

# Vývoj názorů na strukturu hmoty od starověku po Avogadra

Michael Krbek

17. září 2001

## Obsah

<b>1</b>	<b>Řečí atomisté</b>	<b>2</b>
1.1	Úvod . . . . .	2
1.2	Leukippos z Milétu . . . . .	2
1.3	Démokritos z Abdér . . . . .	3
1.4	Závěr . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Atomismus v Indii</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Od antiky po Boyla</b>	<b>6</b>
3.1	Atomismus v pozdní antice . . . . .	6
3.2	Atomismus ve středověku . . . . .	6
3.3	Atomismus v renesanci . . . . .	7
3.4	Novověký atomismus . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Atomismus v souvislosti s tepelnými jevy a krystalografií</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Chemický atomismus</b>	<b>13</b>
5.1	Robert Boyle (1627–1691) . . . . .	13
5.2	Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) . . . . .	15
5.3	John Dalton (1766–1844) . . . . .	16
5.4	Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro (1776–1856) . . . . .	19

# 1 Řeční atomisté

## 1.1 Úvod

LEUKIPPOS Z MILÉTU (asi 500–440 př.n.l.) a jeho žák DÉMOKRITOS Z ABDÉR (asi 460–370 př.n.l.) vytvořili teorii atomů a prázdna. Démokritos zřejmě propracoval a rozšířil původní teorii Leukippa a přemýšlel o mnohých aplikacích jako kupříkladu vnímání. Leukippovi je připisováno autorství pouze několika děl včetně *Velkého systému světa*, ve kterém předkládá teorii atomů a prázdna. Démokritos byl jako autor podstatně plodnější a přiznává se mu autorství padesátidvou děl, z nichž některá jsou ovšem pouze krátká. Tato zahrnují rovněž rozbor Leukippova díla v *Malém systému světa* a osm děl o etice. Téměř všechny dochovalé fragmenty z jeho knih se bohužel týkají právě etiky.

## 1.2 Leukippos z Milétu

Leukippos byl pokračovatelem školy vědecké filosofie, která bývá spojována s Milétem. O jeho životě je známo velice málo, ale má se za to, že byl zakladatelem Abdérské školy v Thrákii. Byl současníkem PROTÁGORA Z ABDÉR, zakladatele sofismu, který ale strávil většinu života v Athénách, takže se s Leukippem pravděpodobně ani nesetkal. V současné době není pochyb o tom, že Leukippos existoval, ale stojí za zmínku, že EPIKÚROS na konci čtvrtého století př.n.l. byl přesvědčen, že Leukippos nikdy neexistoval, jelikož o něm bylo známo tak málo.

ARISTOTELES uvádí Leukippa jako filosofa s názory odlišnými od Parmenida. Například v *De caelo* Aristoteles píše:

„... z těch, kteří obhajují existenci nedělitelných, někteří, jako například Leukippos a Démokritos, věří na nedělitelná tělesa, jiní, jako Xénokratés, v nedělitelné úsečky.“

Aristoteles bohužel není ve svých odkazech na Leupippa příliš konzistentní. Někde naznačuje, že atomismus začal Leukippem, jinde ho připisuje Leukippovi s Démokritem a někdy považuje za původce atomismu Démokrita samotného. Velice brzy byly názory Leukippa a Démokrita natolik propojeny, že se atomismus začal připisovat slavnějšímu z páru, Démokritovi. Dvě díla mají ovšem téměř jistě za autora Leukippa a to již zmiňovaný *Velký systém světa* a dále *O myslí*. Leukippovi byla připsána THEOFRASTEM, jež byl žákem a nástupcem Aristotelovým. Theofrastův komentář k Leukippově filosofii následuje:

„ Jak hmota, tak i prázdno reálně existují. Stavebními kameny hmoty jsou částice nekonečné počtem, vždy v pohybu, v nekonečné mnohosti tvarů a zcela tuhého složení.“

Je zřejmé, že Leukippos byl ve svých úvahách ovlivněn ZENÓNEM ELEJSKÝM a PARMENIDEM, nebyl však patrně v pravém smyslu žákem Zenónovým, jak se mnohde uvádí. Naopak Démokritos zřejmě žákem Leukippovým opravdu byl. Leukippos sám uvádí, že atomy jsou

„nepatrné, jednotlivé částice, které se liší pouze tvarem a polohou.“

### 1.3 Démokritos z Abdér



Obrázek 1: Démokritos z Abdér

Démokritův otec byl údajně bohatý, z urozené rodiny a velmi se zavdělčil při zábavách na počest Xerxovy armády vracející se do Malé Asie. Xerxes zanechal v Abdérách mnoho darů a také několik mágů. Podle DIOGENA LAERTIA učili Démokrita tito mágové astronomii a teologii. Po smrti otce

věnoval Démokritos své dědictví cestám za věděním. Navštívil Egypt, Etiopii, Persii a Indii. Neví se jistě, zda během svých cest navštívil Athény a studoval u ANAXAGORA.

