

# 1/6 Kvantová čísla, elektrony, řešení příkladů

## Kvantová čísla

- hlavní kvantové číslo - „n“: píše se arabskou číslicí před písmenem typu orbitalu - např. 1s, 2p; vyjadřuje velikost orbitalu a příslušnost elektronů k vrstvě (n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 - pro vrstvy K, L, M, N, O, P, Q)
- vedlejší kvantové číslo - „l“ (el): určuje tvar orbitalu (s,p,d,f - hodnoty 0,1,2,3); pro orbital „s“ (sharp = ostrý) = koule; pro orbital „p“ (principal = hlavní) = prostorová osmička; je 3× degenerovaný; pro orbital „d“ (diffuse = difuzní); je 5× degenerovaný; pro orbital „f“ (fundamental = základní); je 7× degenerovaný; „l“ = 0 až n-1 [0 ≤ l ≤ (n - 1)], pro K: „l“ = 0 pro L: „l“ = 0, „l“ = 1, pro M: „l“ = 0, „l“ = 1, „l“ = 2... (orbitaly se stejnou hodnotou „l“ mají stejný tvar ve všech vrstvách, jejich rozměry se zvětšují s rostoucím „n“: n = 1 → malá koule, n = 2 → větší koule...); počet elektronů v orbitalech se zapisuje exponentem n typu orbitalu - např. s<sup>1</sup>p<sup>6</sup>d<sup>8</sup>
- magnetické kvantové číslo - „m“: charakterizuje orientaci orbitalů k souřadné soustavě - vyjadřuje orientaci orbitalu v prostoru; hodnoty v intervalu ± „l“ [- „l“ ≤ m ≤ + „l“], [2] „l“ = 0 → m = 0, „l“ = 1 → m = -1, 0, +1, „l“ = 2 → m = -2, -1, 0, +1, +2...
- spinové kvantové číslo - „s“: popisuje stav elektronu v atomu, smysl rotace; v každém orbitalu mohou současně existovat vždy jen dva elektrony, které se liší hodnotou „s“ → s = + $\frac{1}{2}$ , - $\frac{1}{2}$ ; kterékoliv dva orbitaly v témže atomu se vzájemně liší tvarem nebo polohou v prostoru ⇒ liší se alespoň jedním z kvantových čísel „n, l, m“ (kterékoliv dva elektrony určitého atomu se liší hodnotou alespoň jednoho ze 4 kvantových čísel)
- každý orbital může obsahovat max 2 elektrony (s opačným spinem) ⇒ Pauliho princip vylučnosti (1925): „v každém atomu je souborem 4 hodnot různých kvantových čísel určen stav vždy jen jediného elektronu“

## Elektronové uspořádání atomu a jeho zápis

- počet elektronů v orbitalech se zapisuje formou exponentu za písmeno, které vyjadřuje typ orbitalu (s, p, d, f): 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>5</sup> ⇒ (celkem 9 elektronů) - 2 elektrony v 1s, 2 elektrony v 2s a 5 elektronů v 2p; znázornění pomocí rámečků a šipek: s - obsahuje max 2 elektrony 

--	--

 (s-prvky - I.A a II.A skupina), p - max 6 elektronů 

--	--	--	--	--	--

 (p-prvky - III.A až VIII.A skupina), d - max 10 elektronů 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 (d-prvky - 10 vedlejších skupin), f - max 14 elektronů 

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 (f-prvky - lanthanoidy a aktinoidy)
- postupné obsazování orbitalů (podle 3 pravidel): 1. Pauliho princip vylučnosti („v jednom orbitalu mohou být maximálně dva elektrony, které se liší hodnotou spinového kvantového čísla“; orbital může být neobsazený - prázdný 

--

, nebo částečně obsazený 

↑
---

 nebo plně obsazený dvojicí elektronů - elektronovým párem 

↑↓
----

); 2. výstavbový systém („orbitaly s nižší energií jsou obsazovány dříve než orbitaly s energií vyšší“; pořadí obsazování: 1s → 2s → 2p → 3s → 3p → 4s → 3d → 4p → 5s → 4d → 5p → 6s → 4f → 5d → 6p → 7s → 5f → 6d), 3. Hundovo (handovo) pravidlo („v degenerovaných orbitalech [p, d, f] vznikají elektronové páry teprve po obsazení všech těchto orbitalů nespárovaným elektronem“ [nejdříve se zaplní každý 

--

 1 elektronem - jednou „šipkou“, pak se doplňuje do celkového počtu druhá „šipka“ opačně orientovaná] - např. 3p<sup>3</sup>: 

↑	↑	↑
---	---	---

, !!! nelze zapisovat: 

↑↑	↑	
----	---	--

 ani 

↑↓	↑	
----	---	--

)

## Příklady na izotopy a jejich řešení

- Zdůvodněte, zda jde (nejde) o izotopy: a) 1. prvek má A = 201, Z = 80; 2. prvek má 80 neutronů a 121 protonů, b) 1. prvek má 122 nukleonů, 71 neutronů; 2. prvek má 51 elektronů a 51 protonů, c) 1. prvek má 83 elektronů, 126 neutronů; 2. prvek má 126 nukleonů, 53 protonů. Řeší se dle definice (izotopy jsou atomy téhož prvku se stejným počtem protonů a tedy i elektronů a odlišným počtem neutronů; izotopy mají stejné Z, liší se v A): a) 1. prvek má Z = 80, 2. prvek má Z = 121 ⇒ nejsou to izotopy (nemají stejný počet p), b) 1. prvek má Z = (122 - 71) = 51, 2. prvek má Z = 51 ⇒ jsou to izotopy (mají stejný počet p), c) 1. prvek má Z = 83, 2. prvek má Z = 53 ⇒ nejsou to izotopy (nemají stejný počet p)
- Jde o izotopy? a) 1. prvek má hmotnostní číslo 195 a protonové 78, 2. prvek má 117 neutronů a 78 elektronů, b) 1. prvek má 48 nukleonů a 22 protonů, 2. prvek má hmotnostní číslo 48 a 25 neutronů. Řešení: a) 1. prvek: Z = 78, 2. prvek: Z = 78 ⇒ nejde o izotopy (oba prvky mají stejný počet protonů i nukleonů - jde o 2 stejné prvky), b) 1. prvek: Z = 22, 2. prvek: Z = 48 - 25 = 23 ⇒ nejde o izotopy (prvky mají odlišný počet protonů).

## Příklady na rozpady a jejich řešení

- Napište rovnice rozpadů: a) [β<sup>-</sup>] u křemíku s A = 30 a Z = 14, b) [β<sup>+</sup>] u křemíku s A = 30 a Z = 14, c) [α] u prvku s A = 94 a Z = 86. Řešení: a)  ${}_{14}^{30}\text{Si} \longrightarrow {}_{15}^{30}\text{P}$ , b)  ${}_{14}^{30}\text{Si} \longrightarrow {}_{13}^{30}\text{Al}$ , c)  ${}_{86}^{94}\text{Pu} \longrightarrow {}_{84}^{90}\text{Po} + {}_2^4\text{He}$
- Napište rozpad: a) [α] u  ${}_{92}^{235}\text{U}$ , b) [β<sup>-</sup>] u  ${}_{7}^{14}\text{N}$ , c) [β<sup>+</sup>] u  ${}_{16}^{32}\text{S}$ . Řešení: a)  ${}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_{90}^{231}\text{Th}$ , b)  ${}_{7}^{14}\text{N} \longrightarrow {}_{8}^{14}\text{O} + \text{elektron}$ , c)  ${}_{16}^{32}\text{S} \longrightarrow {}_{15}^{32}\text{P} + \text{pozitron}$

## Příklady na rozpis elektronů a kvantová čísla a jejich řešení

- Napište elektronovou konfiguraci prvku s protonovým číslem: a) Z = 33, b) Z = 77. Řešení: a) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>4p<sup>3</sup>, b) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>3d<sup>10</sup>4p<sup>6</sup>5s<sup>2</sup>4d<sup>10</sup>5p<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>4f<sup>14</sup>5d<sup>7</sup>
- Určete hodnoty vedlejšího kvantového čísla, je-li hlavní kvantové číslo 4. Řešení: n = 4 ⇒ „l“ = 0, 1, 2, 3.
- Zapište pomocí hlavních a vedlejších kvantových čísel orbital: a) 2p má 4 elektrony, b) 5f má 10 elektronů, c) 6s má 1 elektron. Řešení: a) 2p<sup>4</sup>, b) 5f<sup>10</sup>, c) 6s<sup>1</sup>.

## Úkol

Zopakujte si názvy a značky prvků B skupin z 5. řady (Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd)