*integrant parts*).

Pod adresem terminologii stosowanej przez swego przyjaciela, Williama Henry’ego (nie mylić z jego synem Williamem Charlesem), w książce określonej skrótowo przez Daltona jako *Chemistry, 6<sup>th</sup> ed. vol. I* (zapewne chodzi o szóste wydanie książki *The Elements of Experimental Chemistry*<sup>15</sup>), twórca teorii atomistyczno-molekularnej wypowiedział słowa oszczędne w motywy krytyczne. Dalton rozważył problem, czy zasadne jest wyróżnienie przez Henry’ego, bez podania definicji, pojęcia „części składowe“ (*integrant parts*) utrzymujące się razem dzięki powinowactwu agregacji (*affinity of aggregation*).

Według Daltona, „nie wystarczy powiedzieć, że »bryła miedzi mogłaby być potraktowana jako złożona z nieskończonej liczby drobnych cząstek (*minute particles*), czy też składowych części (*integrant parts*), z których każda posiada dokładnie takie same właściwości, jak przynależne całej ich masie«. Albowiem jest oczywiste, że takie części składowe (*integrant parts*) mogłyby być albo cząstkami (*particles*) (pierwszego rzędu) Dra Thomsona, albo najmniejszymi cząstkami Pana Murraya, na które substancja może być podzielona bez dekompozycji, **a które ja nazywam atomami** (podkr. – S.Z.). Dr Henry używa czasem terminu »cząstki« (*particles*) w taki sam nieokreślony sposób jak jego poprzednicy“<sup>16</sup>.

Analiza wypowiedzi Daltona pozwala na wyprowadzenie wniosku, że przywiązywał on dużą wagę do językowej jasności i precyzji w **profesjonalnych** publikacjach z zakresu subdziedziny chemii. Można sądzić, że ideałem dla niego byłby stan, w którym wszystkie „fachowe“ pojęcia chemików byłyby zdefiniowane a odpowiadające im terminy używane w sposób jasny i precyzyjny. Dążenie do takiego ideału owocowało m.in. zorganizowaniem Kongresu Chemików w Karlsruhe (1860), który miał za zadanie usunięcie lub przynajmniej ograniczenie terminologiczno-pojęciowego zamętu w subdziedzinie chemii.

W omawianym tutaj artykule Dalton zajął się głównie terminem „cząstka“ (*particle*), wykazując niejasność i nieprecyzyjność wybranych wypowiedzi kilku czołowych chemików jego czasów. Można by sądzić, że w swych własnych publikacjach wystarczająco zadbał o jasność i precyzję wypowiedzi. Niestety, tak nie było.

Jeżeli chodzi o użycie przez Daltona terminu „cząstka“ (*particle*) i pokrewnych, to nader instruktywny jest rozdział drugi jego książki *A New System of Chemical Philosophy*, zatytułowany *On the Constitution of Bodies*. Autor używa wielu terminów czerpiących swój rodowód z terminu „cząstka“ (*particle*). Rozpoczyna się ta robota od wyrażenia tezy, że wszystkie ciała (*bodies*), „są ukonstytuowane z olbrzymiej liczby bardzo drobnych cząstek (*particles*), albo atomów materii (*atoms of matter*) powiązanych wzajemnie siłą przyciągania (*attraction*)“<sup>17</sup>. Owe bardzo drobne cząstki są następnie utożsamione przez Daltona z ostatecznymi cząstkami ciała (*ultimate particles of body*), a te scharakteryzowane w następującej formule: „*the ultimate particles of all homogeneous bodies are perfectly alike in wight, figure, etc.*“<sup>18</sup>.

Przykładem zastosowania tej formuły jest teza uczonego, że „każda cząstka wody jest podobna do każdej innej cząstki wody; a każda cząstka wodoru jest podobna do każdej innej cząstki wodoru etc.“ Pod koniec wspomnianego rozdziału pojawiają się nowe terminy, jak „ostateczne cząstki różnych ciał złożonych“ (*the ultimate particles of various compound bodies*), „cząstki elementarne“ (*elementary particles*), który został użyty z intencją: „cząstki pierwiastkowe“, dalej „pierwiastek złożony“ (*compound element*) i inne. Wydaje się, że pisząc następny rozdział, *On Chemical Synthesis*, w którym wyłożona została rozwinięta chemiczna teoria atomistyczno-molekularna, Dalton realizował swój zamysł nadania rozważaniom chemicznym, w tym własnym, większej jasności i precyzji. Poszczególni chemicy, którzy polemizowali z Daltonem, poszli tym tropem, także zmierzając do większej jasności i precyzji w subdziedzinie chemii.

## 2. THOMSONOWSKA INTERPRETACJA CHEMICZNEJ TEORII ATOMISTYCZNO-MOLEKULARNEJ DALTONA (1813)

W latach 1813–1814 opublikowany został na łamach „*Annals of Philosophy*“ artykuł Thomasa Thomsona *On the Daltonian Theory of Definite Proportions in Chemical Combinations*, w którym autor podał własną interpretację chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona<sup>19</sup>. Artykuł ten nawiązywał do innych publikacji Thomsona traktujących o tej teorii, w tym do trzeciego wydania jego książki *System of Chemistry*<sup>20</sup>, z której po raz pierwszy brytyjscy chemicy dowiedzieli się o atomistycznych (ściślej: atomistyczno-molekularnych) poglądach Daltona. Thomson należał – obok Williama Prouta i Williama Wollastona – do tych brytyjskich chemików, którzy najwcześniej dokonali recepcji poglądów Daltona, czyniąc to niekiedy w sposób krytyczny, a w każdym razie znamionujący ich dążności do twórczego rozwijania poglądów twórcy chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej.

Artykuł Thomsona z lat 1813–1814 z pewnością natychmiast zaskoczy czytelników swym tytułem. Otóż autor literalnie potraktował chemiczną teorię atomistyczną (ściślej: atomistyczno-molekularną) Daltona jako „teorię określonych stosunków w chemicznych połączeniach“ (*theory of definite proportions in chemical combinations*). Niezbędna jest w tym miejscu dygresja o charakterze terminologicznym.

W polskiej literaturze chemicznej przyjął się zwyczaj używania następujących terminów denotujących poszczególne prawa w subdziedzinie chemii: „prawo równoważników“ (Richter), „prawo stałości składu“ (Proust), „prawo stosunków wielokrotnych“ (Dalton), „prawo stosunków objętościowych“ (Gay-Lussac). W angielskiej literaturze chemicznej terminy te mają swoje odpowiedniki: *the law of reciprocal proportions*, *the law of definite proportions*, *the law of multiple proportions*, *the law of combining volumes of gases*<sup>21</sup>.

Biorąc pod uwagę powyższe ustalenia, można powiedzieć, że – w interpretacji Thomsona – Daltonowska chemiczna teoria atomistyczna to **teoria stałości składu w połączeniach chemicznych**. Jako taka dziedziczy ona pewną właściwość czy odniesienie prawa stałości składu sformułowanego przez Prousta, a mianowicie dziedzinę, której dotyczy ta teoria, są stosunki stechiometryczne występujące w połączeniach chemicznych. Albo inaczej: teoria ta należy do **statyki chemicznej**. Nie informuje ona o rzeczywistych czy tylko postulowanych przebiegach reakcji chemicznych, ale o rezultatach tych ostatnich, czyli o pewnych wytworach nazywanych przez Thomsona „połączeniami chemicznymi“ (*chemical combinations*), choć jeszcze nie „związkami chemicznymi“ (*chemical compounds*), jak Dalton niekiedy wyrażał się w swych pracach. Tyle przynajmniej można by powiedzieć na temat tytułu artykułu Thomsona.

W toku lektury tego artykułu czytelnicy z pewnością umocnią się w przekonaniu, że Thomson traktował teorię Daltona jako **teorię stałości składu w chemicznych połączeniach**, chociaż niektóre fragmenty zdają się świadczyć o tym, że niekiedy intencje autora wykraczały poza statykę chemiczną, a mianowicie wtedy, gdy wypowiadał się tak, jak gdyby chodziło mu o rzeczywiste, czy tylko postulowane przebiegi reakcji chemicznych.

Godna podkreślenia jest uwaga, rzucona mimochodem przez Thomsona, że matematyka zapewnia postęp w naukach, a chemia była jej dotychczas pozbawiona. W kontekście tej uwagi, być może zapożyczonej od Kanta, autor snuł swe rozważania naprzód historyczne, a następnie systematyczne wokół teorii Daltona.

„Idea określonych stosunków (*definite proportions*) – stwierdził Thomson – zdawała się drażnić umysł Richtera, chociaż metody, które zastosował w celu ich oznaczenia, były dalekie od owocnych; zaś Pan Higgins, w swej pracy o flogistonie, wyraził opinię, że ciała chemiczne łączą się (*unite*) atom z atomem. Ale uogólnienie tej doktryny oraz uderzająco bezsporne dowody wyprowadzone z połączeń (*combinations*) substancji prostych (*simple substances*), a także z kwasów (*acids*) i zasad



(*bases*) całkowicie należą do Pana Daltona; bez jego wysiłków owa teoria prawdopodobnie byłaby jeszcze nieznaną. Na kontynencie oryginalne pojęcia ustalone przez Daltona zostały przyjęte i twórczo rozszerzone przez Gay-Lussaca; zaś Berzelius ogłosił najbardziej szczegółowo opracowany, obszerny i dokładny zbiór eksperymentów na ten sam temat, w pełni potwierdzających Daltonowską doktrynę, przy czym wyprowadził on dedukcyjnie kilka podrzędnych praw ze swej analizy, które chociaż w pewnej mierze empiryczne, niemniej mają bardzo poważne znaczenie w oznaczaniu konstytucji ciał<sup>22</sup>.

Thomson dalej stwierdził, że w Anglii mało uwagi poświęcono teorii Daltona, chociaż niektórzy, jak np. John Bostock, krytykowali tę teorię. Wspomniał też Sir Humphry Davy'ego, który – jego zdaniem – „zbliżył się do Daltonowskiej teorii, wprowadzając pewne modyfikacje i zmiany terminologiczne; ale jego pojęcia nie są tak jasne jak Pana Daltona i nie wydają się tak zgodne z zasadami solidnej filozofii. Oni to (Bostock i Davy – *S.Z.*), jak ustaliłem, są jedynymi chemikami w tym kraju, którzy pisali na ten temat (wyjąwszy pewne uwagi Dra Wollastona i moje); chociaż nie są to jedyne osoby, które przystąpiły do oceniania Pana Daltona<sup>23</sup>.

Po tych historycznych dywagacjach Thomson przeszedł do systematycznego wykładu: I. zarysu Daltonowskiej chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej; II. chemicznych kanonów opierających się na tej teorii, ale wyprowadzonych z rezultatów analizy chemicznej; III. względnych ciężarów atomów różnych substancji w oparciu o rezultaty analizy chemicznej. Wykład ten można potraktować jako Thomsonowską interpretację teorii Daltona.

**Ad. I.** Thomsonowski wykład zarysu Daltonowskiej chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej ma oczywiście charakter teoretyczny, chociaż ilustrowany jest informacjami swoiście chemicznymi o proveniencji analitycznej. Dokonuje się to w siedmiu krokach, które niżej podaję we własnej rekonstrukcji.

- 1). Według Thomsona, poszczególne ciała (*bodies*) składają się z ostatecznych pierwiastków (*ultimate elements*), przy czym te ostatnie składają się z atomów (*atoms*), które są drobnymi ciałami stałymi (*solids*) niezdolnymi do dalszego podziału. Doniosły jawi się komentarz Thomsona odnośnie charakteru owych atomów, w którym zajmuje stanowisko jawnie realistyczne, przeciwstawiając się interpretacji atomów wysuniętej w drugiej połowie XVIII w. przez R. J. Boskovicha. Przypomnę w tym miejscu, że pojęcie atomów, chociaż jeszcze nie chemicznych, było znane na Wyspach Brytyjskich na długo przed pojawieniem się teorii Daltona. Oto Thomsonowski komentarz w tej sprawie.

„To, aby *atomy* były zwykłymi matematycznymi punktami otoczonymi sferami przyciągania i odpychania, jak przypuszczał Boskovich, wydaje mi się niezrozumiałe. Muszą być one, jak sądzę, fizycznymi punktami, wprawdzie drobnymi, ale jeszcze posiadającymi długość, szerokość i grubość.



Taka opinia jest powszechnie przyjmowana przez filozofów; a ja nie mogę, ze swej strony, wyobrazić sobie czegoś innego. Przyjmuję ją za prawdę jako podstawę Daltonowskiej teorii; przypuszczam też, że łatwo będzie przyjęta bez wahania przez każdego<sup>24</sup>.

- 2). W przypadkach połączeń chemicznych (*chemical combinations*), poszczególne ich składniki są rozproszone w całej masie owych połączeń. Tezę tę Thomson potraktował jako powszechnie od dawna przyjmowaną przez chemików. I tak, np. kreda (*chalk*) jest złożona, nawet w najmniejszych jej porcjach, z wapna (*lime*) i kwasu węglowego (*carbonic acid*). Stosując współczesną symbolikę, można by powiedzieć, że kreda  $\text{CaCO}_3$  składa się z wapna  $\text{CaO}$  i kwasu węglowego, a ściślej dwutlenku węgla  $\text{CO}_2$ .
- 3). Wszystkie związki chemiczne (*chemical compounds*) charakteryzują się, odpowiednio, zawsze tym samym stałym stosunkiem składników. Według Thomsona, teza ta jest powszechnie przyjmowana przez chemików. „Nawet Berthollet, który abstrakcyjnie obstaje za nieokreślonymi stosunkami, uznaje bezsporny fakt, że właściwości połączeń chemicznych (*chemical combinations*) są w ogóle stałe<sup>25</sup>. Abstrahując od tej oceny stanowiska Bertholleta, wyrażonej niezbyt precyzyjnie, współczesny czytelnik zauważy, że Thomson, wszak profesjonalista w dziedzinie chemii, używa dwóch terminów o niesprecyzowanym przez siebie rozumieniu, a mianowicie „związki chemiczne“ (*chemical compounds*) i „połączenia chemiczne“ (*chemical combinations*). Co więcej, nie można bezspornie przesądzić, czy używa ich zamiennie.
- 4). Stałość składu związków chemicznych (*chemical compounds*) nie może być spowodowana czym innym aniżeli połączeniem (*union*) pewnej określonej liczby atomów (*atoms*) jednego składnika z pewną określoną liczbą drugiego składnika. Na przykład w wodzie (*water*) liczba atomów tlenu i atomów wodoru, które łączą się wzajemnie, wynosi odpowiednio  $x$  i  $y$ , toteż składowa cząstka (*integrant particle*) wody w każdym przypadku jest  $x + y$  (por. poprzedni paragraf).
- 5). Różne zasady (Thomson nie użył terminu „pierwiastki chemiczne“, ang. *chemical elements*, lecz „zasady“, ang. *base*) mogą łączyć się w różnych stosunkach z tlenem, nawet w sześciu. Na przykład azot (*azote*) – jego zdaniem – łączy się z tlenem w czterech stosunkach, węgiel (*carbon*) w dwóch etc. I tak, jeżeli symbolicznie przedstawimy ciężar zasady, z którą łączy się tlen, jako  $a$ , wówczas wszelkie ilości tlenu łączące się z tą samą ilością tej zasady stanowiąc będą wielokrotności pewnej określonej ilości tlenu  $b$ :  $a + b$ ,  $a + 2b$ ,  $a + 3b$ ,  $a + 4b$ <sup>26</sup>. Zwraca uwagę, że Thomson postulował wielokrotność ciężarów tlenu, a więc wyraża się w konwencji empirycznej a nie teoretycznej (tu: atomistycznej).

Na podstawie powyższych założeń Thomson konkludował, że istnieje pewna podstawowa określona liczba atomów tlenu, która zawsze wchodzi do tych połączeń (combinations). Jeżeli tą liczbą jest  $x$ , wówczas – jego zdaniem – kolejne połączenia wyróżnionej zasady z tlenem można przedstawić jako:

$$a + x, a + 2x, a + 3x, a + 4x^{27}.$$

W świetle dotychczas przedstawionych precyzacji Thomsona, należy stwierdzić, że stosował on w sposób niekonsekwentny swą symbolikę, gdyż  $a$  denotuje ciężar zasady (*base*), zaś  $x$  i  $y$  – liczby atomów tlenu i wodoru! Dalton w tym względzie nie był tak nieprecyzyjny<sup>28</sup>. Abstrahując jednak od tego szczegółu, który łatwo można wychwycić i odpowiednio zmodyfikować oznaczenia symboliczne, by tym sposobem ułatwić porównywanie odpowiednich wielkości odnoszących się do poszczególnych składników połączeń chemicznych (*chemical combinations*) czy też związków chemicznych (*chemical compounds*).

O wiele ważniejsza okazała się sugestia Thomsona, że  $x$  w pierwszym zapisie ( $a + x$ ) wynosi 1. W uzasadnieniu jej autor odwołał się do tezy, respektowanej już przez Daltona, zresztą o rodowodzie Newtonowskim, że nie może istnieć gaz tlen, z którego powstawałoby połączenie z odpowiednią zasadą (*base*), składający się z kilku atomów tlenu, te bowiem wzajemnie się odpychają. Gaz tlen składałby się przeto z cząstek składowych (*integrant particles*), z których każda byłaby jednoatomowa. W tej sytuacji można suponować, że – według Thomsona – powstawanie takich połączeń, jak  $a + x$ ,  $a + 2x$ ,  $a + 3x$ ,  $a + 4x$  dokonywałoby się w takiej właśnie kolejności z już istniejącego połączenia o najmniejszej liczności atomów tlenu (czyli z  $a + x$ ).

Analogicznie Thomson założył, że wodór łączy się z różnymi ciałami (*bodies*), tworząc połączenia, których cząstki składowe (*integrant particles*) zawierają następujące liczby atomów wodoru:  $y$ ,  $2y$  etc. Są one zawsze połączone z taką samą ilością wagową odpowiedniego ciała. Można przeto wnosić – stwierdził Thomson – że składnikiem podstawowym powstających połączeń jest atom (*atom*) wodoru.

Wspomniane liczby,  $x$  i  $y$ , dla tlenu i wodoru łatwo – zdaniem Thomsona – wyliczyć z danych analitycznych dotyczących różnych związków (*compounds*), w które wchodzi tlen i wodór. Nie wchodząc w szczegółową dyskusję dotyczącą niespójności rozważań Thomsona z wprowadzonymi przez niego oznaczeniami symbolicznymi, można stwierdzić, że przyjął on jako najbardziej **podstawowe** takie ilości wagowe tlenu i wodoru, którym odpowiadają liczby  $x = 7,5$  oraz  $y = 1$ . Niespójność polega na tym, że owe liczby – jako dotyczące **ilości wagowych** – nie mają takiego samego sensu, jak liczby dotyczące **liczności atomów**. Przypomnę, że Dalton w swych wykazach ciężarów cząstek ostatecznych (*ultimate particles*) przyjmował dla tlenu i wodoru następujące wartości: 5,66 i 1 (1803), 5,5 i 1 (1803), 7 i 1 (1808).

Liczby dotyczące tlenu i wodoru, o których była wyżej mowa, odpowiadają – zdaniem Thomsona – kompozycji (*composition*) wody, dlatego uznał on, że ta składa się z 1 atomu tlenu i 1 atomu wodoru (we współczesnej symbolice OH). Takie ujęcie nie odbiegało od zaproponowanego wcześniej przez Daltona. Wielu chemików pierwszej połowy XIX w. podzielało ten punkt widzenia.

Wreszcie następuje ważka konkluzja, wieńcząca rozważania Thomsona w omawianym punkcie:

„[...] dana objętość gazu wodoru zawiera zawsze tylko połowę liczby atomów, które występują w takiej samej objętości gazu tlenu”<sup>29</sup>. Teza ta jest oczywiście niedookreślona, gdyż brak wskazania warunków fizycznych (ciśnienia i temperatury), w których ma ona obowiązywać. Niezależnie od tego, nie została się w dalszym rozwoju subdziedziny chemii, nawet po uwzględnieniu owych warunków fizycznych. Natomiast została się teza, sformułowana w roku 1811 przez Amadeo Avogadrę, a więc dwa lata przed opublikowaniem artykułu Thomsona, znana jako **prawo Avogadry**: *pod jednakowym ciśnieniem i w jednakowej temperaturze w jednakowych objętościach różnych gazów zawarta jest jednakowa liczba molekuł*. Prawo to – jak wiadomo – obowiązuje tylko dla gazów doskonałych. Społeczność uczonych zaakceptowała je dopiero dzięki pracom innego włoskiego chemika, Stanislao Cannizzaro, po Kongresie Chemików w Karlsruhe (1860).

Dodam, że Thomson w omawianym artykule posługiwał się następującym rozróżnieniem terminologicznym: „proste atomy“ (*simple atoms*) i „złożony atom“ (*compound atom*), wszelako bez podania komentarza odnośnie sposobów użycia tych terminów; w takim postępowaniu dostrzec można echa Daltonowskiej terminologii.

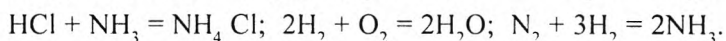
- 6). Znając ciężar atomowy tlenu i ciężar atomowy wodoru, można – według Thomsona – oznaczyć ciężary atomowe innych substancji, które łączą się bądź to z tlenem, bądź to z wodorem, bądź to z oboma tymi substancjami. Co więcej, można ustalić ich konstytucję i wyrazić w liczbach poszczególnych atomów. Na przykład 100 części wagowych siarki łączy się z tlenem, tworząc związki, w których tlen występuje odpowiednio w 100 i 150 częściach wagowych. Te części wagowe pozostają w stosunku wielokrotnym 2 : 3. Wskazują one na licznosc atomów tlenu w powstałych związkach. W tej sytuacji Thomson stwierdził, że można rozsądnie przypuszczać, „iż istnieje inny związek, składający się z siarki połączonej z jednym atomem tlenu, jeszcze nie odkryty”<sup>30</sup>. W symbolice współczesnej związkom tym odpowiadałyby wzory:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  i  $\text{SO}$ . Ten typ rozważań szczególnie owocnie był wykorzystywany w pierwszej połowie XIX w. przez szwedzkiego chemika, Jönsa Jacoba Berzeliusa, w ustalaniu relacji stechiometrycznych w różnych klasach związków chemicznych.

7). Ten punkt sprowadza się do aprobującego zacytowania Daltonowskich siedmiu zasad ogólnych chemicznej syntezy<sup>31</sup>.

**Ad. II.** Kanony chemiczne opierają się na omówionej teorii, ale są wprowadzone z danych analitycznych o charakterze empirycznym. Tak sądził Thomson, akcentując rolę oznaczeń analitycznych w ustalaniu kompozycji poszczególnych produktów powstałych w różnych reakcjach chemicznych.

1). „Gdy łączą się ciała gazowe, to zawsze czynią to w określonych stosunkach; i jeżeli przedstawimy objętość danego gazu, który wchodzi do danego związku w najmniejszej objętości, przez 1, wówczas objętość innego składnika jest 1, 2, albo 3<sup>432</sup>”.

Thomson zilustrował tę tezę ogólną, ustaloną na drodze empirycznej – jak sam przyznaje – przez francuskiego chemika Josepha Louisa Gay-Lussaca (1808), kilkoma przykładami. I tak – stwierdził literalnie Thomson – chlorek amonu (*muriate of ammonia*) składa się z 1 objętości kwasu solnego (*muriatric acid*) i 1 objętości amoniaku (*ammonia*); woda (*water*), a ściślej para wodna, składa się z 1 objętości tlenu i 2 objętości wodoru; amoniak (*ammonia*) składa się z 1 objętości azotu i 3 objętości wodoru. Reakcje odpowiadające powstawaniu wymienionych związków dałyby się przedstawić we współczesnym zapisie:



Odwolanie się Thomsona do objętościowego prawa Gay-Lussaca w sposób istotny wzbogaciło problematykę badawczą związaną z chemiczną teorią atomistyczno-molekularną Daltona. Sam Dalton, wysuwając swą teorię, opierał się nie na empirycznie ustalonych stosunkach objętościowych, lecz na empirycznie ustalonych stosunkach wagowych w produktach reakcji chemicznych. Do tych stosunków dołączył **postulat prostoty**, który nie był pochodzenia empirycznego, lecz był wniesiony arbitralnie, a stąd miał charakter hipotetyczny. Thomson w praktyce powielił punkt widzenia Daltona w tej kwestii.

Następne punkty dotyczą kwestii szczegółowych: 2) przekształceń różnych metali w tlenki (*oxides*); 3) przekształceń różnych metali w siarczki (*sulphurets*); 4) zawartości tlenu w prototlenkach (*protoxides*) metali; 5) relacji między ilościami tlenu w różnych połączeniach dwóch ciał (*bodies*); 6) tworzenia hydratów (*hydrates*) z wody i innych połączeń; 7) zawartości tlenu w połączeniach dwóch ciał, z których każde zawiera tlen; 8) stosunku, w którym łączą się wzajemnie palne zasady (*combustible bases*).

W odniesieniu do wszystkich tych punktów Thomson podkreślił duże znaczenie empirycznych badań przeprowadzonych przez Berzeliusa, chociaż nie zawsze wyrażał pełne zaufanie do rezultatów uzyskanych przez szwedzkiego uczonego.

**Ad. III.** Thomson wysunął problem jednostki (*unity*) do wyrażania wartości ciężaru atomowego, a ściślej ciężaru atomów (*weight of atoms*), różnych substancji. Stwierdził, że Dalton przyjmował ciężar 1 atomu wodoru jako jednostkę, w oparciu o którą wyrażał względne ciężary atomowe, zarówno pierwiastków, jak

i związków chemicznych. Przy okazji, Thomson informował: „Sir Humphry Davy podążył własną drogą; ale podwoił on ciężar atomu tlenu, a stąd także wszystkich innych ciał, dzięki **arbitralnemu** (podkr. – S.Z.) przypuszczeniu, że woda (water) jest złożona z dwóch atomów wodoru i jednego tlenu<sup>43,33</sup>. A więc, Davy uznał, że woda jest związkiem *trójkowym* w terminologii Daltona (H<sub>2</sub>O we współczesnej nam symbolice). Wprawdzie Thomson uważał, że stanowisko Davy’ego było arbitralne, niemniej można zasadnie argumentować, iż to, które sam przyjął za Daltonem, również było arbitralne, gdyż opierało się na **postulacie prostoty** (por. poprzednie rozważania). W myśl tego postulatu, woda jest związkiem *dwójkowym* (OH we współczesnej nam symbolice).

Według opinii Thomsona, o wiele płodniejsze od propozycji Daltona było przyjęcie – jak uczynili to Berzelius i William Hyde Wollaston – ciężaru 1 atomu tlenu jako jednostki, w oparciu o którą można by wyrażać ciężary atomowe. W uzasadnieniu tego punktu widzenie Thomson odwołał się do faktu, że tlen tworzy o wiele więcej połączeń aniżeli „jakiegokolwiek inne znane ciało“. Co więcej, opowiedział się za ujednoczeniem sposobów podawania wartości ciężarów atomowych przez wszystkich chemików. Dążność ta kulminowała po blisko 50 latach podczas obrad Kongresu Chemików w Karlsruhe (1860).

W oparciu o przyjętą przez siebie jednostkę Thomson skonstruował następującą tabelę ciężarów atomów (*weight of atoms*):

		<i>Ciężar atomu</i>
1. Oxygen		1,000
2. Hydrogen		0,132
3. Carbon		0,751
4. Azote		0,878
5. Phosphorus		1,320
6. Sulpur		2,000
7. Boron		–
	<i>Liczba atomów</i>	<i>Ciężar cząstki (particle)</i>
8. Water	<i>1o + 1h</i>	1,132
9. Carbonic oxide	<i>1o + 1c</i>	1,751
10. Carbonic acid	<i>2o + 1c</i>	2,752
11. Nitrous gas	<i>1o + 1a</i>	1,878 <sup>34</sup> .

Autorskie przypisy Thomsona do tej tabeli wskazują, że podczas jej konstruowania wykorzystał dostępne dane empiryczne, ustalone przez takich chemików jego czasów, jak Dalton, Gay-Lussac i Davy. Artykuł Thomsona świadczy o tym, że w poważnym stopniu podzielał on stanowisko Daltona w interpretowaniu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. Można uznać, że Thomson napisał



swój artykuł w sytuacji, gdy teoria Daltona weszła już w okres recepcji na Wyspach Brytyjskich i Kontynencie.

W tym samym roku ukazał się na łamach brytyjskiego periodyku „Philosophical Transactions“ artykuł Williama Hyde’a Wollastona *The Bakerian Lecture. On the elementary Particles of Certain Crystals*, który był oparty na referacie uczonego z 26 listopada 1812 r. Stwierdził w nim, że łączenie się substancji, według schematu „cząstka z cząstką“ jest aktualnie wystarczająco uzasadnione. Dodał jednak nader znaczącą swą opinię:

„I chociaż istnienie ostatecznych fizycznych atomów absolutnie niepodzielnych (*ultimate physical atoms absolutely indivisible*) wymagałoby udowodnienia, to ich istnienie nie jest wcale niezbędne dla jakiegokolwiek wysuwanej tutaj hipotezy, która wymaga jedynie matematycznych punktów wyposażonych w siły przyciągania i odpychania równo po wszystkich stronach, tak, aby ich zakres był zasadniczo sferyczny, albowiem ze związku takich cząstek będą uzyskiwane takie same ciała stałe, jak z połączenia twardych nieprzenikliwych sfer“<sup>35</sup>.

Tak więc, w tym samym roku 1813, gdy Thomson niemal bez zastrzeżeń powielał poglądy Daltona, inny chemik z Wysp Brytyjskich, Wollaston, zajął postawę wstrzemięźliwą, która rozwinęła się w samodzielne stanowisko, pełniąc przez lata funkcję archetypu dla podobnych rozwiązań (por. rozważania w jednym z kolejnych paragrafów).

### 3. BERZELIUS O PRZYCZYNIE CHEMICZNYCH STOSUNKÓW (1814)

W latach 1813–1814 na łamach wspomnianego wcześniej brytyjskiego periodyku „Annals of Philosophy“ ukazały się dwa polemiczne artykuły, naprzód obszerny Jönsa Jacoba Berzeliusa, zatytułowany *Essay on the Cause of Chemical Proportions, and on some Circumstances relating to them: together with a short easy Method of Expressing them*<sup>36</sup>, a następnie krótki Johna Daltona *Remarks on the Essay of Dr. Berzelius on the Cause of Chemical Proportions*<sup>37</sup>. Niżej zajmę się tekstem Berzeliusa; odpowiedź Daltona zostanie omówiona w następnym paragrafie.

Artykuł swój rozpoczął Berzelius od wyrażenia opinii, że teoria Bertholleta dotycząca powinowactw (*affinities*) nie jest sprzeczna z prawami stosunków chemicznych<sup>38</sup>. Sam Berthollet – według Berzeliusa – był daleki od zaprzeczania możliwości występowania określonych i niezmiennych stosunków (*definite and invariable proportions*).

„Wątpliwości żywione przez pewnych chemików – stwierdził Berzelius – co do prawdziwości zasad (*principles*) Bertholleta z pewnością wywodzą się z zachowania niektórych jego gorliwych zwolenników rozszerzających jego doktrynę na przypadki, dla których ona nie obowiązuje, utrzymując tezę o istnieniu nieokreślonych połączeń (*indefinite combinations*), nawet wówczas, gdy nie



może ingerować działanie mas chemicznych. Taka opinia niewątpliwie spowodowała subtelne eksperymenty Prousta, których celem było wykazanie, że gdy tlenki metaliczne (czyli tlenki metali – S.Z.) absorbują więcej tlenu, wówczas przechodzą od razu od jednego stopnia utlenienia (*oxidation*) do innego, bez przechodzenia przez stadia pośrednie<sup>439</sup>.

Wypowiedź ta pełni w artykule Berzeliusa rolę stanowiska wyjściowego w jego rozważaniach na temat przyczyny występowania stechiometrycznych stosunków chemicznych. Berzeliusowi chodziło o wyjaśnienie, dlaczego gdy dwa ciała (*bodies*) **A** i **B** łączą się wzajemnie w różnych stosunkach wagowych, to ilości wagowe jednego z nich zawsze pozostają w stosunkach wzajemnych dających się wyrazić liczbami całkowitymi 1,2,3,4 etc. Podanie takiego wyjaśnienia musi – zdaniem Berzeliusa – konstytuować podstawę teorii chemicznej.

Przyczyna występowania stałych stosunków chemicznych ma – według słów Berzeliusa – charakter „mechaniczny“ w tym osobliwym sensie, że ciała (*bodies*), składające się z atomów (*atoms*) czy też molekuł (*molecules*), łączą się wzajemnie według następującego schematu: 1 atom czy też 1 molekula z 1, albo z 2, albo z 3 etc. atomami czy molekułami. W kwestii priorytetu w odkryciu tej hipotezy atomistycznej Berzelius stwierdził (bodajże po raz pierwszy w dziejach subdziedziny chemii):

„O ile wiem, angielski filozof Pan John Dalton, kierując się eksperymentami Bergmana, Richtera, Wenzela, Bertholleta, Prousta i innych, był pierwszą osobą, która ustaliła tę hipotezę. Sir H. Davy ostatnio zapewnił nas, że Pan Higgins (chodzi o Williama Higginsa – S.Z.), w książce opublikowanej w 1789 r., ustalił tę samą hipotezę. Nie widziałem pracy Pana Higginsa, toteż mogę odnotować tę okoliczność na podstawie autorytetu Davy’ego“<sup>440</sup>.

Sugestia, jakoby Bergman (1735–1784), Richter (1762–1807), Wenzel (1740–1793), Berthollet (1748–1822) i Proust (1754–1826) swymi pracami wpłynęli na wysunięcie hipotezy atomistycznej (ściślej: chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej), nie jest współcześnie zbyt często akceptowane przez historyków subdziedziny chemii. Interesujące, że Humphry Davy (nie mylić z Johnem Davym) odwołał się do książki Williama Higginsa z 1789 r., w której autor jawi się wprawdzie antyflogistykiem i zwolennikiem poglądów Lavoisiera, ale jeszcze nie twórcą hipotezy atomistycznej w subdziedzinie chemii. Chyba, że Davy’emu chodziło o wysunięcie przez Higginsa hipotezy o występowaniu stechiometrycznych wielokrotności w klasie połączeń chemicznych. Sam Higgins dopiero w książce z 1814 r. wystąpił z żądaniem przyznania mu priorytetu<sup>441</sup>.

W opinii Berzeliusa, teoria Daltona, pomimo prostoty i jasności, jest związana z wielkimi trudnościami, pojawiającymi się podczas jej stosowania do zjawisk chemicznych. Nie dyskredytuje to jej, ale stanowi poważne wyzwanie dla chemików w dochodzeniu do „jednej i dobrze ustalonej teorii stosunków chemicznych“<sup>442</sup>.

Zwraca uwagę potraktowanie przez Berzeliusa teorii Daltona jako **teorii stosunków chemicznych** a nie teorii *stricte* atomistycznej czy atomistyczno-molekularnej. W pierwszych dziesięcioleciach XIX w. taka interpretacja teorii Daltona była dość typowa na Kontynencie. W myśl tej interpretacji, Dalton jawił się przede wszystkim kontynuatorem stechiometrycznej linii genetycznej w dziedzinach subdziedziny chemii, mniej zaś atomistycznej, żywej zwłaszcza na Wyspach Brytyjskich.

Berzelius w następujący sposób rozumiał „korpuskularną teorię“ (*corpuscular theory*) Daltona:

„Użyję słowa *atomy* (*atoms*) w celu oznaczenia korpuskuł (*corpuscules*), czy też najmniejszych części, z których złożone są ciała. Gdy mówię najmniejsze części, to mam na myśli to, że nie mogą być one podzielone na inne, jeszcze mniejsze części. Nie wchodzę w dyskusje, czy materia jest nieskończenie podzielna, ale przyjmuję jako prawdę, że atom jest mechanicznie niepodzielny; i, oczywiście, że ułamek atomu nie może istnieć. Przypuszczam również, że wszystkie atomy są kuliste (teza ta obowiązuje dla tzw. atomów elementarnych – S.Z.) i mają taką samą wielkość. (Ta ostatnia okoliczność nie jest koniecznym związana z ideą atomów, ale jest ona absolutnie konieczna, o ile regularne figury mają być rezultatem ich połączenia i o ile łączą się one w określonych stosunkach, nawet w najbardziej skomplikowanych połączeniach.) Wydaje się również konieczne, że gdy atom ciała **A** łączy się z jednym lub więcej atomami ciała **B**, tworząc nowy złożony atom (*compound atom*), to atom **A** styka się z każdym z atomów **B**. Tak więc, złożony atom jest utworzony dzięki bezpośredniemu sąsiedztwu kilku elementarnych atomów (*elementary atoms*); podobnie jak agregat jest utworzony dzięki bezpośredniemu sąsiedztwu homogenicznych atomów. Ale różnica polega na tym, że w pierwszym przypadku występuje elektryczne wyładowanie heterogenicznych atomów o specyficznej biegunowości, które nie może występować pomiędzy homogenicznymi atomami“<sup>43</sup>.

Co się tyczy złożonych atomów, to – według Berzeliusa – jako złożonych z elementarnych atomów, mechanicznie niepodzielnych, są one również mechanicznie niepodzielne. Maksymalna liczba kulistych atomów, połączonych z pojedynczymi kulistymi atomami o tej samej średnicy (pamiętajmy, że wszystkie elementarne atomy rzekomo mają tę samą wielkość), nie może przekraczać 12. Złożone atomy nie mają kulistej postaci. Na przykład złożony atom **A + B** ma postać linii, podczas gdy **A + 3B** – postać piramidy o podstawie trójkąta równobocznego etc. Wszystkie atomy Berzelius umieścił w dwóch klasach: 1) elementarnych atomów i 2) złożonych atomów. Te ostatnie podzielił na trzy rodzaje: a) atomy utworzone z dwóch elementarnych substancji (*elementary substances*), które nazwał „złożonymi atomami pierwszego rzędu“ (*compound atoms of the first order*); b) atomy utworzone z więcej aniżeli dwóch elementarnych substancji, które ze względu na występowanie w przyrodzie nazwał „atomami organicznymi“

(*organic atoms*); c) atomy utworzone z dwóch lub więcej złożonych atomów pierwszego rzędu, które nazwał „złożonymi atomami drugiego rzędu“ (*compound atoms of the second order*)<sup>44</sup>.

Nader istotnym dodatkiem do tak rozumianej chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona jest teza Berzeliusa, że nie mogą istnieć następujące złożone atomy pierwszego rzędu:  $2A + 2B$ ,  $2A + 3B$ ,  $7A + 7B$  etc. W uzasadnieniu tej negatywnej tezy Berzelius wyraził swe przekonanie, że brak przeszkody, czy to mechanicznej, czy to chemicznej natury, która zabezpieczałaby takie atomy przed podziałem, za pomocą środków mechanicznych, na 2 lub więcej atomów o prostszej kompozycji<sup>45</sup>. Wspomniana teza, nie była *explicite* sformułowana w pisarstwie Daltona z lat 1803–1810. Mimo to, jak mogę sądzić, przyjmował ją *implicite* w swych rozważaniach.

W odniesieniu do tak rozumianej chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona znajduje Berzelius trzy trudności o różnym – by tak rzec – „ciężarze gatunkowym“.

**Pierwsza trudność.** Polega na tym, że istnieją metale, na przykład żelazo, łączące się z tlenem z utworzeniem dwóch połączeń, przy czym w jednym z nich ilość tlenu jest 1,5 razy większa aniżeli w drugim. Berzelius z pewnością miał na myśli tlenki żelaza, które we współczesnej symbolice są przedstawiane za pomocą wzorów  $Fe_2O_3$  i  $FeO$ . Trudność ta stanie się – zdaniem uczonego – pozorną, gdy przyjmujemy istnienie dolnego stopnia utlenienia żelaza, traktując go jako minimalny, chociaż jeszcze nieznan. Przypomnę, że podobnego typu rozważania wystąpiły w omawianym wcześniej artykule Thomsona, również z 1813 r. Oczywiście trudności tego typu zniknęłyby, a przynajmniej zmieniłyby swój charakter, gdyby Berzelius przyjął tezę, że mogą istnieć złożone atomy pierwszego rzędu, którym odpowiadałby – wyrażając się najogólniej – wzór typu  $A_m B_n$ , przy dowolnych wartościach  $m$  i  $n$ .

**Druga trudność.** Otóż, jak Berzelius sam wykazał eksperymentalnie, „gdy dwa tlenki łączą się wzajemnie, to czynią to w takich stosunkach, że każdy z tych tlenków zawiera albo równą ilość tlenu, albo jeden z nich zawiera ilość, która jest całkowitą wielokrotnością ilości tlenu w drugim tlenku“<sup>46</sup>.

Prawo to, chociaż – w opinii uczonego – jest zgodne z teorią korpuskularną, a mianowicie Daltonowską, to jednak, z jednej strony, dopuszcza istnienie pewnych połączeń niezgodnych z ową teorią, z drugiej zaś wyklucza istnienie połączeń z nią zgodnych. Pierwszy przypadek zachodzi wówczas, gdy rozważamy połączenia typu  $A+3O$  z  $B+1,5O$  (omyłkowo wydrukowano  $1,5BO$ ), chociaż według teorii korpuskularnej jest to absurdalne. Drugi przypadek zachodzi wówczas, gdy rozważamy połączenia typu  $A+3O$  z  $B+2O$ , chociaż połączenia tego typu są zgodne z ową teorią. Berzelius podał następnie przykłady połączeń chemicznych, ilustrujące ogólne ustalenia uczonego.

**Trzecia trudność.** Dotyczy ona liczby elementarnych atomów połączonych z innym elementarnym atomem. W przypadku złożonych atomów pierwszego rzędu, występujących w przyrodzie nieorganicznej, liczba ta nie może przekraczać 12. Natomiast w przyrodzie organicznej, w przypadku atomów organicznych, liczba ta bywa znacznie większa. Jako przykład Berzelius podał *oxalic acid*, odpowiadający kwasowi szczawiuowemu, który – jego zdaniem – jest złożony z 1 atomu wodoru, 27 atomów węgla i 18 atomów tlenu, czyli składa się z 1 atomu wodoru połączonych z 45 innymi atomami<sup>47</sup>. Oczywiście Berzelius błędnie ustalił skład kwasu szczawiuowego (dziś przyjmuje się wzór  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ), co nie dziwi, gdyż subsubdziedzina chemii organicznej w drugim dziesięcioleciu XIX w. znajdowała się w stadium „niemowlęcym“ swych dziejów. W tej sytuacji Berzelius oświadczył:

„Przyznaję, że nie wiem, w jaki sposób owe obserwacje i kilka innych, które zbyteczne byłoby wzmiankować tutaj, mogą być uzgodnione z hipotezą atomów: ale byłoby pochopne konkludować, że w przyszłości nie będziemy w stanie wyjaśnić w sposób zadawalający tych pozornych anomalii. Dopóki ten czas nie nadejdzie, *hipoteza atomów nie może być ani przyjęta, ani potraktowana jako prawdziwa*“<sup>48</sup> (podkr. – S.Z.).

Berzelius wypowiedział się także na temat różnicy pomiędzy „teorią atomów“ Daltona a „teorią objętości“ Gay-Lussaca, czyli prawem stosunków objętościowych.

„Jest oczywiste – stwierdził Berzelius – że to, co jedna teoria nazwała *atomem*, w drugiej teorii jest *objętością*. Biorąc pod uwagę obecny stan naszej wiedzy, teoria objętości ma tę przewagę, że jest oparta na dobrze ustalonym fakcie, natomiast druga ma tylko przypuszczenie u swej podstawy. W teorii objętości możemy wyobrazić sobie pół objętości, podczas gdy w teorii atomów pół atomu jest absurdem. Z drugiej strony, teoria objętości znajduje się w niekorzystnym położeniu, od którego jest wolna teoria atomistyczna; chodzi mianowicie o istnienie ciał złożonych, co do których nie możemy w ogóle zakładać, aby istniały w postaci gazu“<sup>49</sup>.

Wprawdzie lektura artykułu Berzeliusa upoważnia do przypisania mu postawy raczej wyczekującej w wyborze czy to „teorii atomów“, czy to „teorii objętości“, niemniej widoczne są też sympatie uczonego do „teorii objętości“ Gay-Lussaca. Co więcej, szwedzki chemik starał się, w odniesieniu do objętości, postępować analogicznie do Daltona, gdy ten rozważał relacje wagowe pomiędzy reagującymi substancjami. Tak zrodził się pomysł Berzeliusa, aby w stanie gazowym wyróżniać **elementarne objętości i złożone objętości pierwszego i drugiego rzędu**. W dzisiejszej nomenklaturze, pierwszym odpowiadałyby objętości pierwiastków, drugim – objętości związków chemicznych rozmaicie uszeregowanych. Berzelius uznał za „prawie udowodnione“, że elementarna objętość danej substancji nie może łączyć się, na przykład, z 1,5 objętością innej

elementarnej substancji, chociaż dopuścił, iż czasami zdarza się to ze złożonymi objętościami. W teorii objętości nie możemy – według niego – zakładać istnienia połączenia (*combination*) składającego się z 2 objętości połączonych z 3 objętościami etc., albowiem przy takim założeniu nie byłoby powodu, aby nie zakładać, że 4 objętości łączą się z 5, 7 z 9, 999 z 100 etc.

„Tutaj, podobnie jak w teorii atomów, jest absolutnie konieczne, aby w każdym związku jeden ze składników był traktowany jako pojedyncza jednostkowa objętość”<sup>50</sup>.

Rozważania te doprowadziły Berzeliusa do wysunięcia postulatu, aby spośród ciał elementarnych dobrać takie ciało, którego ciężar danej objętości można by uznać za jednostkowy, podobnie jak uznano ciężar danej objętości wody za jednostkę w oznaczaniu ciężarów właściwych cieczy i ciał stałych. Berzelius przy tym uważał, że jest wskazane, aby w odniesieniu do gazów za takie ciało wzorcowe przyjąć gazowy tlen a nie wodór, wbrew Daltonowskiej tradycji, według której dobrane ciało powinno być najlżejsze ze wszystkich dostępnych badaczom. Argumentacja Berzeliusa była zbliżona do tej, którą zastosował Thomson w artykule z 1813 (por. poprzedni paragraf). Głównym argumentem była teza, że – spośród wszystkich ciał elementarnych – tlen jawi się najbardziej reaktywny, tworząc więcej połączeń aniżeli wodór; nadto, że tlen ma wartość ciężaru właściwego większą aniżeli wodór, co ułatwia obliczenia. Ostatecznie Berzelius przyjął tlen jako jednostkę objętości w ustalaniu ciężarów właściwych innych gazów, przypisując tej jednostce arbitralnie wartość 100. Ciężary takich samych objętości innych gazów okazały się odpowiednio mniejsze lub większe, licząc w liczbach względnych. Przypomnę, że Dalton przyjął ciężar 1 atomu wodoru za jednostkę w oznaczaniu ciężarów innych substancji, przypisując mu arbitralnie wartość 1. Tak więc, Berzelius podążył odmienną drogą aniżeli Dalton, zbliżając się do Gay-Lussaca, chociaż przejął niektóre motywy poglądów Daltona, Thomsona, H.Davy’ego i T.Younga.

Godne uwagi jest to, że Berzelius, być może pod wpływem lektury artykułu Daltona *Inquiries concerning Signification of the Word Particelle* (1811), zwrócił uwagę na różnice terminologiczne występujące w pracach dopiero co wymienionych uczonych. Wprawdzie wszyscy oni próbowali dokonać oznaczeń takich czy innych wielkości, ale – w opinii Berzeliusa – nie zadbali o dokładność swych oznaczeń, często pomijając w swych sprawozdaniach opis przeprowadzonych eksperymentów i podając przy tym wartości zaokrąglone. I tak, Dalton próbował oznaczyć **ciężary względne** zarówno prostych, jak złożonych atomów; Davy, chociaż nie przyjął teorii atomistycznej Daltona, skorzystał z jego doktryny **określonych stosunków** (*definite proportions*), nazywając Daltonowskie atomy (*atoms*) „**stosunkami**” (*proportions*); wreszcie Young dokonał podobnych oznaczeń, ale to, co Davy nazwał „**stosunkami**”, sam nazwał „**łączącymi się ciężarami**” (*combining weights*).



W przedostatnim paragrafie, zatytułowanym *On the Chemical Signs, and the Method of employing them to express Chemical Proportions*, Berzelius wyraził swe przekonanie, że znaki chemiczne (*chemical signs*) „są przeznaczone jedynie do tego, aby ułatwić nam wyrażanie stosunków chemicznych i umożliwić wskazanie, bez długich omówień, względnej liczby objętości różnych substancji zawartych w każdym złożonym cielem”<sup>51</sup>. Co więcej, owe znaki (dziś używa się terminu „symbole”) powinny być, dla wygody, nie rysunkami, ale **literami**, a ściślej początkowymi literami łacińskich nazw każdej elementarnej substancji. Nie wchodząc tutaj w szczegóły, dogodnie będzie podać tutaj znaki, zaproponowane przez Berzeliusa dla niektórych substancji, które uznał za elementarne:

S=siarka; Si=krzem; St=antymon (*stibium*); Sn=cyna (*stannum*); O=tlen (*oxygenium*) etc. W symbolice Daltona substancje te były sygnowane rysunkami<sup>52</sup>.

Berzelius uznał, że rysunkowa symbolika, stosowana przez Daltona, była niewygodna w użyciu. Zasada podawania znaków substancji elementarnych, czyli – jak wreszcie przyjęto – pierwiastków chemicznych, w postaci liter ostatecznie zwyciężyła i obowiązuje do dnia dzisiejszego.

Sens chemicznego znaku jest – według Berzeliusa – taki, że zawsze wyraża 1 objętość danej substancji. Ale gdy ma się do czynienia z substancją złożoną, wskazane jest wyszczególnienie poszczególnych składowych objętości. Na przykład 1 objętość *oxidum cuprosum* składa się z 1 objętości tlenu (*oxygenium*) i 1 objętości miedzi (*cuprum*). Tak więc, znakiem (w dzisiejszej terminologii „wzorem”) dla *oxidum cuprosum* jest **Cu+O**. Z kolei 1 objętość *oxidum cupricum* składa się z 1 objętości miedzi i 2 objętości tlenu, toteż znakiem dla tej substancji jest **Cu+2O**. Ważnym szczegółem tej koncepcji jest rozróżnienie przez Berzeliusa prototlenku miedzi, za który uznał *oxidum cuprosum*, i nadtlenu miedzi, za który uznał *oxidum cupricum*. Rozróżnienia te odegrały znaczącą rolę w piarstwie Berzeliusa. Inne przykłady znaków to: **S+3O** dla *sulphuric acid*; **C+2O** dla *carbonic acid*; **2H+O** dla *water* etc.

W odniesieniu do bardziej złożonych substancji Berzelius zaproponował, aby złożone objętości pierwszego rzędu symbolizować w postaci analogicznej, tyle że skróconej. I tak, 1 objętość *sulphate of copper* wyrażał za pomocą znaku **CuO+SO<sup>3</sup>**; 1 objętość *persulphate of copper* jako **CuO<sup>2</sup>+2SO<sup>3</sup>** etc. Natomiast złożone objętości drugiego rzędu postulował wyrażać za pomocą znaków lub – jak niekiedy pisał – wzorów (*formulas*) w sposób zbliżony do złożonych objętości pierwszego rzędu. I tak, ponieważ 1 objętość alunu (*alun*) jest złożona – zdaniem uczonego – z 3 objętości *sulphate alumina* i 1 objętości *sulphate of potash*, to jego znak (resp. wzór) jest **3(AIO<sup>2</sup>+2SO<sup>3</sup>)+(PO<sup>2</sup>+2SO<sup>3</sup>)** (w oryginalnym tekście Berzeliusa występuje znak **PO<sub>2</sub>**, co jest niezgodne z wcześniejszymi ustaleniami uczonego). Podane przez Berzeliusa – jak dziś powiedzielibyśmy – wzory najprostszych związków chemicznych, na ogół, znajdują swe odpowiedniki w dzisiejszej symbolice. Na przykład Berzeliusowski *oxidum cuprosum*



(**Cu+O**) ma swój odpowiednik w dzisiejszym tlenku miedzi II (**CuO**); *sulphuric acid* (**S+3O**) w dzisiejszym tlenku siarki VI (**SO<sub>3</sub>**); carbonic acid (**C+2O**) w dwutlenku węgla (**CO<sub>2</sub>**); *sulphate of copper* (**CuO+SO<sup>3</sup>**) w siarczanie miedzi II (**CuSO<sub>4</sub>**) etc. Ale już alun [**3(AlO<sup>2</sup>+2SO<sup>3</sup>)+(PO<sup>2</sup>+2SO<sup>3</sup>)**] znacznie odbiega od dzisiejszego alunu glinowo-potasowego [**KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O**]. Inne wzory, jak amoniaku (*ammonia*) i związków organicznych, w poważnym stopniu odbiegają od składów ilościowych współcześnie im przypisywanych. W innych artykułach Berzelius stosował także nieco zmodyfikowany wariant omówionego chemicznego znakowania. Na przykład tlenki oznaczał pisząc symbol pierwiastka, nad którym umieszczał odpowiednią liczbę kropek oznaczających liczbę atomów tlenu zawartych w tym tlenku; natomiast dwa atomy danego pierwiastka oznaczał pisząc jego symbol przekreślony u podstawy. Symbolika ta okazała się nader niewygodna w użyciu.

Niezależnie od różnych uchybień i niedogodności symboliki Berzeliusa, odegrała ona nader istotną rolę w dziejach subdziedziny chemii. Współczesna symbolika chemiczna ma u swych źródeł symbolikę Berzeliusa. Dodam, że bardziej złożone od losów symboliki chemicznej były losy terminologii chemicznej, stosowanej do substancji złożonych, czyli – powtórzę raz jeszcze – związków chemicznych. W tym przypadku odnotować należy proces kolejnych zmian, trwający do naszej współczesności. Nie ominęły one w pierwszej połowie XIX w. także Wysp Brytyjskich, gdzie niektórzy teoretycy, jak na przykład William Whewell, wcale nie chemik, wysuwali propozycje usprawnienia sposobów wyrażania się w subdziedzinie chemii. Będzie o tym mowa w jednym z kolejnych paragrafów.

Przeprowadzona wyżej analiza poglądów Berzeliusa miała na celu nie tylko – by tak rzec – wypełnienie „szarej plamy“ na mapie historycznych opracowań poświęconych dziejom subdziedziny chemii, ale nadto zwrócenie czytelnikom uwagi na to, że takie czy inne wypowiedzi szwedzkiego uczonego, jeżeli są odrywane od kontekstu, w jakim zostały rzucone w obieg społeczny, mogą być błędnie interpretowane przez współczesnych czytelników. Wiadomo, że kontekst ten był swoiście polemiczny. Berzelius w analizowanym artykule jawi się pod niejednym względem adwersarzem Daltona a nie jego zwolennikiem. Zauważył to sam Dalton, decydując się na opublikowanie repliki na artykuł Berzeliusa.

#### 4. ODPOWIEDŹ DALTONA NA ARTYKUŁ BERZELIUSA (1814)

Artykuł Berzeliusa *Essay on the Cause of Chemical Proportions...*, opublikowany w latach 1813–1814 na łamach brytyjskiego periodyku „Annals of Philosophy“, wywołał replikę ze strony Daltona, chociaż nieco przedwczesną, gdyż tekst szwedzkiego chemika nie został jeszcze opublikowany w całości. W każdym razie,

Dalton zdecydował się zamieścić ją również w „Annals of Philosophy“ w postaci artykułu, odstępując od swego zwyczaju publikowania w „Memoirs of Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society“, aczkolwiek tekst tego artykułu odczytał wcześniej, a mianowicie 24 grudnia 1813 r., na posiedzeniu The Manchester Literary and Philosophical Society.

Na wstępie artykułu Dalton stwierdził, że poglądy Berzeliusa są zbliżone do jego własnych, co daje mu asumpt do ich rozważenia, choćby z tego względu, iż szwedzki chemik cieszył się już na początku XIX w. wysokim autorytetem w europejskich środowiskach naukowych. Zarazem jednak zadeklarował:

*„Niezależnie od naszych teoretycznych spekulacji, byłyby one mało przydatne, gdyby nie były wsparte przez fakty (podkr. – S.Z.); i pomimo nowoczesnych ulepszeń w praktyce chemii, żadna jej teoria nie może posunąć się naprzód nie napotykać trudności, które zbyt często wypływają z niedokładnej obserwacji. Mam nadzieję wykazać, ku zadowoleniu Dra Berzeliusa, że niektóre z nich, znalezione przez niego w toku rozważań nad teorią atomistyczną, są tego rodzaju, a pozostałe tylko urojonymi trudnościami“<sup>53</sup>.*

Interesująca jest ta deklaracja Daltona, choćby z tego względu, że jej autor jawi się zwolennikiem koncepcji, która miernikiem wartości spekulacji w subdziedzinie chemii czyni **fakty**, wspierające te spekulacje. Tak ogólnie sformułowana deklaracja nie pozwala jednoznacznie przesądzić, czy Dalton cenił fakty – by tak rzec – leżące u źródeł spekulacji, czy fakty będące potwierdzeniem owych spekulacji, czy też jedne i drugie. Nasuwa się przypuszczenie, że w każdym z tych przypadków Dalton optowałby na rzecz koncepcji, która przyjmuje występowanie „nagich faktów“, zgodnie z ogólnym tenorem minimalistycznych filozofii.

W artykule Berzeliusa najbardziej zainteresowało Daltona to, jak szwedzki chemik rozumiał chemiczną teorię atomistyczno-molekularną. Stwierdził, że poglądy Berzeliusa różnią się nieco w tej kwestii od jego własnych. Wydaje się, że – w opinii samego Daltona – gdy chodzi o rozumienie tej teorii, czyli jej interpretację, najpoważniejsze różnice pomiędzy tymi uczonymi dotyczyły następujących kwestii szczegółowych: 1) wielkości atomów; 2) wzajemnego łączenia się atomów; 3) kształtu atomów; 4) liczności atomów w powstałych połączeniach.

**Ad. 1.** „Dr. B. – pisał Dalton – zdaje się utrzymywać, że wszystkie atomy powinny być *tej samej wielkości*. To, sądzi on, jest wymagane, aby utworzyły się ciała o figurach regularnych. Otóż nie jest to żadna część mojej doktryny. Twierdzę, że wszystkie atomy homogenicznego ciała **A** są takiej samej wielkości, podobnie jak mają ten sam ciężar oraz że wszystkie atomy ciała **B** są takiej samej wielkości i ciężaru; ale nie dostrzegam żadnej dostatecznej racji do konkludowania, że atomy **A** są takiej samej wielkości jak atomy **B**“<sup>54</sup>.

Przypomnę, że Berzelius napisał w swym artykule: „Przypuszczam również, że wszystkie atomy są kuliste i *mają taką samą wielkość* (podkr. – S.Z.).

(Ta ostatnia okoliczność nie jest koniecznie związana z ideą atomów, ale jest ona absolutnie konieczna, o ile regularne figury mają być rezultatem ich połączenia i o ile łączą się one w określonych stosunkach (*definite proportions*), nawet w najbardziej skomplikowanych połączeniach)<sup>55</sup>. Stylistyka tej wypowiedzi mogłaby wprawdzie pozwolić na wysunięcie przypuszczenia, że Berzelius niepostrzeżenie opuścił stanowisko interpretatora teorii Daltona, przechodząc na stanowisko kogoś, kto akceptuje tę teorię, wydaje się jednak, że brak wystarczających przesłanek, które uwiarygodniałyby to przypuszczenie.

**Ad. 2.** Inny punkt sporu, tym razem możliwego, dotyczył wzajemnego łączenia się atomów. Pamiętajmy ciągle, że chodziło o różnice między Berzeliusem i Daltonem, według opinii samego Daltona, w rozumieniu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej, nie zaś o własne poglądy Berzeliusa na temat atomów etc. Sam Berzelius, o czym była mowa w poprzednim paragrafie, sympatyzował z „teorią objętości“ a nie z „teorią atomów“. W kwestii wzajemnego łączenia się atomów Dalton wypowiedział się zgodnie z tradycją żywą na Wyspach Brytyjskich, zwłaszcza z niektórymi poglądami Bryana Higginsa (nie mylić z Williamem Higginsem).

„Dr. Berzelius uważa – stwierdził Dalton – że gdy atom **A** łączy się z atomem **B**, to niezbędne jest, aby się one stykały. Zgodzimy się co do tego sposobu wyrażania faktu; ale nasze idee mogą różnić się materialnie ze względu na znaczenie. *Przyległe atomy wszelkich elastycznych fluidów stykają się wzajemnie za pośrednictwem cienkich atmosfer ciepła* (podkr. – S.Z.): ani nie znam, ani nie dopuszczam żadnego innego kontaktu. Stała nieprzepuszczalna materia, o ile taka istnieje, konstytuuje centrum atomu i nigdy, o ile wiadomo, nie wchodzi w kontakt z jakąkolwiek inną materią, ponieważ okazuje się niemożliwe pozabawienie ciał ich ciepła. Atomy ciał mogą przeto współistnieć na różnych odległościach; w postaciach stałej i ciekłej są one stosunkowo blisko siebie, zaś w postaci elastycznej oddalone; ale we wszystkich tych postaciach są one podatne na zmianę, w tym w zależności od temperatury i ciśnienia. Jest prawdopodobne, że atomy gazu tlenu mogą zostać skondensowane w jakiejś objętości, tak, aby ich odległość nie przekraczała odległości pomiędzy tlenem a wodorem w atomie pary (*atom of steam*), ale jeszcze nie łączyć się chemicznie wraz ze zmianą swych postaci. Dlatego, wydaje się, że pojęcie stykających się wzajemnie cząstek nie stanowiłoby dostatecznego kryterium chemicznego związania<sup>56</sup>.

Wypowiedź ta stanowi, w gruncie rzeczy, komentarz do krótkiej sugestii Berzeliusa na temat sposobu tworzenia złożonych atomów z kilku elementarnych atomów (por. poprzedni paragraf). Nie ma charakteru polemiki z poglądami Berzeliusa, lecz stanowi co najwyżej ich rozwinięcie. Dalton nieco wyolbrzymił różnice pomiędzy własnym stanowiskiem a tym, które ledwo zarysował Berzelius.

**Ad. 3.** Odpowiedź Daltona stanowi uszczegółowienie jego stanowiska w kwestii wzajemnego łączenia się atomów, z uwzględnieniem ich kształtu (*figure*)

i wprowadzeniem dodatkowych rozróżnień terminologiczno-pojęciowych. Wyrażając się najogólniej, można powiedzieć, że Dalton przypisał Berzeliusowi niejasne stanowisko w rozumieniu jego, Daltonowskiej, teorii atomistyczno-molekularnej.

„Ze względu na kształt – pisał Dalton – Dr. Berzelius twierdzi, że złożony atom (*compound atom*) nie może być traktowany jako kulisty, ale że elementarny atom (*elementary atom*) mógłby być przyjęty jako taki. I tu, znowu, gdy mówimy o atomie, powinniśmy się wzajemnie porozumieć, czy mamy na myśli stałą korpuskułę (*solid corpuscle*), czy też stałą korpuskułę przyłączoną do atmosfery ciepła (*atmosphere of heat*). Jeżeli chodzi o pierwszą ewentualność, to jest oczywiste, że złożone atomy nie mogą być kuliste; ale też nie widzę żadnego powodu, aby przypuszczać, że wszystkie proste atomy (*simple atoms*) są takie; atomy wodoru zapewne mogłyby być kuliste, atomy tlenu regularnymi czworościanami a atomy azotu cylindrami o równej średnicy i wysokości etc., etc. Natomiast jeżeli rozumiemy atom w drugim sensie, wówczas nie tylko elementarne atomy, ale i większość złożonych atomów ma prawdopodobnie kształt kulisty, sferoidalny lub też kształt zbliżony do kuli. Spośród wszystkich złożonych atomów, atom składający się z 3 elementarnych atomów jest prawdopodobnie najbardziej daleki od kuli; ale gdy złożony związek zawiera 5 lub więcej prostych atomów, przypuszczałbym, że byłaby to zasadniczo kula<sup>57</sup>.”

W powyższym rozumowaniu rzuca się w oczy przede wszystkim predylekcja Daltona do posługiwania się terminami o niesprecyzowanym rozumieniu, jak: „złożony atom“ (*compound atom*), „elementarny atom“ (*elementary atom*), „prosty atom“ (*simple atom*). Ostatnie cytowane zdanie jest natomiast nieprzekonujące, gdyż brak uwidocznionych przesłanek, które doprowadziły Daltona do jego sformułowania. Ma przeto charakter tezy *ad hoc*.

**Ad. 4.** Kwestia liczności atomów w powstających połączeniach (resp. związkach, gdyż Dalton używał zamiennie obu wyrażeń w omawianym artykule) interesowała zarówno Daltona, jak i Berzeliusa. W poprzednim paragrafie była mowa o stanowisku Berzeliusa w tej kwestii. Według Berzeliusa, chemiczna teoria atomistyczno-molekularna Daltona nie dopuszcza tworzenia się połączeń 2 atomów **A** z 2 atomami **B**, 2 **A** z 3 **B** etc.

W odpowiedzi na taką interpretację swej teorii, Dalton kategorycznie oświadczył, że z teorii tej „nie wynika, aby 2 atomy **A** nie mogły łączyć się z 2 **B**, 2 **A** z 3 **B** etc. Obawiam się, że takie połączenia rzadko istnieją; ale nie dostrzegam żadnego powodu, czy to na gruncie teorii, czy to doświadczenia, aby je odrzucać. Można by powiedzieć, że takie złożone atomy są zdolne do podziału: to prawda. Ale ich części mogłyby natychmiast połączyć się znowu na zasadzie powinowactwa (*affinity*); i dlatego, zapewne, nie mogą być wykryte w odrębnym stanie<sup>58</sup>.”

W uzupełnieniu tych różnic w interpretowaniu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej, dodam, że Berzelius nadto interpretował tę teorię w kategoriach

„elektrycznej biegunowości“. Motyw ten nie występuje w piśmarstwie Daltona, który wręcz stwierdził ten fakt w omawianym artykule<sup>59</sup>. Jednak nasuwa się uwaga, że motyw „elektrycznej biegunowości“ w poglądach Berzeliusa zdaje się wykraczać poza interpretację teorii Daltona, tak dalece, że można by sądzić, iż szwedzki uczoney zdawał się wyrażać własną wersję teoretyczną, postulując istnienie atomów, tyle że o specyficznej „elektrycznej biegunowości“. Ale pamiętajmy, że w artykule, z którym polemizował Dalton, Berzelius jeszcze opowiadał się za „teorią objętości“ Gay-Lussaca, a nie za taką czy inną „teorią atomów“, chociaż ostatecznie nie przesądzał, którą z nich należy przyjąć w subdziedzinie chemii.

W artykule Daltona, oprócz polemiki wokół różnic w interpretowaniu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej, występuje także analiza trudności, na które – zdaniem Berzeliusa – narażona jest ta teoria. Dalton, na ogół, zgodził się z sugestiami Berzeliusa zarówno co do samego wyróżnienia owych trudności, jak i sposobu ich rozwiązania.

Opinia ta dotyczy zwłaszcza rozwiązania pierwszej trudności (por. poprzedni paragraf), a mianowicie występowania ciał łączących się z 2 porcjami tlenu, z których jedna była 1,5 razy cięższa aniżeli druga. I tak, gdyby ilość tlenu w jakimś tlenku metalu, uznawanym za prototlenek (*protoxide*) tego metalu, pozostawała do tlenu w jakimś innym tlenku tego metalu, uznawanym za następny (*deutoxide*), w stosunku 1 : 1,5 czyli 2 : 3, to trzeba by założyć – stwierdził Dalton – że rzeczywisty prototlenek jest nieznan. Łatwo zauważyć, że odpowiadałaby mu liczba 1, a stosunek ilości tlenu w trzech kolejnych tlenkach danego metalu byłby 1 : 2 : 3. Ale – według opinii samego Daltona – nie byłoby to jedyne rozwiązanie ! Można przypuszczać, że nie uznawał on za niezbędne postulowanie istnienia owego nieznanego prototlenku, a tylko za możliwe. Dodam, że dyskutowany przez Daltona materiał empiryczny wskazywał, że – jak twierdził – istnieją dwa tlenki żelaza, czarny tlenek (*black oxide*) i czerwony tlenek (*red oxide*), w których tlen występuje w stosunku wzajemnym 2 : 3, oczywiście w odniesieniu (po przeliczeniu) do tej samej ilości żelaza (dziś można by im przypisać wzory:  $\text{FeO}$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Natomiast Dalton sądził, że nieznanym był prototlenek żelaza. Podobnie w odniesieniu do tlenków siarki, Daltonowi były znane dwa tlenki, *sulphurous acid* (czyli w gruncie rzeczy dwutlenek siarki czyli tlenek siarki IV) i *sulphuric acid* (czyli w gruncie rzeczy trójtlenek siarki czyli tlenek siarki VI). Stosunek wzajemny ilości tlenu przypadających w obu tych tlenkach na tę samą ilość siarki też był mu znany, a mianowicie 2 : 3 (dziś można by im przypisać wzory  $\text{SO}_2$  i  $\text{SO}_3$ ). Ale Dalton napisał, że „chyba nie uznamy związku siarki z 1 porcją tlenu“<sup>60</sup>. Można sądzić, że nie uważał on, iż istnieje prototlenek siarki. Jeszcze bardziej kategorycznie wypowiedział się w kwestii istnienia prototlenku węgla. Spośród dwóch znanych mu tlenków węgla, *carbonic acid* (czyli w gruncie rzeczy dwutlenku węgla) i odkrytego około 12 lat przed opublikowaniem



artykułu Daltona *carbonic oxide* (czyli tlenku węgla), uznał ten ostatni za **teoretycznie** prostsze połączenie czyli – można sądzić – za prototlenek węgla.

Druga trudność została – według Daltona – wyartykułowana przez Berzeliusa w sposób niejasny. Analizując rozumowanie Berzeliusa, przy okazji Dalton poprawił błąd drukarski w artykule szwedzkiego chemika, o czym wspomniałem w poprzednim paragrafie. Jednak niejasne z kolei jest rozumowanie Daltona, podążającego śladami Berzeliusa. Omawiana trudność polega na wyjaśnieniu możliwości istnienia połączeń (resp. związków), które powstały z innych, a mianowicie typu  $A + 3O$  i  $B + 1,5O$ . Istnienie takich połączeń, zawierających ułamkową liczbę atomów (tu: tlenu), było absurdalne według chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. Przypomnę, że w wyjściowych połączeniach ilość tlenu powinna, zgodnie z prawem empirycznym odkrytym przez Berzeliusa, albo być taka sama, albo stanowić wielokrotność ilości tlenu w drugim połączeniu. Według Daltona, warunek taki byłby spełniony przez połączenie składające się z 1 atomu tlenku, zawierającego 1 atom **B**, z 2 atomami tlenku, zawierającego 1 atom **A**. Przy takim ujęciu, problemem było to, czy należy postulować tlenek zawierający 1 atom **B**. Gdyby przyjąć, jak zakładali Dalton i Berzelius, że powstałemu tlenkowi odpowiadałby – w symbolice Berzeliusa – wzór  $2(A + 3O) + (B + 1,5O)$ , byłoby to rzeczywiście niezgodne z chemiczną teorią atomistyczno-molekularną, ale zgodne z empirycznym prawem odkrytym przez Berzeliusa. Natomiast gdyby przyjąć, czego Dalton *explicite* nie uczynił, że powstałemu tlenkowi odpowiadałby wzór  $2(A + 3O) + (2B + 3O)$ , wówczas spełnione byłoby empiryczne prawo odkryte przez Berzeliusa oraz przywrócona zgodność z chemiczną teorią atomistyczno-molekularną.

Na temat trudności związanych z wyjaśnieniem występowania połączeń powstałych z innych, a mianowicie z połączeń typu  $A + 3O$  i  $B + 2O$ , zgodnie z chemiczną teorią atomistyczno-molekularną, ale niezgodnie z empirycznym prawem odkrytym przez Berzeliusa, Dalton wypowiedział się wymijająco, ignorując przy tym to prawo, twierdząc że „w teorii atomistycznej oczywiście nie ma niczego, co by wykluczało takie połączenia”<sup>61</sup>.

Wreszcie w odniesieniu do Gay-Lussacowskiej „teorii objętości“ (*theory of volumes*) Dalton wyraził następujące swe przekonanie:

„Zaczekam, aby ujrzeć ją bardziej rozwiniętą. Sam nie dostrzegam, w jaki sposób moglibyśmy usunąć trudności, towarzyszące teorii atomistycznej, dzięki zastąpieniu terminu *objętość* (*volume*) terminem *atom* (*atom*); ani też w jaki sposób »można przedstawić sobie *pół-objętości* (*demi-volume*), gdy w teorii atomów *pół-atomu* (*demi-atom*) jest absurdem«. Pomimo to, wszystko, co na ten temat wyszłoby spod pióra Berzeliusa, bez wątpienia, byłoby warte uwagi chemicznego świata”<sup>62</sup>.

