

# 3/1 Částicové složení látek, atom

## Démokritos:

- „Svět kolem nás je z malých částic; nelze je získat mechanickým dělením (třeba roztloukáním), z látek se uvolňují například při odpařování nebo rozpouštění“; existenci lze dokázat např. *difúzí* – samovolným pronikáním částic látek mezi sebe

## Vlastnosti látek v pevném skupenství

- nestlačitelné, mají stálý tvar; částice těsně u sebe, pravidelně uspořádány, mezi nimi velké přitažlivé síly

## Vlastnosti látek v kapalném skupenství

- nestlačitelné, mění tvar podle nádoby (volná pohyblivost částic); částice blízko u sebe, přitažlivé síly je drží pohromadě; mísíme-li různé kapaliny → výsledný objem je menší než  $V_1 + V_2$  (různé látky lépe vyplní prostor)

## Vlastnosti látek v plynném skupenství

- nemají tvar, jsou dobře stlačitelné, mezi částicemi jsou velké vzdálenosti, zaplňují celou nádobu, volně se pohybují; přitažlivé síly působí jen při srážkách

## Co je to atom, jaké má vlastnosti?

- nejmenší částice hmoty (Démokritos, 5. století před naším letopočtem); je elektroneutrální
- chemicky je dále nedělitelný (řecky „atomos“ = nedělitelný); atom lze rozdělit fyzikálně

## Složení látky

- z částic různé velikosti a různého tvaru; tvoří tělesa; částice tvoří látku; pohybují se, vzájemně do sebe pronikají
- atom: nejmenší částice hmoty, elektroneutrální (nemá náboj); chemicky dále nedělitelný
- prvek: chemicky čistá látka, elektroneutrální, skládá se ze stejných atomů
- molekula: chemicky čistá látka, elektroneutrální; skládá se ze 2 nebo více atomů (stejných nebo různých)
- sloučenina: chemicky čistá látka, elektroneutrální; skládá se ze dvou nebo více *různých* atomů
- anion (kation): záporně (kladně) nabitá částice látky; skládá se z jednoho nebo více jader

## Atomy

- liší se tvarem a velikostí
- z hlediska atomární fyziky nejsou nedělitelné (skládají se z tzv. elementárních částic)

## Vývoj teorií a názorů na stavbu látek

- látka = druh hmoty složené z atomů [jiné druhy – formy hmoty: záření, pole]
- atomismus řecký (antický)
  - reagoval na učení o jediném nedělitelném a neměnném bytí („tělesa jsou složena z konečného počtu malých nedělitelných pohybujících se částic – atomů“)
  - 5. století před naším letopočtem – řečtí filosofové: Leukip z Miletu a Démokritos z Abdér
  - 4. století před naším letopočtem – rozvoj detailů: Epikúros
- atomismus středověký
  - nevysvětluje vznik světa, ale jen povahu jeho prvků nebo jevů
- atomismus novověký
  - uplatňuje se teorie atomismu: Galilei, Bruno, Boyle, Descartes, Newton, Diderot
  - aplikace atomistické teorie na fyziku a chemii: Lavoisier, Dalton, Lomonosov
  - 1803 – J. Dalton: atomy – nejmenší, nedělitelné částice hmoty; atomy téhož prvku jsou stejné; liší se od atomů jiného prvku; při chemickém slučování se spojuje vždy určitý počet atomů
  - 1897 – J.J. Thomson: prokázal, že každý atom obsahuje záporně nabitou částici – elektrony
  - 1911 – E. Rutherford: dokázal, že atom je složen z jádra a obalu (jeho představa, že atom je jako sluneční soustava, kdy jádro atomu je Slunce a elektrony jsou planety, však byla mylná)

## Jaké části a jaké částice (jaký náboj, rozměr, hmotnost) má atom?

- atom má jádro a obal: jádro obsahuje: kladně nabitou protony ( $p^+$ ) a neutrální (bez náboje) neutrony ( $n^0$ ); obal obsahuje: záporně nabitou elektrony ( $e^-$ ); elektrony jsou ve vrstvách kolem jádra

## Která část atomu se účastní chemických reakcí?

- jsou to elektrony v poslední vrstvě – nejdále od jádra; mají nejvyšší energii a jsou označovány jako „valenční“ (rozhodují o valenci čili mocenství prvku); elektrony nejbližší k jádru mají nejmenší energii

## Proč je atom elektroneutrální?

- počet protonů (+) v jádře je stejný jako počet elektronů (–) v obale

**V jakém poměru jsou rozměry a hmotnosti jádra a obalu?**

- jádro je asi 100 000 krát menší než obal; hmotnost obalu je vůči jádru prakticky zanedbatelná (elektrony jsou téměř 2000· lehčí než protony nebo neutrony)

**Jaký rozměr a jakou hmotnost má jádro atomu?**

- poloměr  $10^{-15}$  až  $10^{-14}$  m; hmotnost jádra je řádově  $10^{-27}$  až  $10^{-25}$  kg (hmotnost protonů je řádově  $10^{-27}$  kg)
- protony –  $p^+$  (objevil E. Rutherford): hmotnost  $1,673 \cdot 10^{-27}$  kg  
neutrony jsou nepatrně těžší než protony
- neutrony –  $n^0$  (objevil až v roce 1932 J. Chadwick): hmotnost  $1,675 \cdot 10^{-27}$  kg

**Co charakterizuje atom určitého prvku?**

- chemická značka a název; protonové a hmotnostní číslo

**Co vyjadřuje protonové číslo, jak se značí a kam se zapisuje?**

- počet protonů, počet elektronů, pořadí prvku v PSP; značí se  $Z$ , píše se vlevo dolů ke značce prvku  ${}_Z X$

**Co vyjadřuje hmotnostní (nukleonové číslo), jak se značí a kam se zapisuje?**

- počet  $p+n$  (nukleonů) v jádře (jádro = nukleos); číslo je hodně blízké atomové relativní hmotnosti prvku
- značí se  $A$ , píše se vlevo nahoru ke značce prvku  ${}^A X$

**Co vyjadřuje neutronové číslo?**

- počet neutronů v jádře, značí se  $N$
- $N = A - Z$ 
  - jádro má svou hmotnost, spin a vazebnou energii
  - jádro se účastní jaderných reakcí (při rozpadu jader se uvolní jaderná energie)

**Co to jsou izotopy, co mají shodného, čím se liší?**

- atomy téhož prvku; některé prvky jsou tvořeny pouze jedním „izotopem“, většina prvků je složena z více izotopů (např. vodík je tvořen ze 3 izotopů  ${}_1^1\text{H}$ ,  ${}_1^2\text{H}$ ,  ${}_1^3\text{H}$ )
- mají stejné  $Z$  (stejný počet protonů a tedy i elektronů), mají různé  $A$  (různý počet neutronů); mají stejné chemické vlastnosti, ale odlišné fyzikální vlastnosti
- nemají své zvláštní symboly; výjimkou je H – lehký – P (protium), střední – D (deuterium), těžký – T (tritium); některé prvky jsou monoizotropní (Al, P), většina je ale složena ze 2 (více) izotopů

**Jaké částice obsahuje obal atomu?**

- obsahuje záporně nabitě částice – elektrony (ve vrstvách kolem jádra; elektrony ve valenční vrstvě - ve vrstvě nejdále od jádra, s nejvyšší energií, se účastní chemických reakcí)
- valenční elektrony ovlivňují chemické vlastnosti prvků – rozhodují o (ne)uskutečnění chemické reakce; všechny elektrony v téže vrstvě mají přibližně stejnou energii, ale odlišnou od energie v jiných vrstvách (čím je elektron blíže k jádru, tím má nižší energii)
- atomový obal – soustava elektronů vázaných elektrickými silami k jádru atomu (u prvků s více než jedním elektronem hrají podstatnou roli i odpudivé síly mezi elektrony)
- elektrony –  $e^-$  (objevil Thomson); hmotnost  $9,109 \cdot 10^{-31}$  kg
- rozmístění elektronů (elektronová konfigurace) – určuje chemické vlastnosti prvku
- atomy vstupují do chemických reakcí pouze prostřednictvím elektronového obalu

**Jaké síly působí v atomu?**

- mezi jádrem a obalem – přitažlivé elektrické síly (je-li v obalu více než 1 elektron, podstatnou roli mají i odpudivé síly mezi elektrony); mezi částicemi v jádře – jaderné síly

**Atomy neradioaktivních prvků**

- stálé útvary, přitažlivá síla mezi jádrem a elektrony je vyrovnána pohybem elektronů
- 1911 Ernest Rutherford – planetární model atomu: „elektrony obíhají po kruhových drahách kolem jádra v různých vzdálenostech“
- 1913 Niels Bohr – zdokonalil představu Rutherforda: „elektron se může pohybovat po drahách, na nichž nevyzařuje energii, a proto také nezaniká v jádře“
- 1915 Arnold Sommerfeld – rozvinul Bohrovu teorii atomu: „elektrony se mohou pohybovat po eliptických drahách“
- 1924 Louis de Broglie – tvůrce základů vlnové mechaniky: předpoklad duality světla [světlo je proud částic a elektromagnetické vlnění] rozšířil i na hmotné částice
- 1926 Werner Heisenberg (žák Sommerfelda): „při pohybu elektronů v atomu nelze přesně stanovit polohu v určitém čase, lze jen odhadovat pravděpodobnost jeho výskytu“