Podle Diogena Laertia (3. stol.n.l.), autora dochovalého díla *Životy, názory a výroky proslulých filosofů*, o příjezdu do Athén:

„Přišel jsem do Athén a nikdo mne neznal.“

Během svých cest se rovněž pravděpodobně seznámil s učením pythagorejců. O svých cestách se sám údajně vyslovil následovně:

„Ze všech svých současníků jsem na cestách došel nejdále, vždy provádějící vyčerpávající studie; viděl jsem nejvíce podnebí a zemí a naslouchal největšímu počtu učenců. Nikdo mě nepřekonal v konstrukci úseček, ani egyptští vazači šňůr a geometrii.“

Po mnoha letech cest se bez prostředků vrací zpět do Abdér, kde je přijat svým bratrem Damosisem. Démokritos pořádal veřejné přednášky. Získal si slávu znalostí přírodních úkazů, předpovídal změny počasí. Lidé věřili, že umí předvídat budoucnost. Občané Abdér Démokritovi dokonce nabídli, aby spravoval věci veřejné. Ten ovšem počtu odmítl, jelikož dával přednost přemítavému životu o samotě.

Démokritos rozšířil atomistické učení Leukippovo. Trval na nemožnosti dělení věcí *ad infinitum* (do nekonečna). Z těžkostí plynoucích z přisouzení počátku času usuzoval na věčnost existující přírody, prázdna i pohybu. Předpokládal, že atomy jsou neprostupné a jejich hustota je úměrná objemu. Všechny pohyby připisoval aktivní a pasivní přilnavosti. Svět, který pozorujeme – se vši jeho velikostí, podobnostmi a rozdíly – je výsledkem nekonečné rozmanitosti atomů. Diogenem Laertiem je mu připisována věta:

„Neexistuje nic než atomy a prázdno; vše ostatní je názorem.“

Kupříkladu lidská duše sestávala z kulových atomů ohně, které uváděly tělo do pohybu. Pro zajímavost byl rovněž prvním, kdo tvrdil, že Mléčná dráha je tvořena hvězdami.

Démokritos zavedl hypotézu obrazů nebo ideálů (*eidola*), které vystupují z vnějších předmětů a které zanechávají dojem v našich smyslech. Z těchto dojmů odvodil vjemy (*aesthesis*) i myšlenky (*noesis*).

Ve stejném duchu pohlížel na koncept bohů; částečně je spojoval s naší neschopností plně pochopit úkazy, jimž se staneme svědky, částečně jistým obrovským vzdušným bytostem (*eidola*). Tyto známe ze snů a věštek.

## 1.4 Závěr

Jedním z hlavních zdrojů teorie atomů a prázdna vyvinuté atomisty zůstává Aristotelova *Metafyzika*. Tvar a existence všech věcí je určena prázdna a atomy a to rozdílly ve tvaru, poloze a uspořádání atomů a poměrem prázdna mezi nimi. Atomy jsou nedělitelné a neprostupné. Atomy neobsahují prázdno, čímž jsou nedělitelné, neboť prázdna mezi tělesy je třeba k jejich rozdělení. Nepřítomnost prázdna činí atomy velmi hustými. Jelikož jsou všechny látky tvořeny atomy, platí, že čím hustší látka, tím méně prázdna mezi atomy. Aristoteles byl ovšem odpůrcem atomismu. Dalším pramenem zůstává Epikúros, který narozdíl od Aristotela atomistou byl. Křesťanská církev ovšem jako směrodatný brala pohled Aristotelův, a to natolik, že ho povýšila na doktrínu. Poznamenejme na závěr, že řečtí atomisté docházejí ke svým poznatkům na základě spekulací, chybí jim nejmenší kontrola v oblasti experimentální.