W odpowiedzi na artykuł Daltona, w następnym roku (1815) Berzelius opublikował, również na łamach „Annals of Philosophy“, replikę zatytułowaną *Address*



*to those Chemists who wish to examine the Laws of Chemical Proportions, and the Theory of Chemistry in General*<sup>63</sup>. O tej replice będzie jeszcze mowa w jednym z kolejnych paragrafów. Ale zanim to nastąpi, warto zapoznać się z artykułem Wollastona opublikowanym w 1814 r., stanowiącym – jak niekiedy sądzi się – archetyp późniejszych zarzutów wymierzonych, jak można by sądzić, w chemiczną teorię atomistyczno-molekularną Daltona. Czy artykuł ten rzeczywiście wymierzony był w teorię Daltona? Czy zasadne byłoby potraktowanie Wollastona jako antyatomistę? O niektórych aspektach tych kwestii będzie mowa w następnym paragrafie.

## 5. PROPOZYCJE WOLLASTONA (1814)

Na temat Williama Hyde'a Wollastona, angielskiego chemika, ale także – sądząc po jego publikacjach – znawcy problematyki astronomicznej, optycznej, mechanicznej, akustycznej, mineralogicznej, geologicznej, krystalograficznej, fizjologicznej, patologicznej i botanicznej trudno znaleźć w polskim piśmiennictwie z zakresu historii subdziedziny chemii jakiegokolwiek informacje, nawet w tych pracach, które fragmentarycznie traktują o dziejach koncepcji atomistycznych. Niektórzy historycy subdziedziny chemii nawet nie wymieniają jego nazwiska. Osobliwe to, zważywszy że w piśmiennictwie zagranicznym poświęca się Wollastonowi stosunkowo dużo miejsca<sup>64</sup>. Otóż autorzy publikacji poświęconych Wollastonowi uważają, że odegrał on znaczącą rolę w rozwijaniu pewnych motywów związanych z chemiczną teorią atomistyczno-molekularną, a nadto niekiedy czynią go odpowiedzialnym za upowszechnienie wśród chemików sceptycyzmu wobec jej walorów poznawczych. Wyrażając się w największym skrócie: Wollaston bywa postrzegany jako zwolennik minimalistycznego podejścia do teorii Daltona. W niniejszym paragrafie będzie mowa tylko o niektórych aspektach stanowiska Wollastona.

Wśród publikacji Wollastona, interesujących z chemicznego punktu widzenia, na uwagę zasługują, w kontekście dyskusji wokół teorii Daltona, trzy artykuły: *On Super-acid and Sub-acid Salts*<sup>65</sup>; *The Bakerian Lecture. On the Elementary Particles of Certain Crystals*<sup>66</sup>; *A Synoptic Scale of Chemical Elements*<sup>67</sup>. Wszystkie opublikowane zostały na łamach londyńskiego periodyku „Philosophical Transactions of the Royal Society“.

W pierwszym artykule zarysowana została idea stosunków wielokrotnych w klasie wyróżnionych soli; w drugim wysunięta teza, że istnienie ostatecznych fizycznych atomów, absolutnie niepodzielnych nie jest niezbędne w rozważaniach dotyczących kryształów; w trzecim podjęta próba zastąpienia chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona własną koncepcją, **równoważnikową**. Tak w największym skrócie można by streścić owe artykuły. Podstawą,

na której opierał się trzeci artykuł, był referat Wollastona wygłoszony 4 listopada 1813 r. w siedzibie Royal Society w Londynie. Celem Wollastona było skonstruowanie synoptycznej skali równoważników, w którym to dziele postrzegał siebie jako kontynuatora badań prowadzonych pod koniec XVIII w. przez Jeremiasa Benjamina Richtera.

Ale Wollaston wspominał także Williama Higginsa, autora książki *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 Origin* (1789). Lektura artykułu Wollastona wskazuje, że powołał się na tę pracę Higginsa przede wszystkim w kontekście rozważań nad kwestią wielokrotności stosunków w wybranej klasie połączeń (resp. związków) chemicznych, a mianowicie tlenków azotu. Zadanie skonstruowania synoptycznej skali równoważników chemicznych jawi się w tym artykule jako praktyczne zagadnienie, pochodne względem teoretycznej kwestii wielokrotności stosunków.

Według Wollastona, Higgins jako pierwszy zakomunikował o występowaniu takich stosunków, dochodząc do tej konstatacji raczej drogą spekulacji aniżeli rzeczywistych obserwacji. Przypomnę, że Higgins uważał, iż azot tworzy kilka tlenków różniących się ilościami tlenu przypadającymi na tę samą ilość azotu. Owe ilości tlenu pozostawały w wielokrotnych stosunkach wzajemnych, dających się przedstawić za pomocą liczb 2 : 3 : 4 : 5 (liczbom tym odpowiadały połączenia: *nitrous gas*, *nitrous vapour*, *nitrous acid*, *nitric acid*; podane nazwy są w artykule dodane przez Wollastona). Oczywiście Higgins, który zresztą jawi się w swej książce lavoisierystą, *explicite* nie wysunął koncepcji atomistycznej, wyrażając się w konwencji empirycznej a nie teoretycznej. Wollaston uznał też, że Higgins, badając spalanie wodoru w tlenie, antycypował objętościowe prawo Gay-Lussaca; a także że „wyraźnie wyprzedził Daltona w atomistycznych poglądach na chemiczne połączenie“. Co więcej, wyraził swe przekonanie, że to dzięki Daltonowi po raz pierwszy w dziejach poprawnie odnotowano przykład wielokrotności w połączeniach powstałych z *nitrous gas* i tlenu. Wspominał też o swoich i Thomsona wcześniejszych badaniach (1808) wspierających ideę stosunków wielokrotnych w odniesieniu do wybranych połączeń (resp. związków) chemicznych<sup>68</sup>. Niezależnie od szczegółów, ton wypowiedzi Wollastona był pełen szacunku i poczucia zależności od teoretycznych i empirycznych ustaleń Daltona.

Po omówionym wyżej fragmencie artykułu przyszła kolej na wyrażenie przez Wollastona własnego stanowiska, alternatywnego wobec reprezentowanego przez Daltona. Według Rockego, można nawet twierdzić, że obaj angielscy chemicy reprezentowali „odmienne metodologie“ w ujmowaniu problemów. Opinię taką można, jak mogę sądzić, uznać raczej za nadinterpretację rzeczywistego stanowiska Wollastona. Sam Wollaston wyraził je w następujących sformułowaniach, które cytuję w wersji oryginalnej:

„According to Mr. Dalton's theory, by which are best explained (chodzi o wspomniane wyżej wielokrotności stosunków – S.Z.), chemical union in the state of neutralization takes place between single atoms of substances combined; and in cases where there is a redundance of either ingredient, then two or more atoms of this kind are united to only one of the other. *According to this view, when we estimate the relative weights of equivalents, Mr. Dalton conceives that we are estimating the aggregate weights of a given number of atoms, and consequently the proportion which the ultimate single atoms bear to each other. But since it is impossible in several instances, where only two combinations of the same ingredients are known, to discover which of the compounds is to be regarded as consisting a pair of single atoms, and since the decision of these questions is purely theoretical, and by no means necessary to the formation of a table adapted to most practical purposes, I have not been desirous of warping my numbers according to an atomic theory, but have endeavored to make practical convenience my sole guide*“<sup>69</sup> (podkr. – S.Z.).

Cytowana wypowiedź wskazuje, że Wollaston zamierzał ze względów **praktycznych** posługiwać się pojęciem *względny ciężar równoważnikowy* (*relative weight of equivalent*), zamiast – dodam od siebie – Daltonowskim pojęciem *względny ciężar atomu* (*relative weight of atom*) czy zbliżonymi. Sądził, że w ten sposób uniknie angażowania się w kwestie teoretyczne. Publikując swój artykuł, Wollaston nie wdawał się w ważką kwestię, a mianowicie czy jego względne ciężary równoważnikowe (w skrócie: równoważniki) odpowiadały względnym ciężarom atomowym. Termin „równoważnik chemiczny“ (*chemical equivalent*) nie był wynalazkiem Wollastona, chociaż stosował go w odniesieniu do kwasów i zasad już w 1808 r. Jako jeden z pierwszych użył go Henry Cavendish w 1767 r.<sup>70</sup> Obaj używali tego pojęcia w sposób odmienny aniżeli czyniono to począwszy od lat 60. XIX w.

Wollaston używał pojęcia *równoważnik chemiczny* w sposób operacyjny, posługując się empiryczną retoryką. Równoważnik chemiczny rozumiał, chociaż *explicite* tego słownie nie wyartykułował, jako tę ilość pierwiastka, która reaguje z 1,32 częściami wagowymi wodoru i/lub z 10 częściami wagowymi tlenu (po przeliczeniu: z 1,06 częściami wagowymi wodoru i/lub 8 częściami wagowymi tlenu). Takie rozumienie tego pojęcia różniło się od współczesnego, nieoperacyjnego, które traktuje równoważnik chemiczny pierwiastka jako jego ciężar atomowy podzielony przez jego wartościowość. Ponieważ dany pierwiastek może charakteryzować się liczbowo różnymi wartościowościami w związkach chemicznych, **różne** mogą być równoważniki tego samego pierwiastka. Inaczej sądził Wollaston, który założył, że dany pierwiastek ma tylko 1 równoważnik odpowiadający jego najniższemu tlenkowi czyli prototlenkowi (*protoxide*) w terminologii Berzeliusa.

„Termin *równoważnik* – pisał Rocke – został spopularyzowany przez Wollastona w ważkim artykule opublikowanym w 1814 r. Kilku komentatorów słusznie zauważyło, że Wollaston wykorzystał to pojęcie w zasadniczo odmiennym sensie aniżeli sens współczesny, ale konsekwencje ich pomieszczenia nigdy nie zostały wyczerpująco przebadane. Wollaston przyjął jeden równoważnik dla każdego pierwiastka, uważając go za inwariantny, następnie zaś wykorzystał jego wartość w celu wyliczenia wzorów molekularnych dla związków, co do których było wiadomo, że tworzył je dany pierwiastek. *Wybór równoważnika był podyktowany założonym wzorem dla najniższego tlenku rozważanego pierwiastka*“<sup>71</sup> (podkr. – S.Z.).

Procedura Wollastona przyjmowania założonych wzorów dla rzekomo najniższych tlenków, mająca charakter arbitralny, była podyktowana względami jawnie praktycznymi, ponieważ wzory te miały ułatwić porozumiewanie się chemików w kwestiach szczegółowych. Wollaston programowo nie zakładał, aby miały one wartość teoretyczną w sensie odzwierciedlania badanej rzeczywistości. Z tego względu Rocke, współczesny amerykański historyk subdziedziny chemii stwierdził, że w konsekwencji Wollastonowskie równoważniki były w gruncie rzeczy **konwencjonalnymi równoważnikami** (*conventional equivalents*)<sup>72</sup>. Warto jednak przypomnieć, że już w poglądach Daltona odnaleźć można założenie jawnie arbitralne, by nie powiedzieć konwencjonalne, a mianowicie **zasadę prostoty**, która dla połączeń (resp. związków) dwóch pierwiastków (resp. ciał prostych etc.) postulowała następujący porządek ich powstawania: **AB**, **AB<sub>2</sub>**, **AB<sub>3</sub>** etc. Stosując tę zasadę, Dalton arbitralnie założył, sądząc że wodór tworzy z tlenem tylko wodę, jej wzór **HO** (stosując współczesną symbolikę). Ustaliwszy taki wzór, analogicznie postępował z innymi pierwiastkami wyliczając wartości ich ciężarów atomowych.

Jeżeli zgodzimy się z opinią, że Daltonowski wzór wody był arbitralny, to można by spekulować, czy nie miał on charakteru konwencjonalnego w tym sensie, iż podyktowany był dążnością Daltona do wygody w porozumiewaniu się chemików etc. Wydaje się, że w odniesieniu do Daltonowskiej zasady prostoty trudno byłoby uniknąć sugestii, iż zasada ta miała charakter konwencjonalny w stopniu zbliżonym do tego, który był obecny w Wollastonowskiej koncepcji równoważników chemicznych. Należy stwierdzić, że obaj uczeni przyjmowali pewne inwarianty w odniesieniu do pierwiastków, pierwszy wartości ciężarów atomowych, drugi wartości równoważników. Wyrażając się skrótowo, sądzę, że elementy myślenia konwencjonalnego występowały w poglądach obu chemików. Z drugiej strony, wydaje się, że propozycja zastąpienia pojęcia *ciężar atomowy* pojęciem *równoważnik chemiczny* w rozumieniu Wollastona wcale nie konstytuowała stanowiska bardziej empirycznego aniżeli stanowisko Daltona.

W artykule Wollastona znaleźć można dane liczbowe dotyczące 19 pierwiastków chemicznych, obejmujące wartości ich równoważników (przy założeniach:

O=10 i O=8), a także sugestie odnośnie wzorów niektórych związków tych pierwiastków<sup>73</sup>. Dane te Wollaston umieścił w *Liczbowej tabeli równoważników* (*Numerical Table of Equivalentents*), której fragment dla kilku pierwiastków daje się zrekonstruować, używając współczesnej symboliki, w następujący sposób (korzystam z tabel skonstruowanych przez Rockego<sup>74</sup>):

H = 1,32	1,06	–
O = 10	8,00	HO
C = 7,54	6,03	CO, CO <sub>2</sub>
N = 17,54	14,03	NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>5</sub> , NH <sub>3</sub>
S = 20,00	16,00	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub>
Na = 29,1	23,3	NaO
Ca = 25,46	23,36	CaO
Fe = 34,5	27,6	FeO, FeO <sub>3/2</sub>

Warto porównać te dane z analogicznymi danymi Daltona z 1810 r. :

H = 1	1	–
O = 7	8	HO
C = 5,4	6,2	CO, CO <sub>2</sub>
N = 5	5,7	N <sub>2</sub> O, NO, NO <sub>2</sub> , NH
S = 13	15	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , SH
Na = (21)	(24)	–
Ca = (17)	(19)	–
Fe = 50	57	FeO <sub>2</sub>

Biorąc pod uwagę drugie kolumny w powyższych tabelach, a więc przy założeniu O=8, łatwo można stwierdzić, że dane Wollastona były bardzo zbliżone do danych Daltona. Opinia ta dotyczy zwłaszcza takich pierwiastków, jak H, O, C, S, którym obaj uczeni nadto przyporządkowali wzory odpowiednich związków o identycznym składzie. Niezależnie od różnic wypływających ze stosowania różnych metod eksperymentalnych do ustalania składu tych związków, w tabeli Wollastona były **obszary zgodności** z danymi Daltona. W tej sytuacji można zasadnie konkludować, że wprowadzenie przez Wollastona pojęcia *równoważnik chemiczny* (*chemical equivalent*) nie wpłynęło na zmianę charakteru jego koncepcji w stosunku do stechiometrycznego komponentu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona. Koncepcja Wollastona nie stała się przez to bardziej empiryczna i praktycznie bardziej użyteczna.

Wollaston bywa niekiedy postrzegany jako krytyk chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona, a przynajmniej jako ktoś zajmujący postawę wycofującą wobec tej teorii. Wyrazem postawy krytyka, na pozór, jawić się może



dopiero co omówiony artykuł Wollastona, w którym usiłował zastąpić stechiometryczny jej komponent koncepcją równoważnikową, rzekomo bardziej empiryczną. Nadzieja ta okazała się iluzoryczna. Co się tyczy postawy wyczekującej, to po pewnych zabiegach interpretacyjnych można się jej dopatrzeć we wcześniejszym artykule Wollastona<sup>75</sup>. Analiza artykułów Wollastona, opublikowanych w latach 1808–1814 pozwala na wysunięcie tezy, że nie przestał być zwolennikiem chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona a co najwyżej starał się niejako ulepszyć stechiometryczny jej komponent, wprowadzając empiryczne pojęcie *równoważnik chemiczny*. Wszelako w opinii potomnych Wollaston jawił się krytykiem teorii Daltona właśnie dzięki wprowadzeniu tego pojęcia. Zapomnieli oni, jak mogą sądzić, o tym, że w zastosowaniach tego empirycznego pojęcia Wollaston **arbitralnie** przyjął założenie, iż prototlenki są związkami dwójkowymi. Na tym założeniu zbudowana została stechiometryczna budowla Wollastona, która w praktyce nie różniła się od Daltonowskiej. Tak zrodził się **mit**, żywy w XIX w., przynajmniej do Kongresu Chemików w Karlsruhe, że można i należy oprzeć subdziedzinę chemii wyłącznie na empirycznych podstawach.

Chciałbym na zakończenie tych rozważań na temat propozycji Wollastona zwrócić uwagę na pewną ułomność występującą w omawianym artykule. Otóż Wollaston, jak to widać z jego autorskich przypisów, obficie korzystał z danych empirycznych wielu znakomitości w subdziedzinie chemii, jak: Biot i Arago, Marcet, Berzelius, Rose, Davy, Thomson, Klaproth, Henry, Berthollet, Richter, Gay-Lussac, Wenzel, Chenevix, Fourcroy i Thenard, Phillips, Proust. Ale wśród wymienionych nie było Daltona !

## 6. ODPOWIEDŹ BERZELIUSA NA REPLIKĘ DALTONA (1815)

Przypomnę, że w 1814 r. Dalton opublikował na łamach londyńskiego periodyku „Annals of Philosophy“ odpowiedź na artykuł Berzeliusa z lat 1813–1814 zamieszczony w tym samym periodyku (por. poprzedni paragraf). Widocznie odpowiedź Daltona nie zadowoliła Berzeliusa, skoro zdecydował się na nią zareagować, również na łamach „Annals of Philosophy“, publikując artykuł *Address to those Chemists who wish to examine the laws of Chemical Proportions, and the Theory of Chemistry in general*<sup>76</sup>.

Lektura tego artykułu nie przynosi radykalnych nowości w poglądach Berzeliusa w stosunku do tych jego poglądów, które zostały wcześniej omówione. Mimo to, artykuł daje asumpt do wysunięcia tezy o przesunięciu akcentów w piśmiectwie Berzeliusa od postawy **radykalnie krytycznej** wobec teorii Daltona, jak to miało miejsce w poprzednim jego artykule, w stronę postawy umiarkowanie krytycznej, by nie powiedzieć – aprobaty z zastrzeżeniami .

Stosunek Berzeliusa do atomistyki w ogóle, nie tylko zresztą chemicznej, ewoluował od postawy wstępnej aprobaty, poprzez krytykę radykalną, by zatrzymać się na etapie krytyki umiarkowanej czy też właśnie aprobaty z zastrzeżeniami<sup>77</sup>. Ale wraz z tą zmianą, do poglądów Berzeliusa wkradły się pewne niejasności, które utrudniają dziś interpretację jego stanowiska (por. dalsze uwagi).

