

# Atomové jádro, elektronový obal

# Atomové jádro

- ▶ Atomové jádro je tvořeno protony a neutrony
- ▶ Prvek je látka skládající se z atomů se stejným počtem protonů
- ▶ Nuklid je systém tvořený prvky se stejným počtem neutronů
- ▶ Izotopy jsou atomy prvku s různým počtem neutronů
  - ▶  ${}^12_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{15}_7\text{N}$
- ▶  ${}^A_Z\text{X}$ 
  - ▶ A - nukleonové číslo - počet nukleonů (protonů a neutronů) v jádře
  - ▶ Z - protonové číslo - počet protonů v jádře
- ▶ **Relativní atomová hmotnost** je dána hmotnostním poměrem atomových hmotností jednotlivých izotopů prvku.
- ▶ Chlor:  ${}^{35}\text{Cl}$  (75,529 %),  ${}^{37}\text{Cl}$  (24,471 %)
- ▶  $Ar(\text{Cl}) = w({}^{35}\text{Cl}) \cdot A({}^{35}\text{Cl}) + w({}^{37}\text{Cl}) \cdot A({}^{37}\text{Cl}) =$   
 $0,75529 \cdot 34,97 + 0,24471 \cdot 36,97 = 35,45$

# Stabilita atomových jader

- ▶ Na stabilitu má vliv velikost vazebné energie jádra a poměr mezi počtem protonů a neutronů. U lehkých jader je poměr zhruba 1:1, se vzrůstajícím protonovým číslem dochází ke zvyšování přebytku neutronů
- ▶ Vazebná energie je energie, která se uvolní při vzniku jádra z volných nukleonů
- ▶ Nejvíce stabilních jader má protonové i neutronové číslo sudé, např.  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ , ...
- ▶ Naopak kombinace lichého protonového a neutronového čísla je u stabilních jader vzácná, známe pouze čtyři:  $^1_1\text{H}$ ,  $^6_3\text{Li}$ ,  $^{10}_5\text{B}$  a  $^{14}_7\text{N}$

# Radioaktivní rozpady

- ▶ Pokud je v jádru nadbytek neutronů nebo protonů, jádro se přemění na stabilnější.
  - ▶  $\alpha$  rozpad - rozpad charakteristický pro těžší jádra, dojde k uvolnění  $\alpha$ -částice (jádro  ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ), vzniklé jádro má protonové číslo menší o 2 a nukleonové o 4
  - ▶  ${}^{226}_{88}\text{Ra} \longrightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$
  - ▶ V případě nadbytku neutronů může dojít k rozpadu neutronu na proton a elektron, během přeměny se uvolňuje částice  $\beta^-$  ( ${}^0_{-1}e^-$ )
  - ▶  ${}^{32}_{15}\text{P} \longrightarrow {}^{32}_{16}\text{S} + {}^0_{-1}e$
  - ▶ V případě nadbytku protonů může dojít k rozpadu protonu na neutron a pozitron, během přeměny se uvolňuje částice  $\beta^+$  ( ${}^0_{+1}e^+$ )
  - ▶  ${}^{11}_6\text{C} \longrightarrow {}^{11}_5\text{B} + {}^0_{+1}e$
  - ▶ Nadbytek protonů v jádře může být kompenzován i pomocí *elektronového zachytu*, kdy proton pohltí elektron a vznikne neutron
  - ▶  ${}^7_4\text{Be} + {}^0_{-1}e \longrightarrow {}^7_3\text{Li}$

- ▶ **Poločas rozpadu** - doba, za kterou dojde k rozpadu poloviny jader v systému
- ▶ Pravděpodobnostní veličina
- ▶ Charakteristika nestabilních jader, pohybuje se od zlomků sekund až po milióny let
- ▶  $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$
- ▶  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$
- ▶  $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \ln 2$ 
  - ▶  $N$  - počet částic
  - ▶  $N_0$  - počet částic na počátku
  - ▶  $\lambda$  - rozpadová konstanta
  - ▶  $\tau$  - doba života jádra -  $\tau = \frac{1}{\lambda}$

# Elektronový obal

- ▶ Elektrony vázané k atomovému jádru
- ▶ Elektronový obal tvoří asi 0,01 % hmotnosti atomu, ale tvoří většinu jeho objemu
- ▶ Poloměr elektronového obalu je řádově  $10^{-10}$  m
- ▶ Elektrony vykazují dualitu chování, v důsledku Heisenbergova principu neurčitosti nelze přesně určit polohu elektronu v atomu, proto popisujeme pouze pravděpodobnost výskytu elektronu
- ▶ Počet elektronů v obalu atomu (elektroneutrální částice) je shodný s počtem protonů v jádře
- ▶ Elektrony se v obalu pohybují v prostoru vymezeném řešením Schrödingerovy rovnice, tento prostor označujeme jako **atomový orbital**
- ▶ **Valenční elektrony** - elektrony v poslední zaplněné slupce obalu, účastní se chemických dějů

- ▶ Elektron v atomu můžeme popsat čtyřmi kvantovými čísly
  - ▶ Hlavní kvantové číslo ( $n$ ) - popisuje příslušnost orbitalu do elektronové slupky – velikost orbitalu. Nabývá hodnot větších než 0.
  - ▶ Vedlejší kvantové číslo ( $l$ ) - popisuje tvar orbitalu. Často se používá označení pomocí písmen: s, p, d, f, g, h, ... Nabývá hodnot v intervalu  $\langle 0, n - 1 \rangle$ .
  - ▶ Magnetické kvantové číslo ( $m$ ) - popisuje prostorovou orientaci orbitalu. Nabývá hodnot v intervalu  $\langle -l; l \rangle$ .
  - ▶ Spinové kvantové číslo ( $s$ ) - nepopisuje orbital, ale spin elektronu v orbitalu. Nabývá hodnot  $\pm \frac{1}{2}$ .
- ▶ **Pauliho princip vylučnosti** - v atomu nemohou existovat dva elektrony, které by měly shodná všechna čtyři kvantová čísla, musí se lišit alespoň spinem, tzn. že do jednoho atomového orbitalu se vejdou maximálně dva elektrony.
- ▶ **Výstavbový (Aufbau) princip** - elektrony zaplňují orbitály od energeticky nejnižších. První jsou zaplňovány volné orbitály s nejnižším součtem  $n+l$ .

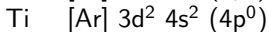
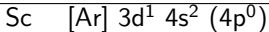
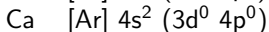
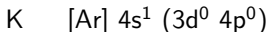
# Elektronová konfigurace

- ▶ Popisuje zaplnění atomových orbitalů elektrony
- ▶ Orbitaly jsou zaplňovány v pořadí: 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p
- ▶ d-orbitaly se zaplňují až po zaplnění s-orbitalu s hlavním kvantovým číslem  $(n+1)$ , např. 3d orbital se začne plnit až po 4s
- ▶ Zápis elektronové konfigurace: C:  $1s^2 2s^2 2p^2$ ; P:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
- ▶ Zkrácený zápis elektronové konfigurace: C:  $[\text{He}] 2s^2 2p^2$ ; P:  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$
- ▶ U nepřechodných prvků (s a p blok PSP) je zaplňování orbitalů dáno jejich energetickým pořadím. Sb:  $[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^3$
- ▶ U přechodných (d blok) a vnitřně přechodných (f blok) prvků nacházíme výjimky a nepravidelnosti v pořadí zaplňování orbitalů



# Elektronová konfigurace

## ► Změna pořadí energetických hladin



## ► Vyšší stabilita zcela zaplněných d-orbitalů

- U prvků 6. a 11. skupiny dochází k přeskoku jednoho elektronu z orbitalu s do orbitalu d, tím vzniká konfigurace se zcela nebo zcela zaplněným d-orbitalem.
- Cr:  $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$
- Cu:  $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$
- U f-prvků (lanthanoidy a aktinoidy) je elektronová konfigurace  $(n-2)f^{1-14}(n-1)d^{0-1}ns^2$
- Gd:  $[\text{Xe}] 4f^7 5d^1 6s^2$
- U:  $[\text{Rn}] 5f^3 6d^1 7s^2$