## 2 Atomismus v Indii

Atomismus má stejně dlouhou tradici na východě jako na západě. Řecký atomismus dával odpovědi na problémy řecké filosofie: nacházíme se v neustálém pohybu nebo jsou změny pouze zdánlivé? Jak vysvětlit nekonečnou rozmanitost přírody?

Indický atomismus stojí na zcela odlišném základě. Podle legendy oslovila skupina učedníků mudrce KANADU a ptala se ho, jak dosáhnout vykoupení od smrtelnosti a dosáhnout seberealizace. Kanadovou odpovědí byla sůtra *vaišéšika*, která je systematickým pohledem na svět založeným na atomismu. Horne píše:

„Filosofie vaišéšika ... hledá únik z fenomenologického světa obalením celého království vnějšího bytí do pěkně vysvětlujícího balíku, atomismu, takže intelekt se již nemusí zaneprazdňovat těmito problémy a volně pokračovat do vyšších sfér myšlení, jež jsou mu více patřičné.“

Indický atomismus se snaží osvobodit člověka od zaobírání se přírodou, zatímco řecký atomismus se snaží konfrontovat a vysvětlovat přírodu. Horne pokračuje vysvětlením systému *semchíja*, nejstarší z šesti interpretací konečné reality:

„Filosofický systém vidí svět v manifestacích ducha a hmoty. Platí, že existuje pět malých částic přináležejících pěti prvkům a odvozených postupem odlišení a nerovného rozložení z nejmenší, homogenní základní hmoty.“

Je zajímavé, že řecký atomismus vznikl v nejvýchodnější části Řecka. Není ovšem pravděpodobné, že by mezi indickým a řeckým atomismem byla nějaká příčinná souvislost. Myšlenky vznikly zřejmě nezávisle na obou místech o 2000 let dříve, než na ně svět vědy byl připraven.

### 3 Od antiky po Boyla

#### 3.1 Atomismus v pozdní antice

Důležitým zdrojem informací o atomismu je oslavná báseň *De rerum natura* (O přírodě) od TITA LUCRETIA CARA, který byl velkým obdivovatelem epikurejců i jejich předchůdců. Vzhledem k tomu, že Epikúros byl atomistou, zastávali stoikové (CICERO, SENECA, GALÉN), jakožto jeho protivníci, názor opačný. Přesto byl Cicero prvním vydavatelem Lucretiových veršů.

HERÓN ALEXANDRIJSKÝ (150 n.l.) pomocí atomů vysvětluje stlačování a ředění. Herón je protivníkem prázdna, připouští však existenci prázdna mezi atomy. Jedním z důkazů, které uváděl, je, že oheň může vstoupit do látky, tím ukazuje, že látky mají pórovitou strukturu. Dále podotýká, že póry v diamantu jsou příliš malé na to, aby vpustily oheň dovnitř a proto jsou diamanty nehořlavé (to není pravda jak ukázal na počátku 18. století Lavoisier).

Četba  
z básně  
O přírodě

#### 3.2 Atomismus ve středověku

ISIDOR, biskup sevilský (560–636), BEDA VENERABILIS (672–735) a HRABAN Z FULDY (776–856) užívali slovo atom v souvislosti s nespojitostmi ve struktuře látek. VILÉM Z CONCHES (1080–1154) a VINCENT Z BEAUVAIS (?–1266) se odvolávají na atomistické učení. Vilém otevřeně vyučoval myšlenky Démokritovy.

Aristotelovo dílo bylo v Evropě znovu objeveno kolem roku 1200, díla byla přeložena do latiny z arabštiny, do které byla přeložena z původní řečtiny. Následovala rozprava scholastiků, osobností jako TOMÁŠ AKVINSKÝ (1225–1274) a ROGER BACON (1214–1292). Časem katolická církev pozvedla Aristotelovy spisy na úroveň Písma svatého a začala spojovat atomismus s bezvěřstvím.

*De rerum natura* bylo znovu objeveno v roce 1417 a stalo se základním pramenem o názorech Leukippa a Démokrita.



Obrázek 2: Mikuláš Kusánský

### 3.3 Atomismus v renesanci

Jmenujme několik renesančních myslitelů, kteří udržovali při životě myšlenku atomismu. MIKULÁŠ KUSÁNSKÝ (1401–1464) napsal:

„ Co rozumíme pod pojmem atom? Po uvážení se spojitě stane rozděleným na neustále dělitelné a množství částí pokračuje do nekonečna. Ale skutečným dělením dojdeme k dále nedělitelné části, kterou nazývám atomem. Protože atom, vzhledem ke své malosti, je skutečně nedělitelný. “

GIROLAMO FRACASTORO (1478–1553) byl lékař, který psal o atomismu. Jeho názory na mechanismus infekce předpokládají existenci malých nedělitelných částic, které šíří nemoci. V další knize Fracastoro souhlasí s Démokritem a obhajuje atomistickou myšlenku v souvislosti s chemickými reakcemi. PETRUS RAMUS (1515–1572) se rozešel s Aristotelovým učením již velice brzy. Předložil jako tezi myšlenku, že vše, co řekl Aristoteles, je nepravdivé. Jeho oponenti nemohli argumentovat pomocí samotného Aristotela a Ramus



Obrázek 3: Girolamo Fracastoro

nakonec tezi obhájí. Roku 1543 napsal dvě knihy proti Aristotelovi, které vyvolaly bouřlivé reakce. Nesměly být publikovány a byly páleny, Ramus sám se odmlčel z říkazu papeže. Umírá během bartolomějské noci. Přestože Ramus nepsal o atomismu jako takovém, významně přispěl k narušení Aristotelovy autority.

V roce 1588 píše GIORDANO BRUNO:

„ Dělení věcí přírodních má svou mez; existuje něco nedělitelného. Dělení přírodních věcí dosáhne nejmeších a posledních částic, které nejsou zjistitelné lidskými přístroji. “

DANIEL SENNERT (1752–1837) rovněž prosazoval myšlenky atomismu. Byl současníkem RENÉHO DESCARTA a FRANCISE BACONA, z nichž ani jeden nebyl o atomismu příliš nakloněn. Sennert učil o existenci atomů, atomy se podle něj spojují a vytváří složené objekty. Faktem, že vinné páry proniknou čtyřmi vrstvami papíru, ilustroval malost atomů. Dalším příkladem bylo, že velké množství páry dá malé množství kapaliny.





Obrázek 4: Giordano Bruno

### 3.4 Novověký atomismus

Počátky vědeckého zpochybnění Aristotelových názorů leží u EVANGELISTY TORRICELLIHO, který roku 1634 vynalezl rtuťový barometr, ve kterém je, jak známo, nad hladinou rtuři vakuum. Aristoteles a s ním tehdy i katolická církev existenci vakua popírali. Tento objev, spolu s vynálezem vývěvy OTTO VON GUERICKEM roku 1654, sice zcela nezničily, ale významně narušily aristotelovský předpoklad o neexistenci vakua.

Za znovuobjevitele atomismu je mnohými považován PIERRE GASSENDI (1592–1655). My jsme ale již zjistili, že atomismus nikdy úplně nevymizel, jenom se na jistou dobu stal názorem okrajovým. Úspěch Gassendiho tkví především v tom, že atomismus zpopularizoval a oddělil ho od ateismu čili bezvěrství. Abychom si přiblížili dobové souvislosti, připomeňme si kupříkladu, že v roce 1624 francouzský parlament vydal prohlášení, že každému, kdo zastupuje nebo vyučuje z pozice odpůrce Aristotela (což zahrnuje zřejmě i atomismus), hrozí trest smrti. Gassendi měl ovšem vlivné přátele, takže se o něj autority příliš nezajímaly.

V roce 1649 vydal své hlavní dílo o atomismu *Syntagma philosophiae*



Obrázek 5: Daniel Sennert

*Epicuri*, které je rozděleno na tři části: logiku, fyziku a etiku. Než Gassendi vůbec začíná s atomismem, věnuje několik kapitol vakuu a nutnosti jeho existence. Zde uvádí a diskutuje Torricelliho pokusy. Dále popisuje řecké myšlenky. Sám Gassendi věřil, že atomy nejsou geometrické body, ale mají danou velikost, byť velice malou. Delikátní záležitosti týkající se pohybu atomů (jak víme řečtí atomisté věřili, že se pohybují samy) vyřešil tak, že hlásal, že atomy se pohybují z vůle Boží. Gassendi uvažuje rovněž o spojování atomů do skupin, které nazývá molekulami nebo korpuskulami. Atomy v těchto uskupeních jsou ovšem drženy při sobě mechanicky tzn. háčky a oky nebo parůžky. Pod vlivem jeho učení napsal slovenský evangelický kněz a filozof IZÁK CABAN, profesor filozofie a teologie v Prešově, v roce 1667 své dílo *Existentia atomorum*.



Obrázek 6: Pierre Gassendi

## 4 Atomismus v souvislosti s tepelnými jevy a krystalografií

ISAAC NEWTON sám byl rovněž zastáncem atomismu, jak se ukazuje například v jeho *Optice*. Již během studií na Trinity College v Cambridgi se seznámil s názory Descarta, Gassendiho a Hobbese, ale především Boylea. Newtonův atomismus je zřejmý rovněž z jeho teorií týkající se tepla. Zde navazuje na Boyla a Hooka; tyto úvahy vesměs spekulativního rázu měly ovšem ještě velmi daleko k ucelené kinetické teorii.

K ní se přibližuje DANIEL BERNOULLI (1700–1782), který ve své *Hydrodynamice*, poprvé vydané roku 1738, uvažuje vzduch jako pružnou kapalinu, jejíž částice se rychle pohybují různými směry a na základě tohoto předpokladu odvodil Boyle-Mariottův zákon. Přitom zjistil i souvislost s rychlostí částic (předpokládal, že se pohybují všechny stejně rychle).



Obrázek 7: Daniel Bernoulli

Dále se ke kinetické teorii dostal MICHAEL ALEXEJEVIČ LOMONOSOV (1711–1765), který ovšem předpokládal pouze vibrační a rotační pohyb molekul. Přesto byl schopen předpovědět pružné vlastnosti plynů a předpovědět odchylky od Boyle-Mariottova zákona způsobené konečnou velikostí molekul. Po objevu efektivního fenomenologického popisu termodynamiky úvahy o konkrétní stavbě látek ustupují v této oblasti do pozadí.

V roce 1784 vydal RENÉ JUST HAÛY *Práci o teorii struktury krystalů aplikované na několik typů krystalických látek*. Zde si všímá, jak se štípají různé krystalické látky a vyvozuje, že krystal je tvořen opakováním základních jednotek. Tato teorie vedla Haüyho k zákonu racionálních indexů: Předpokládejme, že zvolíme systém souřadnic podél hran krystalu a potom zvolíme rovinu, jež není rovnoběžná se žádnou se souřadnicových os. Průnik této roviny s osami souřadnic určuje tři úsečky. Zákon racionálních indexů říká, že zvolíme-li libovolné jiné stěny krystalu, bude poměr délky nových úseček



Obrázek 8: Michail Alexejevič Lomonosov

k původním v poměru jednoduchých racionálních čísel (nebo  $\infty$  v případě rovnoběžnosti s jednou z os).

## 5 Chemický atomismus

### 5.1 Robert Boyle (1627–1691)

Boyle byl atomistou, přestože raději používal slovo korpuskule a jeho názory se jeví poněkud středověké. V roce 1661 píše, jak jinak, o zlatu:

„Umím jednoduše sublimovat zlato na poměrně dlouhé červené krystaly a zlato může být schováno v mnoha jiných formách a pomáhá tvořit tělesa různých povah, jak z něj tak i ze sebe navzájem, a přesto se posléze dá přeměnit zpět na stejné hodnotné, žluté, pevné, hmotné a kujné zlato, jakým bylo předtím.“

O korpuskulích zlata (jak nazýval atomy se vyslovil v tomto smyslu:

„Přestože nutně nemusejí být základními součástmi nejmenších částí látky, ale, jak přiznávám, smíšená tělesa, vyskytují se hojně ve stavbě několika velmi rozdílných látek, bez toho, aniž by ztrácely svou povahu a strukturu, nebo by se prušila jejich soudržnost oddělením jistých částí nebo přísad.“

„Rozdíl mezi látkami (tělesy) by mohl záviset jenom na schématech rozdělujících jejich společnou hmotu ... takže v závislosti na tom jak tyto malé části od sebe ustupují a na sebe reagují ... vytvoří se látka toho či onoho druhu.“



Obrázek 9: Robert Boyle

Boyleův otec byl jedním z nejbohatších mužů ve Velké Británii. Ačkoliv byl jeho čtrnáctým potomkem od druhé manželky a sedmým synem, dostalo se mu výtečného vzdělání. Byl ovlivněn Galileim, v době Galileovy smrti

pobýval zrovna ve Florencii. Byl rovněž velkým zastáncem vakua (prováděl experimenty s vývěvami), zjistil, že vakuum nevede zvuk, nehoří v něm oheň, umírají v něm živočichové a rostliny. Byl zakládajícím členem Královské společnosti v Londýně, z náboženských důvodů se odmítl stát jejím předsedou.

V roce 1665 skromně uznal, že myšlenky Hookovy (ten byl jeho asistentem) v mnoha směrech překonávají jeho vlastní a zcela uznával dílo Newtonovo, vydané roku 1672.

## 5.2 Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850)

JOSEPH LOUIS GAY-LUSSAC si svou nezměrnou pílí a zručností zaslouží uznání jako experimentální fyzik, rovněž i v širším smyslu se zasloužil o průkaz správnosti a síly vědecké metody. Po studiích na pařížské Ecole Polytechnique se stal asistentem CLAUDA LOUISE BERTHOLLETA, který sám byl spolupracovníkem Lavoisierovým. Chemickému výzkumu ho zasvěcovala skupina vědců, která se scházela v Bertholletově venkovském sídle Arcueil. Poté co Gay-Lussaca Berthollet a La Place vybídli, uskutečnil své první chemické výzkumy a vyjasnil rozporuplné výsledky v oblasti rozpínavosti různých plynů. Uzavřel tvrzením, že stejné objemy všech plynů se rozpínají stejně při zvyšování teploty. Tato zákonitost byla předpovězena již Charlesem, který ji ovšem nepublikoval vzhledem k neprůkazným měřením.

Později spolupracoval s La Placem, matematickým fyzikem, prováděl kvalitativní měření kapilárních jevů a snažil se podpořit La Placeovu snahu zredukovat chemii na aplikovanou matematiku a vysvětlit chemické reakce termodynamicky.

Gay-Lussac se významně angažoval v průmyslu a býval často konzultován stejně jako jeho učitel Berthollet před ním. Přestože byl znám i jako vynikající teoretik, proslulost si získal především svými pečlivými a elegantními měřeními. Proto také nikde nevyhlašoval vznešené a nepodložitelné teorie a raději se soustředil pečlivě na velice úzkou oblast. V chemii je nejznámější svým zákonem o slučování objemů plynů: „Sloučeniny plyných látek jsou vždy tvořeny v jednoduchých poměrech objemů“. V tomto zákoně také tkví jeho příspěvek k tématu. Gay-Lussac si prohlédl experimentální data předtím získaná HUMPHRY DAVYEM o hmotnostních poměrech ve sloučeninách kyslíku a dusíku a přepočítal je na objemové poměry poté měření Davyho zopakoval a získal v některých případech poměrně přesné výsledky. Nad nesrovnalostmi při některých měřeních se projednou příliš nepozastavoval, možná již viděl na dosah svůj a La Placeův redukcionistický cíl.

Dalton Gay-Lussacovy výsledky nikdy neuznal s výhradou, že objemový poměr vodíku a kyslíku ve vodě 1:1.97, což jednoduchý poměr není. Sám ovšem akceptoval odchylky daleko větší, jak ukazuje například jím určená



Obrázek 10: Joseph Louis Gay-Lussac

hodnota atomové hmotnosti síry od 12 do 22. Přesto tuto „francouzskou doktrínu“ nikdy za svou nepřijal.

### 5.3 John Dalton (1766–1844)

Cesta Johna Daltona k chemickému atomismu byla velmi spletitá. Experimentální evidencí, která ho k jeho závěrům vedla byly zřejmě studie tlaku par, rozpustnosti plynů a jejich směsí. Svou první tabulku atomových hmotností si napsal do svého deníku v září 1803 a v roce 1830 o tom v článku pro Manchesterskou literární a filozofickou společnost píše:

„Řada článků čtených před touto společností a posléze publikovaných v pátém díle jejích memoárů mě vedla k úvahám o nedělitelných částicích nebo atomech a o jejich kombinacích. Ve svém denníku jsem našel zápis ze 3. září 1803 nadepsaný „Postřehy o nedělitelných částicích těles a jejich kombinacích“, v nichž jsou



zavedeny symboly, které dodnes používám. 23. října téhož roku jsem dopsal svou *Práci o absorpci plynů (vodou)*, v jejímž závěru udávám atomové hmotnosti dvacetijedna jednoduchých prvků a sloučenin ...“

