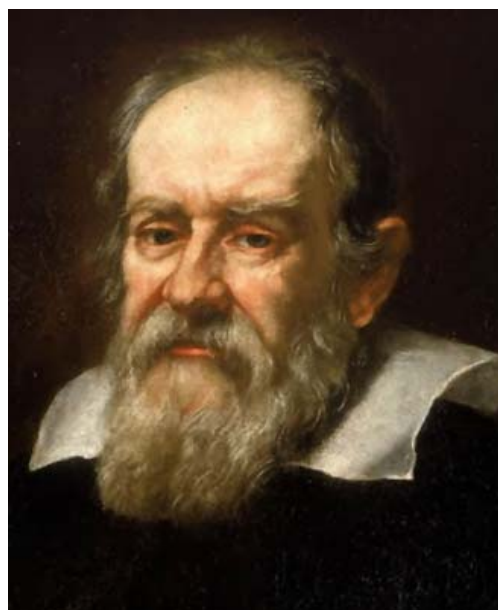


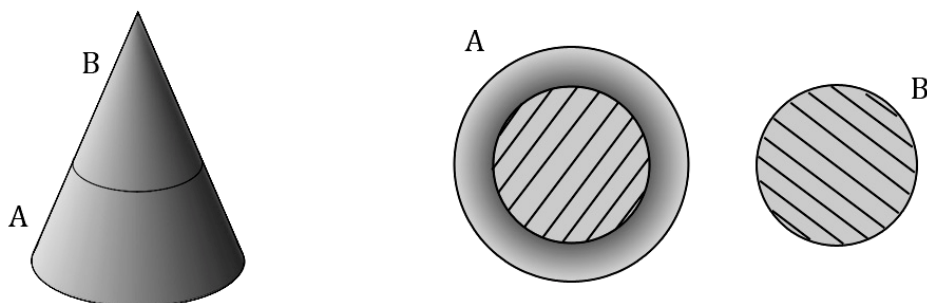
2.1. Wiek XVI i XVII – odrodzenie nauk Demokryta

Galileusz (1564-1642) (Rysunek 2-1), którego dorobek naukowy ukształtowany został pod wyraźnym wpływem greckich atomistów, intuicyjnie był atomistą (22). Swoje teorie o budowie materii zawarł w dwóch księgach: w „Wadze probierczej” oraz w ostatniej swojej publikacji „Wielkim dialogu o dwu największych układach świata”.

Twierdzenia Galileusza oparte były na założeniu, że światło oraz każda materia zbudowane są z niezliczonej ilości punktowych cząstek, które nazwał „najmniejszymi ilościami” (4). Atomy Galileusza, z racji swojej nieskończonej ilości, oddzielone są od siebie nieskończoną próżnią. Pojawiające się tu pojęcie nieskończoności Galileusz interpretuje jednak zależnie od sytuacji, co ukazuje analizowany przez niego przykład stożka podzielonego na dwie części, równoległe do podstawy (Rysunek 2-2) (22).



Rysunek 2-1 - Galileusz



Rysunek 2-2 - Stożek podzielony równoległe do podstawy na części A i B

Dwie nowopowstałe krawędzie są okręgami o równych promieniach, ponieważ, jak argumentował to Galileusz, przed podziałem idealnie do siebie przylegały. Uwzględniając jednak fakt, że stożek nieustannie zmniejsza się ku górze, obie strony cięcia nie mogą mieć jednak równych powierzchni. Nie mogąc przełamać tego impasu Galileusz przyjął więc ostatecznie, że choć górna krawędź musi być zbudowana z mniejszej liczby punktowych cząstek, to ze względu na ich niezliczoną liczbę ten problem nie jest istotny.

Ostatnia książka badacza, zdaniem niektórych współczesnych historyków nauki, zawiera jego ostateczne poglądy na temat natury najmniejszych cząstek. Galileusz redukuje w niej pojęcie atomu do matematycznych, abstrakcyjnych punktów, które nie posiadają żadnych wymiarów, są niepodzielne i pozbawione jakichkolwiek kształtów.

Pierre Gassendi (1591-1655) (Rysunek 2-3), duchowny katolicki, zasłynął próbą przystosowania atomistycznej koncepcji budowy świata Epikura do podstawowej doktryny wiary chrześcijańskiej.



Rysunek 2-3 - Pierre Gassendi

Dokonane zmiany wprowadzały do teorii ścisłą zależność atomów od woli Boga:

- Atomy nie są wieczne – zostały przez Niego stworzone;
- Bóg wprowadził atomy w ruch i jako jedyny ten ruch kontroluje;
- Zarówno atomy jak i ich kształty występują we wszechświecie w bardzo dużej, ale skończonej ilości – atrybut nieskończoności Gassendi zachowuje wyłącznie dla Boga (9).

