



Výnimočné školy

Lucia Máhriková

Atóm

ATÓM

Pracovný list

1. Atómová hmotnosť

Atómy majú extrémne malú hmotnosť a častice, z ktorých sú zložené majú logicky ešte oveľa menšie hmotnosti. Od roku 1920 je možné takéto miniatúrne hmotnosti odmerať pomocou prístroja, ktorý sa nazýva hmotnostný spektrometer. Napríklad bola takto odmeraná hmotnosť atómu fluóru ${}_{9}\text{F}$: $3,155 \times 10^{-23}$ g. Jednotky hmotnosti, ktoré bežne používame (ako gram) nie sú adaptované na prácu s extrémne malými hmotnosťami atómov. Bolo preto potrebné definovať inú, racionálnejšiu jednotku hmotnosti atómov. Túto jednotku nazvali **atómová hmotnostná jednotka** s označením **u**. Chemici totiž zistili, že je užitočnejšie porovnávať relatívne hmotnosti atómov pomocou tzv. **referenčného izotopu**. Zvoleným referenčným izotopom bol uhlík-12 ${}^{12}_{6}\text{C}$. Tento izotop uhlíka s nukleónovým číslom $A=12$ má vo svojom jadre 6 protónov a 6 neutrónov a jeho hmotnosť bola pevne stanovená na 12 u. Vyplýva z toho, že hmotnosť jedného protónu alebo neutrónu je asi $\frac{1}{12}$ hmotnosti uhlíka-12 alebo asi 1 u.

Niektoré prvky sa v prírode vyskytujú vo viacerých izotopoch. Každý izotop prvku má svoju pevnú hmotnosť a percento **zastúpenia v prírode**. Napríklad prvok chlór ${}_{17}\text{Cl}$ sa v prírode vyskytuje v dvoch izotopoch: chlór-35 a chlór-37. V periodickej tabuľke je udaná atómová hmotnosť chlóru 35,45 u. Prečo nie je v tabuľke hmotnosť chlóru rovná hodnote 36 u (ako priemer čísla 35 a 37)? Táto skutočnosť sa vysvetľuje tak, že každý izotop má rozdielne zastúpenie v prírode (na Zemi). Zatiaľ čo percento zastúpenia v prírode chlóru-35 je 75,76%, zastúpenie chlóru-37 je len 24,24%. Inými slovami, zo 4 atómov chlóru na Zemi je jeden chlór-37 a tri sú chlór-35. Atómy chlóru-35 sa vyskytujú v prírode častejšie, a preto atómová hmotnosť udaná v tabuľke odráža túto skutočnosť a jej hodnota je bližšie ku číslu 35.

Atómová hmotnosť prvku sa dokonca dá **vypočítať** pomocou percentuálnych zastúpení v prírode. Relatívna atómová hmotnosť sa rovná súčtu súčinov percentuálnych zastúpení a hmotností jednotlivých izotopov.

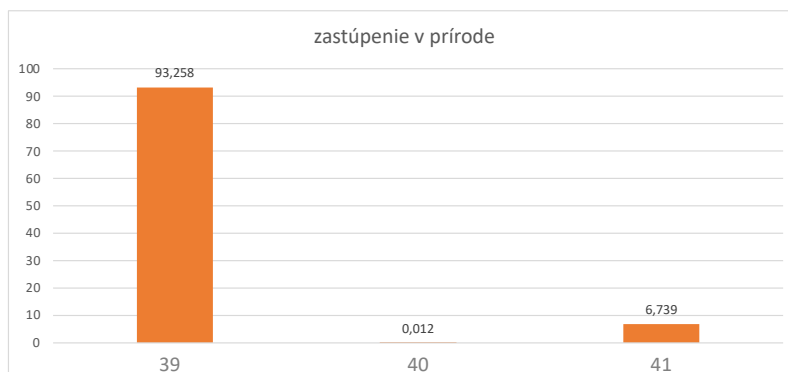
$$\text{Relatívna atómová hmotnosť} = \sum_{i=1}^n (\text{zastúpenie v prírode} \times \text{hmotnosť izotopu})$$

Symbol \sum vyjadruje súčet (sumu). Aplikujeme teraz predchádzajúcu rovnicu na výpočet relatívnej atómovej hmotnosti chlóru a overíme, či prideme k rovnakej hodnote hmotnosti (35,45 u).

$$\begin{aligned} \text{Relatívna atómová hmotnosť chlóru} &= (0,7576 \times 35 \text{ u}) + (0,2424 \times 37 \text{ u}) \\ &= 26,51 \text{ u} + 8,968 \text{ u} \\ &= 35,48 \text{ u} \end{aligned}$$

Výsledok 35,48 sa máličko líši od 35,45, a to z toho dôvodu, že hmotnosti izotopov sú v skutočnosti čísla zložitejšie: 34,969 u pre chlór-35 a 36,966 u pre chlór-37, ktoré sme si ale pre jednoduchosť počítania zaokrúhlili.

- a. **Vypočítajte** relatívnu atómovú hmotnosť draslíka na základe údajov o zastúpení jeho izotopov v prírode.