Na wstępie swego artykułu Berzelius wyraził słowa kurtuazji pod adresem Daltona, następnie zaś stwierdził:

„Myślę, że wyraziłem się w tym memuarze (chodzi o artykuł *Essay on the Cause of Chemical Proportions...* – S.Z.) wystarczająco precyzyjnie, aby uwrażliwić czytelnika na to, iż nie miałem na celu ani opiniowania pomysłów Daltona, ani ich poprawiania. Między badaniami Pana Daltona a moimi 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 staram się wspinać od eksperymentów ku pierwszej zasadzie; natomiast Pan Dalton zniża się od owej zasady do eksperymentu. Z pewnością będzie wielkim hołdem dla spekulacji Daltona, jeżeli spotkamy się na tej drodze<sup>78</sup>.”

Ale dalej, w nieco w innym duchu, 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 dogadzania sobie. [...] nauka nigdy nie osiąga niczego za pomocą dysput o przedmiotach, które nie są podatne na dowodzenie<sup>79</sup>.”

Kontekst tej niezupełnie dla mnie jasnej wypowiedzi wskazuje, że Berzeliusowi chodziło o kwestię „względnej wielkości i kształtu atomów”. Na ten temat wypowiedział się we wcześniejszym artykule, zajmując stanowisko, które wywołało dezaprobatę Daltona. Niemniej trudno wyrobić sobie zdanie, jakie z kolei stanowisko zajął w tej kwestii Berzelius w 1815 r., skoro pominął ją dalej milczeniem. Można sądzić, że chyba uznał, iż wprawdzie godna polecenia jest droga wspinania się od eksperymentu ku pierwszej zasadzie, niemniej istnieją granice, których eksperyment nie może przekroczyć; poza te granice może już tylko wykroczyć ludzka wyobraźnia. Czyżby oznaczałoby to, że teraz zabrakło Berzeliusowi wyobraźni, aby przekroczyć eksperyment i spekulować o „względnej wielkości i kształcie atomów” ?

Budzi wątpliwości teza Berzeliusa, że wcześniej nie miał na celu wyrażania opinii o pomysłach Daltona. Wszak w artykule *Essay on the Cause of Chemical Proportions...* podał własną interpretację chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona. Teraz, w artykule *Address to those Chemists...*, doszedł do tego ciekawy postulat, aby korpuskularna chemia ukonstytuowała „fundamentalną teorię tej nauki; aby zamiast zajmować się częścią, objęła całość. Ale gdy traktujemy

o atomach w teorii chemicznej, powinniśmy usiłować znaleźć przyczynę powi-  
nowactwa atomów. Powinniśmy usiłować połączyć badania dotyczące przyczyny  
łączenia się atomów z badaniami dotyczącymi przyczyny łączenia się tylko  
w pewnych stosunkach<sup>80</sup>.

Postulat Berzeliusa niewątpliwie trzeba uznać za sięgający głębiej aniżeli  
czyniła to chemiczna teoria atomistyczno-molekularna Daltona, która sytuowa-  
ła się bez reszty w ramach **statyki chemicznej**. Berzelius, w omawianym arty-  
kule, przynajmniej postulatywnie wykroczył poza nią, gdy uznał ją za niedosko-  
nałą, ponieważ nie była ona teorią całościową<sup>81</sup>.

Oceniając opinię Daltona, że Berzeliusowska koncepcja „elektrycznej biegu-  
nowości atomów“ nie jest niezbędnym elementem chemicznej teorii atomistycz-  
no-molekularnej Daltona, szwedzki chemik zgodził się z nią i stwierdził, iż nie  
przypisywał swej koncepcji wielkiego znaczenia, traktując ją „jako idealną  
spekulację“. Ale natychmiast dodał, że „pomysły o relacji atomów do ich właś-  
ciwości elektryczno-chemicznych powinny, według mojej opinii, konstytuować  
zasadniczą część korpuskularnej teorii chemii, takiej, jaką ją widzę; dlatego  
uważam, że obowiązkiem człowieka nauki jest dążenie do pierwszej zasady nau-  
ki, nawet gdyby aktualnie było niemożliwe jej osiągnięcie<sup>82</sup>.

Dalsze rozważania Berzeliusa dotyczyły kwestii szczegółowych, głównie  
składu wybranych związków. Przyznał on, że w tym obszarze badań nadal wy-  
stępują poważne trudności, z którymi nie może się uporać chemiczna teoria ato-  
mistyczno-molekularna.

„Owe trudności – pisał Berzelius – nie mogą być usunięte pociągnięciem  
pióra. Jednakże jestem przekonany, że zarówno ja sam, jak i Pan Dalton z bie-  
giem czasu wykorzystamy te same trudności w celu oznaczenia **prawdziwej  
liczby atomów** (podkr. – S.Z.) w takich ciałach złożonych (chodziło o związki:  
*sulphate of copper, subarseniate of leads, subsulphate of copper, sulphuric acid,  
oxide of copper, protoxide of copper, hydrate of iron* – S.Z.); ale przede wszy-  
stkim musimy wykonać o wiele więcej eksperymentów dotyczących tych te-  
matów aniżeli te, którymi dysponujemy; *albowiem to nie sama spekulacja, ale  
eksperyment sterowany i stowarzyszony ze spekulacją mogą dostarczyć nam no-  
wej informacji*“<sup>83</sup> (podkr. – S.Z.).

Wreszcie w końcowym fragmencie artykułu Berzelius stwierdził:

„Gdy usiłowałem zwrócić uwagę chemików na trudności teorii atomistycz-  
nej, nie było moim zamierzeniem obalenie tej hipotezy. Chciałem ujawnić wszy-  
stkie jej trudności, aby nic nie mogło umknąć naszej uwadze obliczonej na rzu-  
cenie światła na ten temat. Pragnąłem eksperymentów w celu zweryfikowania  
tej teorii, toteż uznałbym za absurdalne, gdybym obrał przeciwną drogę. Umieś-  
ciłem, obok teorii korpuskularnej, teorię objętości, ponieważ ta jest w pewnej  
mierze związana z faktami, które łatwiej mogłyby być zweryfikowane<sup>84</sup>.

Cel, niejako strategiczny, badań chemicznych stanowi – według Berzeliusa – badanie stosunków chemicznych, czyli stechiometrycznych, pomiędzy składnikami powstałych związków. Ten ogólny cel konkretyzuje się poprzez badanie: 1) stosunków, w których połączone są „elementarne atomy“ (*elementary atoms*) i 2) stosunków, w których połączone są „złożone atomy“ (*compound atoms*).

„Pierwsze z nich są konieczną konsekwencją teorii atomistycznej; a ponieważ liczba związków, które one obejmują, jest bardzo ograniczona, prawie wszystkie zostały przebadane bez znalezienia pojedynczego wyjątku od tego prawa (Berzeliusowi z pewnością chodziło o stechiometryczny komponent chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej – S.Z.). Dlatego ten punkt jest nader powszechnie uznawany. Inaczej jest w drugim przypadku. Obejmuje on prawie nieskończoną liczbę związków, różniących się co do pierwiastków i co do liczby złożonych atomów“<sup>85</sup>.

Berzeliusowi chodziło zwłaszcza o związki „złożone z tlenków“, którym poświęcił swe wieloletnie badania. Nie omieszkał o tym przypomnieć czytelnikom. Oprócz siebie, wymienił tylko dwóch chemików, którzy podjęli analogiczne badania, a mianowicie „Pana Vogela z Bayereuth i Dra Thomsona z Londynu“. Pierwszy zajął się analizą wybranych podwójnych soli, w tym zawierających wodę krystalizacyjną, czyli złożonych z trzech lub czterech tlenków; drugi przebadał wielką liczbę soli, skłaniając się – w opinii Berzeliusa – do uznania wspomnianego „prawa“, czyli stechiometrycznego komponentu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej.

Ton i treść wypowiedzi Berzeliusa wskazują, że żywił on daleko idącą nadzieję, iż dzięki „udowodnieniu“ – jak pisał – teorii atomistycznej ustalona zostanie „teoria chemicznych stosunków“, na tyle ogólna by móc objąć nie tylko związki nieorganiczne, ale także „odsłonić sekrety organicznej kompozycji“<sup>86</sup>. Nadzieję tę wyraził, co godne uwagi, zanim Friedrich Wöhler dokonał syntezy związku organicznego, a mianowicie mocznika (1828).

Wydaje się, że dokonana wyżej analiza wypowiedzi Berzeliusa pozwala na potwierdzenie wysuniętej supozycji, iż w artykule z 1815 r. szwedzki chemik był umiarkowanym krytykiem czy też zwolennikiem z zastrzeżeniami teorii Daltona. Opinia taka dotyczy, co mocno chcę podkreślić, **stechiometrycznego** komponentu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. W odniesieniu do chemicznego znakowania, obecnego w tej teorii, a także – jak wyraził się w 1826 r. Davy – „ostatecznej natury czy to materii, czy to jej pierwiastków“ – Berzelius był, w pierwszym przypadku krytyczny, stosując własne znakowanie, w drugim zachował milczenie.

Można by uznać, że artykuł Berzeliusa, w zasadzie, zamykał szczegółową dyskusję – na łamach brytyjskich periodyków – wokół teorii Daltona, jaka wywiązała się z udziałem **chemików** cieszących się światową renomą. Nie znaczy to, że kwestia interpretacji chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej nie była

już poruszana czy to na Wyspach Brytyjskich, czy to na Kontynencie. Na Wyspach Brytyjskich wypowiadali się zarówno profesjonalni chemicy, na przykład Davy, jak i filozof o przyrodniczym wykształceniu i dorobku William Whewell. W przypadku Davy'ego dał o sobie znać pogląd większości brytyjskich chemików, akcentujący w teorii Daltona przede wszystkim jej komponent stechiometryczny. W tym względzie, można uznać, że Davy kontynuował linię interpretacyjną Thomsona, Wollastona a zwłaszcza Berzeliusa, i to niezależnie od różnic w kwestiach szczegółowych. O stanowisku Davy'ego będzie mowa w następnym paragrafie, o Whewellu nieco dalej.

## 7. STANOWISKO DAVY'EGO (1826)

W opracowaniach poświęconych poglądom Humphry Davy'ego, jednego z najwybitniejszych brytyjskich chemików pierwszych 30 lat XIX w., podkreśla się, że uczony ten nigdy nie był ortodoksyjnym zwolennikiem chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona. Nie przeszkadzało mu to wysoko oceniać wspomniany wcześniej stechiometryczny komponent teorii Daltona. Na przykład wybitny amerykański historyk subdziedziny chemii, Alan J. Rocke, tak oto scharakteryzował stanowisko Davy'ego:

„Z pewnością Davy nigdy nie stał się gorliwym wyznawcą *Daltonowskiej* wersji teorii atomistycznej. Predylekcje Davy'ego były o wiele bardziej zorientowane na romantyczne tradycje Kantowskiego idealizmu i dynamicznego poglądu na przyrodę, którą to skłonność mógł na przełomie stulecia zapożyczyć od swego wychowawcy, Thomasa Beddoesa, a także od swego bliskiego przyjaciela poety S.T. Coleridge'a. To sytuowało go w pewnym oddaleniu od brytyjskiej tradycji oświeceniowej popularnego Newtonowskiego korpuskularyzmu, w którym tkwił Dalton. Dalton był materialistą i realistą, Davy redukcjonistą i idealistą<sup>487</sup>.

Nie ma powodu, aby referować tutaj rozliczne szczegóły dotyczące całości kształtu chemicznych poglądów Davy'ego. Wystarczy, gdy ograniczę się do jego wypowiedzi na temat osiągnięć Daltona, w tym zwłaszcza chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. Najbardziej znamienne było w tym względzie przemówienie, które w 1826 r. wygłosił Davy, sprawujący funkcje prezesa Royal Society, z okazji przyznania Daltonowi pierwszej nagrody w postaci Royal Medal za osiągnięcia naukowe. Przemówienie to opublikowane zostało pod tytułem *Presidential Address on the Occasion of the Presentation of the first Royal Medal of the Royal Society to John Dalton*<sup>88</sup>.

Na wstępie tego przemówienia Davy przypomniał, że Royal Society ustanowiło nagrody, w postaci srebrnego i złotego medalu, „przyznawane za doniosłe odkrycia lub użyteczne prace w jakimkolwiek departamencie nauki; są one przyznawane uczonym i pomysłowym ludziom ze wszystkich krajów<sup>489</sup>. W przypadku



pierwszej nagrody Rada cytowanego Towarzystwa (Council of the Royal Society) miała trudności w podjęciu decyzji. A to dlatego, że potwierdzenie nowych odkryć naukowych – stwierdził dalej Davy – wymaga czasu i nowych prac, zwłaszcza gdy chodzi o takie odkrycia, których znaczenie jest wielkie a dotyczą one wielu aspektów badanej rzeczywistości. Mogą minąć lata, zanim uzyska się pełne przekonanie odnośnie ich prawdziwości.

„Otóż, chociaż w ciągu minionego właśnie roku zaanonsowano światu więcej aniżeli jedno doniosłe odkrycie, to jednak nie ma żadnego, o którym można by powiedzieć, jak na razie, że jest w sposób zupełny i pewny ustalone. Rada szukała przeto prac, usankcjonowanych przez czas, których znaczenie jest powszechnie odczuwane, chociaż nie wystarczająco potwierdzone; o których można powiedzieć, że uzyskały swój pełny autorytet w ciągu nader krótkiego czasu, ale które mogłyby być potraktowane jako odpowiadające literalnemu znaczeniu tej fundacji“<sup>90</sup>.

Oficjalna formuła, stwierdzająca że pierwszą nagrodę zdobył Dalton, głosiła w wysłowieniu Davy’ego, iż Rada „przyznała pierwszą nagrodę Panu Daltonowi z Manchesteru, Członkowi tego Towarzystwa za Rozwinięcie Chemicznej Teorii Określonych Stosunków (*Chemical Theory of Definite Proportions*), zwykle nazywanej Teorią Atomistyczną (*Atomic Theory*), a także za jego różne inne prace w fizycznej i chemicznej nauce“<sup>91</sup>.

Davy wspomniał, że błyskotliwych odkryć dokonali Black, Cavendish, Priestley, Scheele, Lavoisier, którzy wnieśli swój wkład w ustalanie charakteru ciał prostych lub złożonych (*simple or compound bodies*). Niemniej, na skutek braku dokładnych danych dotyczących stosunków wagowych w związkach chemicznych, „statyczna chemia (*statical chemistry*), której nauczano w 1799 r., była niejasna, mgłna i nieokreślona, nie zasługując nawet na miano nauki“<sup>92</sup>. Dalton, według Davy’ego, jako pierwszy zwrócił uwagę filozofów na doniosłość problematyki stałych stosunków wagowych w związkach chemicznych; wyraził też wysoką opinię o walorach badań stechiometrycznych przeprowadzonych przez Daltona, w tym dotyczących stałych wielokrotności stosunków wagowych. Przyznał, że Dalton wyjaśnił występowanie owych wielokrotności odwołując się do Newtonowskiej doktryny niewidzialnych atomów i w rezultacie sprawił, że statyka chemii (*statics of chemistry*) pod względem matematycznym uległa uproszczeniu, „umożliwiając badaczowi dedukowanie ogromnej liczby faktów z niewielu dobrze ustalonych, dokładnych eksperymentalnych rezultatów“<sup>93</sup>.

Davy przyznał, że w pracach różnych badaczy można znaleźć „wskazówki i wnioski prowadzące zdecydowanie“ do koncepcji stałych stosunków wagowych. W kontekście tej uwagi wymienił „Dra Bryana Higginsa, Pana Williama Higginsa i Profesora Richtera“, osobliwie pomijając Prousta. William Higgins, który w poglądach podążał za swym stryjem Bryanem, nie próbował – zdaniem

Davy'ego – wyrażać za pomocą liczb ilości wagowych, w których ciała łączą się wzajemnie, natomiast próbował to czynić Richter. Jednak Davy stwierdził niedwuznacznie, że w książce Williama Higginsa z 1789 r. występuje dążność do wyrażania zawartości tlenu w tlenkach azotu za pomocą liczb, sugerując tym samym, iż uczony ten zauważył zjawisko wielokrotności stosunków wagowych w tej klasie związków<sup>94</sup>.

Okolicznością, mającą pewne znaczenie w sporach o priorytet w odkryciu zjawiska wielokrotności stosunków wagowych, a także w ocenie chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej, było to, że Davy, uczony o dużym autorytecie naukowym, *explicite* stwierdził:

„Pan Dalton, o ile można to ustalić, nie był zaznajomiony z żadną z tych publikacji (chodzi o prace: Williama Higginsa z 1789 r. i angielskojęzyczny przekład jednej z książek Richtera z 1795 r. – S.Z.), a przynajmniej nigdy nie powołuje się na nie: toteż ktokolwiek, kto rozważy pomysły i niezależny tok jego myśli, a także oryginalny ton przeważający we wszystkich jego poglądach i spekulacjach, z trudem oskarży go o świadome popełnienie plagiatu. Niechaj więc zaleta odkrycia będzie uhonorowana tam, gdziekolwiek jest to należne; dlatego Pan Dalton będzie górował nad innymi w historii teorii określonych stosunków. On jako pierwszy ustalił, wyraźnie i liczbowo, doktrynę wielokrotności oraz usiłował wyrazić za pomocą liczb ciężary ciał, będąc przekonany o ich elementarności. Jego pierwsze poglądy, ze względu na ich śmiałość i osobliwość, spotkały się z dość nikłą uwagą; ale były one dyskutowane i poparte przez Doktorów Thomsona i Wollastona; a ponieważ tabela chemicznych równoważników drugiego z tych dzentelmenów oddziela praktyczną część tej doktryny od części atomistycznej czy też hipotetycznej, toteż warta jest pogłębionych poglądów i filozoficznej przenikliwości oraz precyzji celebrowanego autora“<sup>95</sup>.

Do wyrażonej opinii Davy dodał krótką uwagę, wspominając nazwiska Gay-Lussaca, Berzeliusa i Prouta jako tych chemików, którzy wzbogacili „świadectwo dowodowe na rzecz tej istotnej części doktryny Pana Daltona“, niezależnie od takich czy innych szczegółów obecnych w „systemie chemicznej filozofii“.

„Trwała reputacja Pana Daltona – stwierdził Davy – będzie się opierać na odkryciu przez niego prostej zasady, uniwersalnie dającej się zastosować do faktów chemii w ustalaniu stosunków, w których ciała łączą się, a przeto kładącej podwaliny pod przyszłe prace, respektujące wzniosłe i transcendentalne części nauki o korpuskularnym ruchu. Jego zalety w tym względzie przypominają zalety Keplera w astronomii. Przyczyny chemicznej przemiany są dotychczas nieznanne, a także prawa, które nimi rządzą; ale w ich powiązaniu ze zjawiskami elektrycznymi i magnetycznymi pojawia się przeblysłk światła, wskazujący na nowy brzask w nauce; i czyż nie moglibyśmy mieć nadziei, że w innym stuleciu, przechodząc pod dominację nauk matematycznych, chemia znajdzie szczęśliwego geniusza, podobnego w intelektualnych mocach do najwyższego i nieśmiertelnego

ornamentu tego Towarzystwa, zdolnego do ujawnienia jej zadziwiających i tajemniczych praw<sup>96</sup>.

Tak więc, Davy stanął na stanowisku, że najbardziej wartościowym rezultatem osiągniętym w subdziedzinie chemii przez Daltona był stechiometryczny komponent chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. W tym sensie można uznać Davy'ego za zwolennika tej teorii. Pamiętajmy, że jako części niezbywalne stechiometrycznego komponentu tej teorii były uznawane na początku XIX w. prawa stechiometryczne, a mianowicie **prawo stałości składu** i **prawo stałych stosunków wielokrotnych**. Gdy chemicy mówili w tym czasie o „stałych stosunkach chemicznych“, to mieli na myśli dziedzinę badania, której dotyczyły te prawa. Wyrażając się ogólnie, można powiedzieć, że oba prawa miały jako swój przedmiot tę właśnie dziedzinę. Pierwsze zawdzięczało swe wyartykułowanie Proustowi (1799). Drugie, chociaż wyartykułowane przez Daltona (1803), było w jakiejś mierze antycypowane wcześniej przez co najmniej kilku badaczy, jak: do pewnego stopnia Lavoisier, a zwłaszcza William Higgins, Proust, Berthollet i inni. Badacze ci zauważyli występowanie stałych wielokrotności składu w niektórych klasach związków chemicznych. Jednak dopiero w pracach Daltona prawo stałych stosunków wielokrotnych zostało wyrażone w atomistycznej terminologii. Pozostali z dopiero co wymienionych, na ogół, nie posługiwali się tą terminologią. Przypadek Higginsa był szczególnie interesujący, gdyż w książce z 1789 r. zajmował stanowisko lavoisierysty; natomiast w książce z 1814 r. próbował uzasadnić, że w książce z 1789 r. wyznawał poglądy antycypujące teorię Daltona<sup>97</sup>.

Można uznać, że dzięki opinii wyrażonej w przemówieniu Davy'ego brytyjscy chemicy umocnili swe przekonanie o zaletach stechiometrycznego komponentu chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona. Takie stanowisko przejęli od nich chemicy Kontynentu. Upowszechnił się pogląd, że teoria ta to, w gruncie rzeczy, teoria składu chemicznego czyli stechiometria produktów reakcji chemicznych. Teza Daltona, że atomy są niepodzielnymi cząstkami materii, którą zresztą rzadko wypowiadał, nie cieszyła się w pierwszej połowie XIX w. znaczącym poparciem chemików Europy.

## 8. STANOWISKO WHEWELLA (1831; 1840)

William Whewell (1794–1866) był postacią wybitną i wpływową w środowiskach naukowych i filozoficznych wiktoriańskiej Anglii. Niestety, w Polsce jest niemal niezauważalny zarówno wśród historyków dziedziny nauki, jak i historyków dziedziny filozofii. Autor niniejszego opracowania wprawdzie przygotowuje książkę poświęconą osiągnięciom Whewella w dziedzinie filozofii i historii dziedziny nauki, niemniej chciałby w tym paragrafie przedstawić poglądy Whewella na temat chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. Na ten temat

angielski autor wypowiedział się kilkakrotnie, zarówno z pozycji filozofa, jak i historyka dziedziny nauki.

Na uwagę zasługują przede wszystkim dwa teksty Whewella, artykuł *On the Employment of Notation in Chemistry*, opublikowany na łamach periodyku „Journal of the Royal Institution of Great Britain“<sup>98</sup> oraz rozdział V, zatytułowany *The Atomic Theory*, pierwszego tomu jego książki *Philosophy of the Inductive Sciences*<sup>99</sup>.

I. Pierwszy tekst jest interesujący z tego względu, że stanowi polemikę z poglądami Berzeliusa na chemiczne znakowanie, co – biorąc pod uwagę fakt, iż ten nie zaakceptował znakowania zaproponowanego przez Daltona, a wysunął własne – można uznać za „spór w rodzinie“, przynajmniej wśród tych chemików i jednego filozofa, którzy zaakceptowali stechiometryczny komponent chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej. Niezależnie od tego szczegółu, jak się okazało, nie tylko o „technicznym“ znaczeniu, Whewell przyjął w artykule atomistyczną płaszczyznę dyskusji, wyznaczoną przez Berzeliusa przekonanego już do teorii Daltona. W tekście nie pojawia się nazwisko Daltona, natomiast można się dowiedzieć o kilku pomysłach Johna F.W.Herschela (nie mylić z jego ojcem Williamem Herschelem), a także o ustaleniach analitycznych Turnera i Beudanta. Artykuł stanowi przede wszystkim polemikę z propozycjami Berzeliusa, ale można go nadto potraktować jako interesujący przyczynek do rozważań na temat teoretycznych i praktycznych walorów chemicznego znakowania w ogóle.

Chemiczne znakowanie (resp. chemiczna symbolika) obejmować powinno, według Whewella, zarówno pierwiastki, jak i związki chemiczne o różnej kompozycji (*composition*). Owemu znakowaniu powinna odpowiadać łatwa w użyciu, zrozumiała terminologia. Jednak w obszarze chemicznego znakowania i terminologii funkcjonujących na Wyspach Brytyjskich występuje – stwierdził Whewell – szereg niedogodności. Artykuł ma za zadanie podjęcie próby ich usunięcia.

W przypadku stosunkowo prostych związków zawierających dwa składniki, w zasadzie, nie występują – według Whewella – trudności w wyrażaniu ich kompozycji. Ale gdy chodzi o takie związki, jak *carbonate of soda*, *bicarbonate of soda* i *sesquicarbonate of soda* pojawiają się pewne kłopoty, albowiem w nazwie ostatniego związku występuje przedrostek łaciński dający się przetłumaczyć na „jeden i pół“ (*one and half*). Zwolennik teorii atomistycznej byłby tedy w wielkim kłopotcie, gdyby miał rozprawiać o „dwóch i pół atomach kwasu“ (pamiętajmy, że w teorii Daltona jest sensowne mówienie o atomach związków chemicznych). Niezbędny jest przeto jakiś wygodny termin dla związku zwanego *sesquicarbonate of soda*. W podobnej sytuacji są terminy: *sulphurets*, *bisulphurets*, *quadrissulphurets*; *protoxide*, *deutoxide*, *tritoxide* etc. Wszystkie te terminy wprawdzie wystarczająco wyrażają konstytucję (*constitution*) odpowiednich związków, niemniej ta zwykła terminologia jest ułomna nawet w takich prostych przypadkach. Na przykład – według Whewella – terminy *hyposulphite*,

*sulphite, sulphate* „nie wskazują na względną ilość tlenu w danym kwasie“, a co więcej, mogą stać się nieodpowiednie, gdy odkryje się nowe związki; to samo można powiedzieć o terminach *peroxide, persulphuret* i innych<sup>100</sup>.

W przypadku związków bardziej skomplikowanych, jeszcze trudniej je nazwać w zastanej terminologii (resp. nomenklaturze) chemicznej, jak to ma miejsce dla minerału stylbitu (*stilbite*). Według Whewella, „stylbit to jeden atom *trisilicate of lime* połączony z czterema atomami *trisilicate of alumina* oraz sześcioma atomami *water*“<sup>101</sup>. Ale taka konstatacja jest – konkludował Whewell – do pewnego stopnia hipotetyczna. A to dlatego, że analiza ilościowa wspomnianego minerału informuje tylko o tym, iż zawiera on takie a nie inne ilości *silica, alumina, lime* i *water* (w polskim wysłowieniu: krzemionki, glinki, wapna i wody). Hipotetyczne jest wiązanie pewnej ilości *silica* z *lime*, a innej z *alumina* – tutaj decyzja „zależy od przyjęcia założenia dotyczącego doktryny połączeń atomowych“. Ale nawet wówczas, gdy przyjmie się ową doktrynę, wspomniana konstatacja jest – stwierdził Whewell – arbitralna z tego względu, że różne mogą być sposoby tworzenia nazw odpowiednich związków. Na przykład jeden atom *silicate of lime* połączony z jednym atomem *bisilicate of alumina* może być potraktowany jako jeden atom *bisilicate of lime* połączony z jednym atomem *silicate of alumina*. Natomiast Berzelius – w opinii Whewella – arbitralnie wybrał jeden sposób przedstawiania konstytucji ciał, ignorując inne sposoby<sup>102</sup>.

Propozycja Whewella symbolicznego przedstawiania minerału stylbitu z wykorzystaniem chemicznego znakowania była następująca. Przyjął on oznaczenia: **S** oznacza ciężar 1 atomu *silica*, **A** – 1 atomu *alumina*, **C** – 1 atomu *lime*, **q** – 1 atomu *water*. Na podstawie analizy ilościowej, Whewell przypisał stylbitowi ogólną chemiczną konstytucję: **15S + 4A + C + 6q**, czyli uznał, że minerał ten składa się z 15 atomów *silica*, 4 atomów *alumina*, 1 atomu *lime* i 6 atomów *water*. Oczywiście można chemiczną konstytucję stylbitu przedstawić na różne sposoby, na przykład:

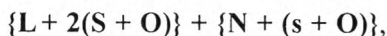
**(12S + 4A) + (3S + C) + 6q**, czyli w gruncie rzeczy **4(3S + A) + (3S + C) + 6q**;  
**4(2S + A) + (7S + C) + 6q**.

Ostatni sposób, nie jest – według Whewella – tak prosty jak poprzedni. Ale wszystkie są równoważne pod matematycznym względem.

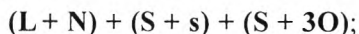
Interesującym szczegółem w artykule Whewella jest informacja, bardzo rzadko powtarzana w opracowaniach z zakresu historii subdziedziny chemii, że w artykule, opublikowanym w 1819 r. na łamach periodyku „Edinburgh Philosophical Journal“, John F.W.Herschel opisał „dekompozycję“ (czyli w tym przypadku reakcję wymiany) *oxynitrate of silver* za pomocą *hyposulphate of lime*. Przyjmując oznaczenia **L** = *lime*, **S** = *sulphur*, **s** = *silver*, **N** = *nitric acid*, **O** = *oxygen* (czyli w wysłowieniu polskim: wapno, siarka, srebro, kwas azotowy, tlen), Herschel stwierdził:



„mamy dla atomów obecnych przed dekompozycją

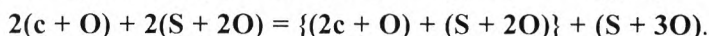


które później grupują się:



czyli jeden atom *nitrate of lime*, jeden *sulphuret of silver* i jeden wolnego *sulphuric acid*<sup>103</sup>.

W podobny sposób Herschel przedstawił dekompozycję *carbonate of oxide of copper* za pomocą *sulphurous acid* (**c** = *copper*, **O** = *oxygen*, **S** = *sulphur*):



Według Whewella, zastosowana przez Herschela metoda chemicznego znakowania okazała się bardzo przydatna. Dodam, że w latach 30–40. XIX w. zbliżone znakowanie stosowali Wöhler, Liebig, Daniell i inni<sup>104</sup>.

Wspomniany wcześniej minerał stylbit stanowił przedmiot rozważań także Berzeliusa. Uczony szwedzki przypisał stylbitowi wzór  $4\mathbf{AS}^3 + \mathbf{CS}^3 + 6\mathbf{q}$  (przypomnę, że Whewell przyjął wzór  $15\mathbf{S} + 4\mathbf{A} + \mathbf{C} + 6\mathbf{q}$ ). Taka decyzja, w ocenie Whewella, przede wszystkim gwałci „wszelką matematyczną spójność i ignoruje tożsamość różnych sposobów ujmowania wyników tej samej analizy“. Angielski filozof uznał, że wyrażenia typu **AS** etc. sugerują mnożenie, zaś wyrażenia typu **S**<sup>3</sup> etc. potęgowanie, podczas gdy w związkach chemicznych sens użytych symboli sprowadza się do dodawania.

Pominę w tym paragrafie szczegółową polemikę Whewella z dość skomplikowanym chemicznym znakowaniem stosowanym przez Berzeliusa. Doprowadziła ona Whewella do zaproponowania własnego znakowania w odniesieniu do zarówno pierwiastków, jak i związków chemicznych. Oto niektóre tylko przykłady symboli i stosunkowo prostych wzorów zaproponowanych przez Whewella na miejsce tych, które stosował Berzelius:

I	II	III
<b>h</b> = <i>hydrogen</i>	<b>fe</b> = <i>ferrum (iron)</i>	<b>A</b> = <i>alumina</i>
<b>o</b> = <i>oxygen</i>	<b>zi</b> = <i>zinc</i>	<b>B</b> = <i>baryta</i>
<b>c</b> = <i>carbon</i>	<b>mn</b> = <i>manganese</i>	<b>C</b> = <i>calcia (lime)</i>
<b>s</b> = <i>sulphur</i>	<b>sn</b> = <i>stannum (tin)</i>	<b>G</b> = <i>glucina</i>
<b>p</b> = <i>phosphorus</i>	<b>cu</b> = <i>cuprum (copper)</i>	<b>L</b> = <i>lithia</i>
	<b>ag</b> = <i>argentum (silver)</i>	<b>M</b> = <i>magnezja</i>
	<b>au</b> = <i>aurum (gold)</i>	<b>N</b> = <i>natron (soda)</i>
		<b>K</b> = <i>kali (potassa)</i>
		<b>S</b> = <i>silica</i>
		<b>Y</b> = <i>yttria</i>
		<b>Z</b> = <i>zirconia</i>
		<b>Sr</b> = <i>strontia</i>

## IV

**fe + o** = *protoxide of iron (Fe)*, **fe + 3/2 o** = *peroxide of iron (Fes.)*

**mn + o** = *protoxide of manganese (Mn)*, **mn + 3/2 o** = *deutoxide of manganese (Mns.)*, **mn + 2o** = *peroxide of manganese (Mnn.)*, **mn + 3o** = *manganesious acid*, **mn + 4o** = *manganesic acid*

**q** = water

Wszystkie substancje w pierwszej (I) kolumnie są niemetalami, w drugiej (II) – metalami, w trzeciej (III) – tlenkami metali analogicznymi do wapna, w czwartej (IV) – tlenkami metali o różnej zawartości tlenu. Whewellowskie wzory są bardziej uchwytnie dla współczesnych czytelników, chociaż występują pewne osobliwości łatwo dające się zauważyć, na przykład małe litery w symbolice (kolumny I, II, IV) i skrócone wzory tlenków (**Mn**, **Mns.**, **Mnn.**), aniżeli wzory zaproponowane przez Berzeliusa. Zainteresowani szczegółami chemicznego znakowania według Whewella z pewnością sięgną do omawianego artykułu.

Artykuł Whewella *On the Employment of Notation in Chemistry* z 1831 r. był tekstem, który wpisał się w kontekst brytyjskiej polemiki wokół chemicznego znakowania (resp. chemicznej symboliki). Stanowiła ona produkt niejako uboczny polemiki wokół chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona. Chemiczne znakowanie zaproponowane na początku XIX w. przez Daltona okazało się niewygodne w użyciu, podobnie zresztą jak to, które kilka lat później wysunął Berzelius. Wygodniejsze było znakowanie, które we wspomnianym artykule zaproponował Whewell. Niemniej w dalszym ciągu podejmowano próby wprowadzenia operatywnego chemicznego znakowania. Szczególnie owocne w tym względzie okazały się na Wyspach Brytyjskich lata 1831–1836, kiedy to zaznaczyły się w tej kwestii trzy stanowiska: 1) Daltona; 2) Thomasa Grahama i Johna Prideaux, którzy bronili Berzeliusowskiego znakowania, uzyskując poparcie Edwarda Turnera i Jamesa F.W. Johnstona; 3) Whewella (por. jego artykuł z 1831 r.).

W ukierunkowaniu polemiki wokół chemicznego znakowania istotną rolę odegrały na Wyspach Brytyjskich takie instytucje, jak Royal Institution i British Association for the Advancement of Science (BAAS), a także periodyki, w tym „Philosophical Magazine“ i „Annals of Philosophy“<sup>105</sup>. W 1834 r. w sekcji chemii i mineralogii działających w ramach BAAS powstał komitet, którego celem miało się stać „adoptowanie zmodyfikowanego zestawu Symboli Chemicznych“. Komitet ten podjął decyzję, mającą poparcie większości jego członków, aby zaakceptować zmodyfikowane Berzeliusowskie chemiczne znakowanie, oczywiście wbrew zwolennikom Daltona i przy stosunkowo biernej, a w każdym razie nieskutecznej w broniieniu własnego stanowiska postawie Whewella<sup>106</sup>.

Tak więc, zwyciężyło stanowisko, które zajmowali Graham, Prideaux, Turner i Johnston. Szersze omówienie przebiegu brytyjskiej polemiki wokół chemicznego znakowania nie jest tutaj możliwe ze względu na brak miejsca<sup>107</sup>. Do

kwestii tej powrócę przy innej okazji, a mianowicie w przygotowywanej książce poświęconej poglądom i osiągnięciom Whewella w filozofii i historii dziedziny nauki.

II. Drugi tekst Whewell rozpoczął od przypomnienia, że w obszarze połączeń chemicznych (*chemical combinations*), czy też związków chemicznych (*chemical compounds*) występuje dające się empirycznie stwierdzić zjawisko stałych stosunków wagowych, w tym wielokrotności stałych stosunków wagowych. Zwrócił nadto uwagę, że teoria atomistyczna głosi, iż wszystkie ciała proste (*simple bodies*) składają się z **niepodzielnych atomów**. Komentarz jego w tej ostatniej kwestii, zawarty w paragrafie *Hipoteza Atomów*, był następujący.

