

# 1/5 Atom

## Atom

- nejmenší částice hmoty (Démokritos, 5. století před naším letopočtem); je elektroneutrální; chemicky je dále nedělitelný (řecky „atomos“ = nedělitelný); atom lze rozdělit fyzikálně; atomy se liší tvarem a velikostí
- řecký atomismus: „tělesa jsou složena z konečného počtu malých nedělitelných pohybujících se částic – atomů“
- středověký atomismus: nevysvětluje vznik světa, ale jen povahu jeho prvků nebo jevů
- novověký atomismus: Galilei, Bruno, Boyle, Descartes, Newton, Diderot; aplikace atomistické teorie na fyziku a chemii: Lavoisier, Dalton, Lomonosov (1803 - J. Dalton: atomy - nejmenší, nedělitelné částice hmoty; u téhož prvku stejné, od jiných prvků odlišné; při slučování se spojuje vždy určitý počet; 1897 - J.J. Thomson: prokázal, že každý atom obsahuje záporně nabitě elektrony; 1911 - E. Rutherford: dokázal, že atom je složen z jádra a obalu (představa atomu jako sluneční soustavy, kdy jádro je Slunce a elektrony jsou planety, byla mylná)

## Části a částice atomu

- jádro: kladně nabitě protony (objevil E. Rutherford;  $p^+$ ) a neutrální (bez náboje) neutrony (objevil až v roce 1932 J. Chadwick;  $n^0$ ); jádro je asi 100 000 krát menší než obal; hmotnost jádra je řádově  $10^{-27}$  až  $10^{-25}$  kg; (hmotnost protonů je  $1,673 \cdot 10^{-27}$  kg; neutrony jsou nepatrně těžší než protony [hmotnost  $1,675 \cdot 10^{-27}$  kg]; poloměr  $10^{-15}$  až  $10^{-14}$  m
- obal: záporně nabitě elektrony (objevil Thomson;  $e^-$ ; hmotnost  $9,109 \cdot 10^{-31}$  kg); ve vrstvách kolem jádra; chemických reakcí se účastní  $e^-$  v poslední vrstvě - nejdále od jádra s nejvyšší energií a označením „valenční“; elektrony nejbližší k jádru mají nejmenší energii; hmotnost obalu je vůči jádru prakticky zanedbatelná (elektrony jsou téměř 2000· lehčí než protony nebo neutrony); ovlivňují chemické vlastnosti prvků - rozhodují o (ne)uskutečnění chemické reakce; všechny elektrony v téže vrstvě mají přibližně stejnou energii, ale odlišnou od energie jiných vrstev; elektrony mohou přecházet do jiných vrstev, jestliže přijmou (uvolní) energii
- orbital: prostor v atomu, kde se s největší pravděpodobností a nejčastěji (t.j. v 99 % času) vyskytuje elektron
- počet protonů (+) v jádře je stejný jako počet elektronů (-) v obale  $\Rightarrow$  atom je elektroneutrální

## Charakteristika atomu určitého prvku, izotopy

- atom charakterizuje a) chemická značka, b) název, c) protonové číslo [počet protonů, zároveň i počet elektronů a pořadí prvku v PSP; značí se  $Z$ , píše se vlevo dolů ke značce prvku  ${}_Z X$ ]; d) hmotnostní - nukleonové číslo [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  ${}^A X$ ]; e) neutronové číslo [počet neutronů v jádře, značí se  $N$ ]
- izotopy: atomy téhož prvku; mají stejné  $Z$  (stejný počet protonů a tedy i elektronů), mají různé  $A$  (různý počet neutronů); mají stejné chemické vlastnosti, ale odlišné fyzikální vlastnosti; většina prvků je složena z více izotopů (např. vodík je tvořen ze 3 izotopů  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$ )