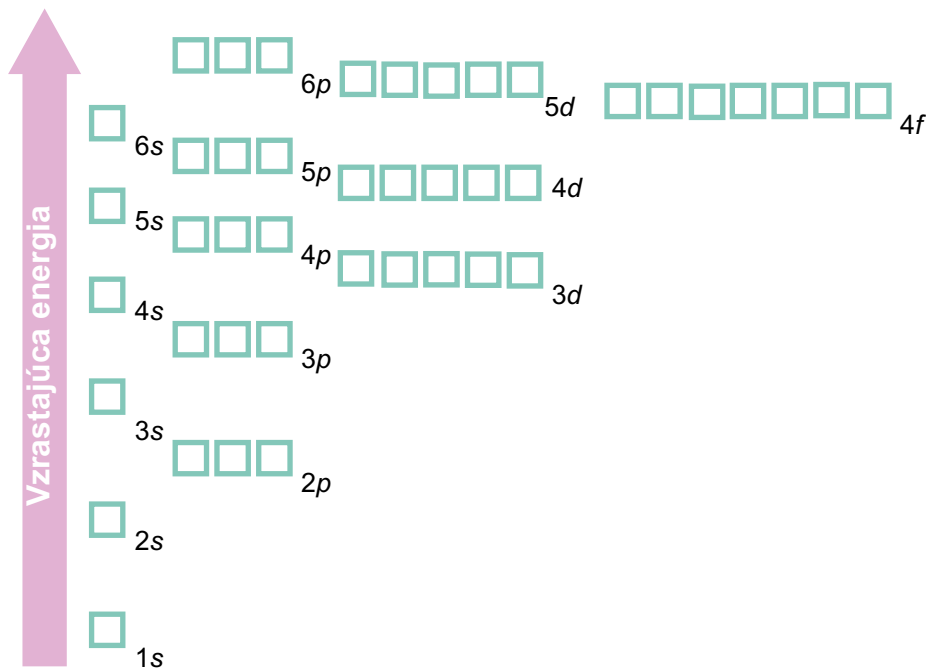


b. **Doplňte** nasledujúcu tabuľku a zistite o aké prvky sa jedná:

	Z	A	p ⁺	n ⁰	e ⁻
1	9			10	
2		14		7	
3				21	20
4	13	27			
5		56	26		

2. Elektrónová konfigurácia

Atómové orbitály znázorňujeme graficky zjednodušene ako prázdne štvorčeky. Každý orbitál má svoju energetickú hladinu a energetickú podhladinu so špecifickým tvarom (guľa, činka,...). Podľa počtu priestorových orientácií má každý orbitál (s,p,d,f) pridelený počet štvorčekov (s má jeden, p má tri štvorčeky,...). Podľa **výstavbového princípu** elektróny zaplňajú najskôr hladiny s nižšou energetickou hodnotou. Nasledujúci diagram znázorňuje hodnoty energie orbitálov:



a. **Napište** poradie orbitálov podľa vzrastajúcej energie :

1s 2s

b. Podľa **Pauliho vylučovacieho princípu** sa v jednom orbitále nachádzajú maximálne 2 elektróny, ktoré majú opačný spin. Značíme ich šípkami s opačnými smermi ↑ a ↓. **Nakreslite** do nasledujúceho orbitálu **s** 2 elektróny.



- c. Aký maximálny počet elektrónov sa zmestí do orbitálov p? _____
- d. Aký maximálny počet sa zmestí do orbitálov d? _____
- e. Podľa **Hundovho pravidla** elektróny obsadzujú orbitály tej istej energie takým spôsobom, že najskôr sa zaplnia všetky orbitály elektrónmi s rovnakým spinovým číslom (rovnako smerujúca šípka hore). **Naplňte** nasledujúce p orbitály 3 elektrónmi:

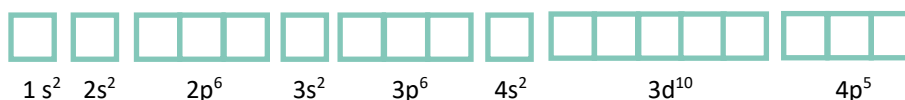


- f. **Naplňte** nasledujúce p - orbitály piatimi elektrónmi:



- g. Koľko má atóm brómu ${}_{35}\text{Br}$ elektrónov? _____

- h. **Rozdeľte** tieto elektróny do jednotlivých orbitálov podľa troch pravidiel elektrónovej konfigurácie:



- i. **Zapíšte** elektrónovú konfiguráciu aniónu chlóru.

- j. **Zapíšte** skrátenú elektrónovú konfiguráciu vápnika.

- k. **Zapíšte** skrátenú elektrónovú konfiguráciu síry.

- l. **Zapíšte** elektrónovú konfiguráciu kationu sodíka

Výsledky:
 1. a. 39, 07 u; b. 1. f, 2. N, 3. Ca, 4. Al, 5. Fe 2. a. 1s²2p³3s³3p⁴3d⁴4p⁵... c. 6, d. 10, g. 35, h. posledný p orbitál má len jednu šípku.
 i. 3s²3p⁶; j. [Ar]4s²; k. [Ne]3s²3p⁴; l. 2s²2p⁶