Zmiňovaná práce byla publikována roku 1805, metody jimiž získal atomové hmotnosti Dalton zveřejňuje až roku 1808. Ze současného hlediska se v Daltonových pracích objevují následující hlavní myšlenky:

**Prvky jsou tvořeny atomy.** Tím se staví do řady myslitelů, kterou si zde představujeme. Daltonův pojem prvku je ovšem již totožný s tím naším. Prvek je chemická látka, která již chemickými procesy (tepelně, elektricky nebo reakcí s jinou sloučeninou) nejde dále rozložit. Tato definice pochází původně od Lavoisiera. Daltonovy sám nikdy nepopíral, že atomy by mohly mít další vnitřní strukturu. Bylo mu ale zřejmě jasné, že experimentálně nelze zatím na toto téma nic říct, a nechtěl se oddávat spekulacím.

**Atomy stejného prvku mají shodnou hmotnost.** Atomy stejného prvku mají stejné vlastnosti, například hmotnost. To samozřejmě, jak dnes víme, není pravda. Objev izotopů však muel ještě přes 100 let počkat. Rovněž tehdejší definice chemické reakce byla odlišná od představ Daltona, jak ukazuje výrok Bertholletův (byl zmiňován jako učitel Gay-Lussaca):

„Berthollet rovněž ukázal, že každá látka, jakkoli je její afinita k druhé látce nízká, je schopna abstrahovat část této druhé ze třetí, jakkoli je afinita této třetí vysoká za předpokladu, že užijeme dostatečného množství ...“

**Atomy různých prvků mají různé hmotnosti.** Tento názor není rovněž nijak originální, když přihlédneme k tomu, co již víme o době předcházející. Dalton ale narozdíl od svých předchůdců navrhl více či méně účinné metody jak získat relativní hmotnosti částic (tak nazýval molekuly) z v té době známých experimentálních dat.

**Atomy se kombinují poměrech malých celých čísel.** Tento zákon vysvětluje zákon o daných hmotnostních poměrech formulovaný JOSEPHEM LOUISEM PROUSTEM v roce 1797. Atomy stejného prvku se mohou slučovat ve více než jednom poměru s jiným prvkem a tvoří více než jednu sloučeninu.



Obrázek 11: John Dalton

**Atomy se při chemických reakcích ani nevytváří ani neztrácí.** Tato myšlenka je obsažena v Daltonově díle jaksí samozřejmě a mnohdy se ani zvláště nezmiňuje. Dalton sám na toto téma řekl:

„To bychom se rovnou mohli pokusit umístit do sluneční soustavy další planetu nebo nějakou naopak zničit, jako stvořit nebo zničit částici vodíku. Všechny změny, kterých dosahujeme, tkví v oddělování částic, které jsou přilnuty nebo sloučeny, a sestavováním s jinými částicemi, které byly předtím vzdáleny...“

Dalton zanechal svůj otisk v současném chemickém názvosloví, když navrhnul současné značení prvků. Jinak jako první popsal barvoslepost (na sobě), po němž se jednomu typu po něm říká daltonismus. Rovněž se po něm jmenovala starší jednotka atomové hmotnosti (v biologických vědách bohužel stále užívaná).



Obrázek 12: Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro

#### 5.4 Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro (1776–1856)

V roce 1811 Avogadro vydává *Práci o způsobu určení relativních hmotností elementárních molekul látek a poměrů, v nichž vstupují do těchto sloučenin*, kde obhajuje myšlenku, že plyny za dané teploty a tlaku obsahují stejné množství molekul. Z této hypotézy plynulo, že poměry atomových (sám Avogadro užíval termínu elementární molekuly) hmotností libovolných dvou plynů jsou stejné jako poměry jejich hustot za stejných podmínek. Avogadro rovněž uvažoval, že plyny nejsou tvořeny jednotlivými atomy, nýbrž jejich kombinacemi. Tím Avogadro překonal problém, s kterým si neporadil Dalton a další, když nebyl schopen objasnit Gay-Lussacovy experimentální výsledky, které ukazují, že vodní páry mají za daných podmínek dvojnásobný objem než kyslík, z něhož se vodní pára skládá.

#### Reference

- [1] Titus Lucretius Carus: *O přírodě*
- [2] Horne, R.A.: *Atomism in Ancient Greece and India*, Ambix, 1960
- [3] Heisenberg, W.: *Physics and Philosophy*, Penguin Books, 1989
- [4] The Internet Encyclopedia of Philosophy