Właściwości chemiczne substancji Gassendi tłumaczył, za Epikurem, różnicami w kształcie, wielkości i ciężarze atomów, z których są zbudowane. W jego modelu cząstki łączą się ze sobą za pomocą systemu haczyków i oczek. Jeśli te połączenia są mocne, wówczas powstałe ciało jest ciałem stałym. Ciecze charakteryzują się luźniejszymi połączeniami atomów.

Ciepło, zdaniem Gassendiego, także zbudowane jest z atomów. W odróżnieniu jednak od atomów układających się w ciało materialne, atomy ciepła mają możliwość przenikania przez i do innych ciał (5). Próżnię, w której poruszają się atomy, opisywał jako przestrzeń istniejącą od zawsze, będącą pierwotną względem materii.



Rysunek 2-4 - Robert Boyle

W XVII wieku powszechnie uznawanym w nauce było twierdzenie Arystotelesa o tym, że każda materia zbudowana jest ze wszystkich istniejących pierwiastków (ciał prostych), w charakterystycznych dla siebie proporcjach. Od czasów tego filozofa, liczba pierwiastków uległa jednak zwiększeniu i tak do grona już istniejących – ziemi, wody, powietrza i ognia – zaliczone zostały rtęć, siarka i sól.

Jednym z pierwszych badaczy, którzy przeciwstawiali się takiemu pojmowaniu pierwiastków, był Robert Boyle (1627-1691) (Rysunek 2-4). Swoje krytyczne twierdzenia argumentował niemożliwością uzyskania podczas analizy badanych substancji jakiegokolwiek z uznawanych za pierwiastki ciał prostych (9). Boyle wykazał, że produkty powstałe w wyniku analizy są równie złożone jak substancje jemu poddane.

Uczony zaproponował własną definicję pierwiastka:

„[...] obecnie przez pierwiastek rozumiem, jak ci chemicy mówiący najjaśniej o swoich zasadach, pewne pierwotne i proste lub doskonale nie zanieczyszczone ciała, które nie składają się z żadnych innych ciał, są składnikami, z których wszystkie ciała, zwane doskonale mieszanymi, są bezpośrednio złożone, i na które się one ostatecznie

rozkładają: mam wątpliwości, czy w ogóle istnieje takie ciało, z którym spotykamy się we wszystkich ciałach, i każde z tych, o których mówi się, że są ciałami elementarnymi.” (23)

Boyle redefiniując pojęcie pierwiastka Arystotelesa, przestawił własne poglądy na temat budowy materii. Badacz, w ślad za Gassendim – adaptując teorie Epikura – uznał, że najmniejszymi cząstkami występującymi w przyrodzie są małe, lite i niepodzielne (chyba że przez samego Boga) fizyczne korpuskuły, które różnią się między sobą kształtem i wielkością i nie posiadają żadnych dodatkowych cech jakościowych (9). W wyniku zgrupowania się niewielkiej ich liczby powstają cząsteczki chemiczne, które posiadają te same właściwości co ciała z nich złożone. Z tego powodu Boyle uznał korpuskuły za cząstki elementarne. Zdaniem Boyle’a, wszelkie reakcje chemiczne sprowadzają się do ruchu i rozmaitych połączeń korpuskuł (3).

W 1650 roku Otto von Guericke wynalazł pompę próżniową. Boyle, wykorzystując ten wynalazek do zagęszczania powietrza, wykazał, że „wzrost ciśnienia powoduje proporcjonalne zmniejszenie objętości powietrza” (9):

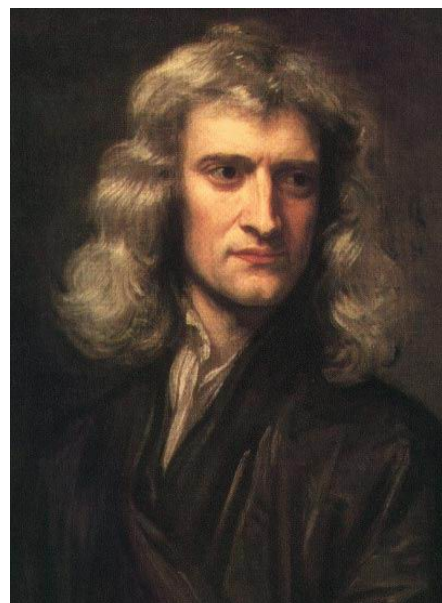
$$pV = const$$

gdzie p – ciśnienie gazu, V – objętość gazu. Zależność ta, potwierdzona niezależnie w 1676 roku przez Edmé Mariotte’a, który stwierdził ponadto, że opisana relacja zachodzi jedynie w stałej temperaturze, nosi dziś miano prawa Boyle’a-Mariotte’a.

Wyniki swych badań pozwoliły Boyle’owi stwierdzić, że cząstki powietrza oddzielone są od siebie pustą przestrzenią, a proces zagęszczania powietrza zbliża te cząstki do siebie. I tak, np. zjawisko parowania wody, badacz pojmował jako wynik odłączania się kolejnych cząstek od powierzchni cieczy. Skoro zaś powietrze składa się z atomów, logicznym, zdaniem Boyle’a, jest założenie, że także woda i lód, które są inną postacią tej samej substancji, są z nich zbudowane.

Isaac Newton (1642-1727) (Rysunek 2-5) zapisał się w historii nauki jako prekursor nowego działu fizyki, który przez przeszło dwa stulecia stał się podstawą wszystkich teorii nauk przyrodniczych – mechaniki. Poglądy na budowę materii i charakter praw nią rządzących, uczony zawarł na kartach „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica” z 1687 roku.

Newton, w ślad za Robertem Boylem, uważał, że materia zbudowana jest z pewnych elementarnych cząstek – korpuskuł, które, tak samo jak ciała, które budują, są rozciągle, twarde, nieprzenikliwe i poddają się ruchowi (5). Do grona pierwotnych cech przypisanych korpuskułom, Newton dodał bezwładność, cechę wszystkich ciał materialnych, która sprawia, że do uzyskania przez nie przyspieszenia niezbędne jest działanie siły. Jej brak powoduje, że ciało porusza się ruchem jednostajnym bądź pozostaje w spoczynku. Ciężar atomu, wprowadzony przez Epikura do opisu ruchu cząstek, nie znalazł odzwierciedlenia w korpuskule Newtona, co naukowiec tłumaczył bezpośrednią zależnością ciężaru ciała od jego odległości od Ziemi.



Rysunek 2-5 - Isaac Newton

Zdaniem uczonego korpuskuły są cząstkami niezniszczalnymi. Inny stan rzeczy doprowadziłby do sytuacji, w której ciało zbudowane ze „zużytych” elementów nie posiadałoby takiej samej struktury jaką mają ciała złożone z elementów „sprawnych”, czego nigdy nie zaobserwowano. Ciałom złożonym Newton przypisywał „porowatą i hierarchiczną” strukturę. Polegało to na założeniu, że każde ciało zbudowane jest z korpuskuł oddzielonych od siebie pustą przestrzenią. Główne korpuskuły budujące ciało składają się z mniejszych korpuskuł, aż do najmniejszych elementów materii, „które są nieprzenikliwymi ciałami stałymi i nie zawierają pustej przestrzeni” (9). Pisał:

„[...] wydaje mi się prawdopodobne, że na początku Bóg uformował materię w postaci stałych, masywnych, twardych, nieprzenikliwych, ruchomych cząstek [...]; te pierwotne cząstki, będące ciałami stałymi, są nieporównywalnie twardsze od jakichkolwiek porowatych ciał z nich zbudowanych; są one tak twarde, że nigdy się nie zużywają ani nie rozpadną na kawałki; żadna zwyczajna siła nie zdoła podzielić tego, co Bóg uczynił całością w pierwszym akcie stworzenia”. (24)

Antyczna koncepcja sposobu łączenia się atomów oparta o system haczyków i oczek, została zastąpiona w fizyce Newtona pojęciem siły – miary oddziaływania między korpuskułami. W mechanice klasycznej siły oddziałują na ciała w wyniku bezpośredniego kontaktu (przykład zderzeń sprężystych) bądź na odległość (siły grawitacyjne) (9). Oddziaływanie na odległość, zdaniem Newtona przenoszone jest z nieskończenie wielką prędkością, a działanie sił można poddać opisowi matematycznemu. Działaniami sił rządzą trzy prawa, znane dziś jako zasady dynamiki Newtona.

Przyczyn łączenia się korpuskuł upatrywał Newton we wzajemnym grawitacyjnym przyciąganiu się cząstek (3). Problematycznym okazał się jednak fakt jednostronnego charakteru tej siły – o ile wzajemne przyciąganie się cząstek tłumaczone działaniem siły grawitacji nie budziło zastrzeżeń, to możliwość późniejszego rozpadu tak powstałej materii nie została przez badacza wyjaśniona w sposób go satysfakcjonujący.

Analizując pojęcie przestrzeni, Newton uznał, że pusta przestrzeń istnieje całkowicie niezależnie od materii, materia zaś nie może istnieć poza przestrzenią i czasem (25), a „w wypadku nieobecności materii istnienie absolutnego czasu polegałoby na trwaniu absolutnej przestrzeni” (5).

Na obraz świata opisanego przez Newtona składają się ostatecznie cztery podstawowe elementy fizyczne – materia, siły, przestrzeń i czas.