„Jeżeli założenie takich atomów, o jakich mówiliśmy, ma służyć wyrażaniu tych praw chemicznej kompozycji (chodzi o prawo stałości składu i prawo stałych stosunków wielokrotnych – *S.Z.*), do których odwoływaliśmy się, to jest ono jasnym i użytecznym uogólnieniem. Ale jeżeli Teoria Atomistyczna jest wysuwana jako stwierdzenie (a jej autor, Dr Dalton, zdaje się wysunął ją z taką intencją), że pierwiastki chemiczne są naprawdę złożone z atomów, czyli z takich cząstek, które nie są dalej podzielne, to nie możemy uniknąć uwagi, iż dla takiego wniosku badanie chemiczne nie dostarczyło, ani dostarczyć nie może żadnego zadawalającego świadectwa dowodowego. [...] Owa teoria, gdy jest dogmatycznie nauczana jako fizyczna prawda, głosi, że wszystkie dające się zaobserwować ilości pierwiastków są złożone z proporcjonalnych liczb cząstek, które nie mogą być dalej podzielone na mniejsze części; ale wszystko, o czym poucza nas obserwacja, to tyle, że gdyby istniały takie cząstki, to byłyby one mniejsze aniżeli najmniejsze dające się zaobserwować ilości. W chemicznym eksperymencie nie występuje nawet najskromniejsze pozytywne świadectwo dowodowe przemawiające za istnieniem takich atomów. Zjawiska te dadzą się wyjaśnić za pomocą założenia o istnieniu niepodzielnych cząstek, mniejszych aniżeli najmniejsze cząstki dające się zaobserwować, które łączą się cząstka z cząstką; ale założenie o istnieniu cząstek spełniających ten stosunek (*proportion*), chociaż nie charakteryzujących się niepodzielnością, wyjaśni te zjawiska co najmniej równie dobrze. A więc, decyzja dotycząca kwestii, czy Hipoteza Atomistyczna jest właściwą drogą zrozumienia chemicznych połączeń substancji, musi zależeć nie od chemicznych faktów, a od naszej koncepcji substancji<sup>108</sup>.”

Do ostatniej kwestii Whewell powrócił w dalszych fragmentach omawianego rozdziału swej książki (por. dalsze rozważania).

Cytowana wypowiedź wskazuje, że Whewell wyróżniał: 1) **stechiometryczny** komponent teorii atomistycznej (w mojej interpretacji: chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej), przydatny w wyrażaniu konkretyzacji praw chemicznej kompozycji i 2) **dogmatyczny** jej komponent, niesprawdzalny empirycznie, a głoszący niepodzielność atomów. Wyjaśnianie poszczególnych zjawisk spełniających prawo stałości składu i prawo stałych stosunków wielokrotnych może się dokonywać – głosił Whewell – bez przyjmowania dogmatycznego komponentu

teorii Daltona. Jednak dodam, że ostatni komponent był wprawdzie obecny w tej teorii, ale faktycznie nie odgrywał zbyt poważnej roli w pisarstwie Daltona. Co więcej, uczestnicy polemiki wokół tej teorii, przynajmniej w przeanalizowanych tekstach, a mianowicie Thomson, Berzelius, Wollaston i Davy nie przywiązywali zbyt dużej wagi do dogmatycznego jej komponentu. Polemika dotyczyła stechiometrycznego komponentu teorii Daltona, który był mimo wszystko do przyjęcia przez polemistów.

Whewell zwrócił też uwagę na chemiczne trudności pietrzące się przed „Hipotezą Atomistyczną“. Odwołał się do przykładu związków o nazwach *protoxide of iron* i *peroxide of iron* (por. rozważania Whewella w artykule z 1831 r.), twierdząc że należy przyjąć tezę, iż 1 atom *peroxide of iron* (chodzi o związek, któremu dziś przypisuje się wzór  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) składa się albo z  $2/3$  atomu żelaza i 1 atomu tlenu, albo z 2 atomów żelaza i 3 atomów tlenu. W pierwszym przypadku pogwałcona zostałaby zasada niepodzielności atomów, zaś w drugim niezbędna byłaby odpowiednia zmiana w konstytucji wszystkich ciał analogicznych do *protoxide of iron*<sup>109</sup>. Tego typu argumentacja nie była obca także Berzeliusowi (por. wcześniejsze paragrafy).

O wiele bardziej znacząca okazała się próba podważenia teorii Daltona z uwzględnieniem objętościowego prawa, ustalonego na drodze empirycznej dla reagujących gazów przez Gay-Lussaca. Według Whewella, można tę teorię obalić, odwołując się, na przykład, do reakcji syntezy chloru (*chlorine*) i wodoru (*hydrogen*). Podczas tej reakcji 1 objętość gazowego chloru łączy się z 1 objętością gazowego wodoru, tworząc 2 objętości gazowego kwasu chlorowodorowego. Gdyby tej reakcji przypisać Daltonowską interpretację, wówczas należałoby uznać, że 1 atom chloru i 1 atom wodoru uległy podziałowi na 2 równe części, co byłoby sprzeczne z teorią Daltona<sup>110</sup>. Współcześnie symbolicznie przedstawia się tę reakcję za pomocą równania:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ .

W tym miejscu przypomnę, że w 1811 r. włoski chemik Amadeo Avogadro sformułował prawo zwane dziś „prawem Avogadra“, które głosiło:

„W równych objętościach różnych gazów pod tym samym ciśnieniem i w tej samej temperaturze znajduje się jednakowa liczba niezależnych wzajemnie **molekuł**“.

Z kolei molekuly, w myśl założenia Avogadra, składają się z atomów (np.  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_2$ ). Prawo Avogadra stało się podstawą atomistyczno-molekularnego wyjaśniania prawa Gay-Lussaca. Literalnie biorąc, Whewell miał rację, gdy stwierdził, że rezultat reakcji chloru i wodoru gwałci teorię Daltona. Z kolei Dalton nie zaakceptował prawa Avogadra. W ciągu kilkudziesięciu lat, licząc od 1811 r., chemicy podążali drogą wyznaczoną nie przez Avogadra, ale przez Daltona. Dopiero po Kongresie Chemików w Karlsruhe (1860) europejska społeczność chemików, dzięki Stanislao Cannizzaro, zaakceptowała stanowisko jego rodaka.

Opinia Whewella, do której teraz powrócę, że zrozumienie chemicznych połączeń (resp. związków) „musi zależeć nie od chemicznych faktów, a od naszej koncepcji substancji“ znalazła swoje rozwinięcie w dalszych fragmentach omawianego rozdziału jego książki. Otóż stwierdził on, że kwestia istnienia atomów zależy od **idei substancji**, która jest przedmiotem rozważań począwszy od okresu „niemowlęstwa filozofii“. Ale, zwracając uwagę na ciągłość tej tematyki, Whewell uznał, że „jest nieprawdopodobne, aby ta kwestia, o ile odnosi się ona do chemii, dopuszczała jakiegokolwiek jasne i ostateczne rozwiązanie“<sup>111</sup>. Sugestia ta doprowadziła go z kolei do krótkiego przeanalizowania na użytek omawianego rozdziału rozmaitych opinii dotyczących doktryn atomistycznych w ogóle, licząc od starożytności aż do czasów nowożytnych<sup>112</sup>.

Pod koniec rozdziału Whewell przytoczył niektóre argumenty za i przeciwko teorii atomistycznej „w jej oryginalnej postaci“. Nie wniosły one, w zasadzie, nowych rozstrzygnięć do omówionego wyżej jego stanowiska, poza ledwo zarysowaną supozycją, że można zmodyfikować teorię atomistyczną w taki sposób, aby uwzględniała ona grę sił przyciągania i odpychania w kształtowaniu właściwości ciał.

Na tych słowach wypada mi zakończyć omawianie polemiki wokół chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona. Głos Whewella zamyka tę polemikę. Odtąd, przynajmniej na Wyspach Brytyjskich, aż do lat 60. XIX w. zaznaczyły się na tyle silne wpływy teorii Daltona, zresztą modyfikowanej w oparciu o koncepcje kontynentalnych chemików, że można mówić o jej recepcji w środowiskach chemików. A zresztą recepcja zaczęła się wraz z ogłoszeniem tej teorii w postaci rozwiniętej w 1808 r. Okres polemiki wokół tej teorii stanowi fragment okresu jej recepcji. W latach 60., dzięki wystąpieniom Benjamina Collinsa Brodiego Jr., rozpoczął się okres krytyki teorii Daltona<sup>113</sup>. Krytyka ta nawiązywała do wystąpień polemistów z lat 1807–1840. Odrębnym zagadnieniem jest recepcja chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona na Kontynencie.

### Przypisy

<sup>1</sup> Niniejszy artykuł stanowi kontynuację analiz dotyczących powstania chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Daltona. Por. S. Z a m e c k i : *Powstanie chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Johna Daltona (1793–1810)*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki“ 2000 tom XLV nr 2 s. 7–47.

<sup>2</sup> J.R. Partington : *A History of Chemical Philosophy*. Vol I. London 1962 s.774.

<sup>3</sup> J. Dalton : *A New System of Chemical Philosophy*. Part I. Manchester 1808 s. 150–193.

<sup>4</sup> S. Z a m e c k i : dz. cyt.



<sup>5</sup> J. Dalton : *Inquiries concerning the Signification of the Word Particle, as used by Modern Chemical Writers, as well as concerning some other Terms and Phrases*. „Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts“ [„Nicholson’s J.“] 1811 nr 2 s. 81–88.

<sup>6</sup> J.L. Gay-Lussac : *Memoire sur la combinaison des substances gazeuses, les unes avec les autres*. „Memoires de physique et de chimie de la Societe d’Arcueil“ 1809 nr 2 s. 207–234; por. też H. Leicester and H. Klickstein (eds.): *A Source Book in Chemistry. 1400–1900*. First edition. New York-Toronto-London 1952 s. 293–301.

<sup>7</sup> J. Dalton : *Inquiries concerning the Signification of the Word Particle...*, dz. cyt.

<sup>8</sup> Tamże, s. 81.

<sup>9</sup> Tamże, s. 82.

<sup>10</sup> Tamże, s. 82.

<sup>11</sup> T. Thomson : *System of Chemistry*. 3d ed. Edinburgh 1807. Vol. 3 s. 424–426.

<sup>12</sup> J. Dalton : *Inquiries concerning the Signification of the Word Particle...*, dz. cyt. s. 84.

<sup>13</sup> Tamże, s. 84.

<sup>14</sup> J. Murray : *A System of Chemistry. Edinburgh 1806–1807*, 4 vols.

<sup>15</sup> W. Henry : *Elements of Experimental Chemistry*. 6th ed. London 1810, 2 vols.

<sup>16</sup> J. Dalton : *Inquiries concerning the Signification of the Word Particle*, dz. cyt. s. 85–86.

<sup>17</sup> J. Dalton : *A New System of Chemical Philosophy*, dz. cyt. s. 141.

<sup>18</sup> Tamże, s.143.

<sup>19</sup> T. Thomson : *On the Daltonian Theory of Definite Proportions in Chemical Combinations*. „Annals of Philosophy“ 1813 nr 2 s.32–52, 109–115, 167–171, 293–301; 1814 nr 3 s. 134–140, 375–378; 1814 nr 4 s.11–18, 83–89.

<sup>20</sup> T. Thomson : *System of Chemistry*, dz. cyt. vol. 3.

<sup>21</sup> J.W. van Spronsen : *The Periodic System of Chemical Elements. A History of the First Hundred Years*. Amsterdam-London-New York 1969 s. 43; por. też J.R. Partington : *Jeremias Benjamin Richter and the Law of Reciprocal Proportions*. „Annals of Science“ 1951 nr 7 s. 173–198.

<sup>22</sup> T. Thomson : *On the Daltonian Theory...*, dz. cyt. (1813) s. 32–33.

<sup>23</sup> Tamże, s. 33.

<sup>24</sup> Tamże, s. 33-34.

<sup>25</sup> Tamże, s. 34.

<sup>26</sup> Tamże, s. 34-35.

<sup>27</sup> Tamże, s. 37.

<sup>28</sup> S. Zamecki : dz. cyt.

<sup>29</sup> T. Thomson : *On the Daltonian Theory...* (1813), dz. cyt. s. 36.

<sup>30</sup> Tamże, s. 36.

<sup>31</sup> J. Dalton : *A New System of Chemical Philosophy*, dz.cyt. s. 214.

<sup>32</sup> T. Thomson : *On the Daltonian Theory...* (1813), dz. cyt. s.38.

<sup>33</sup> Tamże, s. 41.

<sup>34</sup> Tamże, s. 42-43.

<sup>35</sup> W. W o l l a s t o n : *The Bakerian Lecture. On the Elementary Oarticles of Certain Crystals*. „Philosophical Transactions of the Royal Society“ 1813 nr 103 s. 61.

<sup>36</sup> J.J. B e r z e l i u s : *Essay on the Cause of Chemical Proportions, and on Some Circumstances Relating to Them; Together with a Short and Easy Method of Expressing Them*. „Annals of Philosophy“ 1813 nr 2 s. 443–453; 1814 nr 3 s. 52–62, 93–106, 244–257, 353–364.

<sup>37</sup> J. D a l t o n : *Remarks on the Essay of Dr. Berzelius on the Cause of Chemical Proportions*. „Annals of Philosophy“ 1814 nr 3 s. 174–180.

<sup>38</sup> J.J. B e r z e l i u s : *Essay on the Cause...*, (1813), dz. cyt. s. 443–444.

<sup>39</sup> Tamże, s. 443.

<sup>40</sup> Tamże, s. 445.

<sup>41</sup> J.R. P a r t i n g t o n and T.S. W h e e l e r : *The Life and Work of William Higgins Chemist (1763–1825). Including reprints of 'A Comparative View of the Phlogistic and Antiphlogistic Theories' and ' Observations on the Atomic Theory and Electrical Phenomena' by William Higgins*. Oxford-London-New York-Paris 1960; por. też S. Z a m e c k i : *Komentarze do stechiometrycznych koncepcji Williama Higginsa (1763–1825)*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki“ 1993 tom XXXVIII nr 2 s. 109–114.

<sup>42</sup> J.J. B e r z e l i u s : *Essay on the Cause...*, dz. cyt. s.446.

<sup>43</sup> Tamże, s. 446.

<sup>44</sup> Tamże, s. 446.

<sup>45</sup> Tamże, s. 446.

<sup>46</sup> Tamże, s. 447.

<sup>47</sup> Tamże, s. 449.

<sup>48</sup> Tamże, s.450.

<sup>49</sup> Tamże, s. 450.

<sup>50</sup> Tamże, s. 451.

<sup>51</sup> Tamże, s. 451.

<sup>52</sup> J. D a l t o n : *A New System of Chemical Philosophy*. Part II. Manchester 1810; por. też S. Z a m e c k i : *Powstanie chemicznej teorii atomistyczno-molekularnej Johna Daltona...*, dz. cyt.

<sup>53</sup> J. D a l t o n : *Remarks on the Essay...*, dz. cyt. s. 174.

<sup>54</sup> Tamże, s. 174–175.

<sup>55</sup> J.J. B e r z e l i u s : *Essay on the Cause...*, dz. cyt. s. 446.

<sup>56</sup> J. D a l t o n : *Remarks on the Essay...*, dz. cyt. s. 175.

<sup>57</sup> Tamże, s. 175–176.

<sup>58</sup> Tamże, s. 176.

<sup>59</sup> Tamże, s. 176.

<sup>60</sup> Tamże, s. 177.

<sup>61</sup> Tamże, s. 178.

<sup>62</sup> Tamże, s. 180.

<sup>63</sup> J.J. B e r z e l i u s : *An Address to those Chemists who wish to examine the Laws of Chemical Proportions, and the Theory of Chemistry in general*. „Annals of Philosophy“ 1815 nr 5 s. 122–131.

<sup>64</sup> A.J. R o c k e : *Chemical Atomism in the Nineteenth Century. From Dalton to Cannizzaro*. Columbus 1984, s. 61–66.

<sup>65</sup> W.H. W o l l a s t o n : *On Super-acid and Sub-acid Salts*. „Philosophical Transactions of the Royal Society“ 1808 nr 98 s. 96–102.

<sup>66</sup> W.H. W o l l a s t o n : *The Bakerian Lecture. On the Elementary Particles of Certain Crystals*, dz. cyt. s. 51–53.

<sup>67</sup> W.H. W o l l a s t o n : *A Synoptic Scale of Chemical Elements*. „Philosophical Transactions of the Royal Society“ 1814 nr 104 s. 1–22.

<sup>68</sup> Tamże, s. 5–6.

<sup>69</sup> Tamże, s. 7.

<sup>70</sup> A.J. R o c k e , dz. cyt. s. 18.

<sup>71</sup> Tamże, s. 12.

<sup>72</sup> Tamże, s. 64.

<sup>73</sup> W.H. W o l l a s t o n : *A Synoptic Scale of Chemical Elements*, dz. cyt. s. 18–19.

<sup>74</sup> A.J. R o c k e , dz. cyt. s. 80–82.

<sup>75</sup> W.H. W o l l a s t o n : *The Bakerian Lecture. On the Elementary Particles of Certain Crystals*, dz. cyt.

<sup>76</sup> J.J. B e r z e l i u s : *An Address to those Chemists...*, dz. cyt.

<sup>77</sup> S. Z a m e c k i : *Z badań nad dziejami chemicznej atomistyki. W 150-lecie śmierci Jönsa Jacoba Berzelius (1779–1848)*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki“ 1998 tom XLIII nr 2 s. 9–26.

<sup>78</sup> J.J. B e r z e l i u s : *An Address to those Chemists...*, dz. cyt. s. 122.

<sup>79</sup> Tamże, s. 123.

<sup>80</sup> Tamże, s. 123.

<sup>81</sup> Tamże, s. 125–126.

<sup>82</sup> Tamże, s. 123.

<sup>83</sup> Tamże, s. 124.

<sup>84</sup> Tamże, s. 127.

<sup>85</sup> Tamże, s. 128.

<sup>86</sup> Tamże, s. 128–129; por. też J.J. B e r z e l i u s : *Experiments on the Nature of Azote, of Hydrogene, and of Ammonia. and of the Degrees of Oxidation of Which Azote is Susceptible*. „Annals of Philosophy“ 1813 nr 2 s. 276–284, 357–368; t e n ż e : *Experiments to Determine the Definite Proportions in which the Elements of Organic Nature are Combined*. „Annals of Philosophy“ 1814 nr 4 s. 323–331, 401–409; 1815 nr 5 s. 93–101, 174–184, 260–275.

<sup>87</sup> A.J. R o c k e , dz. cyt. s. 56.

<sup>88</sup> H. D a v y : *Presidential Address on the Occasion of Presentation of the First Royal Medal of the Royal Society to John Dalton*. [In:] *Collected Works of Sir Humphry Davy*. Edited by J. D a v y . Vol. VII. London 1839 s. 92–99.

<sup>89</sup> Tamże, s. 92–93.

<sup>90</sup> Tamże, s. 93.

<sup>91</sup> Tamże, s. 93.

<sup>92</sup> Tamże, s. 94.