## Radioaktivita, záření, rozpady, jaderná energie

- radioaktivita je vlastnost mnoha prvků zářit bez vnějšího působení energie a měnit se na jiné; spočívá na nestabilitě jádra atomu (přebytek  $p^+$  a  $n^0$ ); přirozená radioaktivita byla objevena 1896 H. Becquerelem v uranu
- radioaktivní záření je energeticky bohaté záření při radioaktivním rozpadu; může být tvořeno z paprsků  $\alpha$  (je tvořeno kladně nabitými jádry  $\text{He} - 2 p + 2 n$ ; má malý dosah; zneškodní ho tenká hliníková fólie nebo papír),  $\beta$  (je tvořeno proudem elektronů [ $\beta^-$ ] nebo kladně nabitými pozitrony [ $\beta^+$ ]; je pronikavější než záření  $\alpha$ ),  $\gamma$  (elektromagnetické vlnění s vysokou energií a velmi krátkou vlnovou délkou, podobné vlastnosti a užití jako rtg záření, je velmi pronikavé, pohltí je např. silnější olověná deska)
- poločas rozpadu: doba potřebná k tomu, aby se rozpadla právě polovina původního množství daného radioaktivního prvku (může to být zlomek sekundy až několik tisíc let - např.  ${}^{212}\text{Po}$  má poločas rozpadu  $3 \cdot 10^{-7}$  sekundy,  ${}^{238}\text{U}$  má poločas rozpadu 4,5 miliardy let,  ${}^{232}\text{Th}$  má dokonce poločas rozpadu téměř 14 miliard let (pomocí obsahu radioaktivního uhlíku  ${}^{14}\text{C}$  se např. určuje stáří některých látek)
- rozpad alfa: u prvků s velkými jádry se  $Z > 82$ ; jádro se mění na menší, snižuje se hodnota  $A$  i  $Z$ ; protonové číslo se snižuje o 2, hmotnostní číslo o 4 jednotky:  ${}^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$  (částice  $\alpha$ )
- rozpad beta:  $A$  se nemění,  $Z$  se o 1 (u  $\beta^-$ ) zvyšuje nebo (u  $\beta^+$ ) snižuje; emitují se elektrony nebo pozitrony; hmotnostní číslo zůstává zachováno; a) [ $\beta^-$ ] (beta minus) -  ${}^{14}_6\text{C} \longrightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$  (elektron); neutron v jádře se mění na proton a elektron ( ${}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^1_1\text{p} + {}^0_{-1}\text{e}$ ); jádro vzniklé rozpadem beta minus má o 1 proton více, b)  $\beta^+$  (beta plus):  ${}^{30}_{15}\text{P} \longrightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^0_1\text{e}$  (pozitron); proton se mění na neutron a pozitron (pozitron velmi rychle opouští jádro a zaniká);  ${}^1_1\text{p} \longrightarrow {}^0_1\text{e} + {}^1_0\text{n}$
- rozpad gama: u prvků s velkými jádry se  $Z > 82$ ; jádro vysílá elektromagnetické vlny, které mají frekvenci ležící obecně nad rentgenovým zářením (bez změny atomového a hmotnostního čísla; doprovází  $\alpha$  a  $\beta^+$ )
- jaderná energie: energie uvolňující se při jaderných reakcích; získává se štěpením těžkého jádra na dvě nebo více jader lehčích nebo jaderným slučováním několika lehkých jader na jádro těžší (výroba elektrické energie a tepla)
- jaderná (atomová) elektrárna: zařízení k získání elektrického proudu nebo tepla uvolněním energie jaderného štěpení (první elektrický proud z jaderné elektrárny byl vyroben v USA dne 20.12.1951; jedna z dnes největších jaderných elektráren je Fukušima v Japonsku s 10 reaktorovými bloky a s celkovým výkonem 8815 MW; v ČR jaderná energie 31 %; největší podíl vyrobené jaderné energie je ve Francii)

## Úkol

Zopakujte si názvy a značky prvků B skupin ze 4. řady (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn)