

OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV 2024

olympiáda
mladých
vedcov www.ijso.sk

KVALIFIKÁCIA NA CELOŠTÁTNE KOLO OLYMPIÁDY MLADÝCH VEDCOV

Experimentálna úloha

Podporujú nás:



Nadácia Dionýza
Ilkoviča

1 Batéria z citrónu

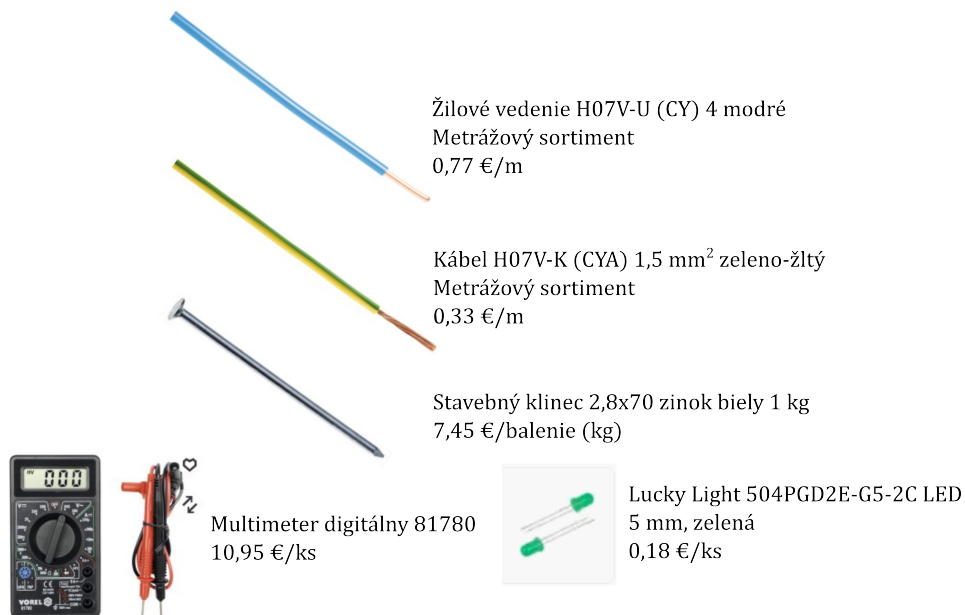
V ostatnom čase sa najmä v súvislosti s elektromobilitou veľa hovorí o elektrických batériách. V tejto časti sa oboznámime s ich princípom. Jednoduchú batériu vieme totiž urobiť aj pomocou citrusových plodov (napríklad citrónov). V nasledujúcom experimente si postavíte jednoduchú batériu, odmeriate jej napätie a zistíte, aký najväčší prúd z nej dokážete odoberať. Zapojením viacerých takýchto batérií za sebou (do série) dokážete získať dostatok energie na rozsvietenie LED.

Čo budete potrebovať?

- Asi 1 m hrubého medeného drôtu, napr. CY 4mm². Po odstránení izolácie získate čistý medený vodič.
- Asi 0.5 m medeného lanka, napr. CYA 1,5mm². Po odstránení izolácie získate dostatok tenkých medených prepojovacích vodičov.
- Asi 10 ks hrubších pozinkovaných klincov (majú v názve „zinok“, „Zn“ alebo „biely“). Klince sa predávajú aj po kusoch „na váhu“ (viď obrázok 1).
- Multiméter (buď si požičajte od učiteľa, alebo sa dá zohnať zo zdroja na obrázku).
- Malá signálna LED dióda (priemer cca 5 mm) zelenej, žltej alebo červenej farby.
- Kliešte.

Pracovný postup

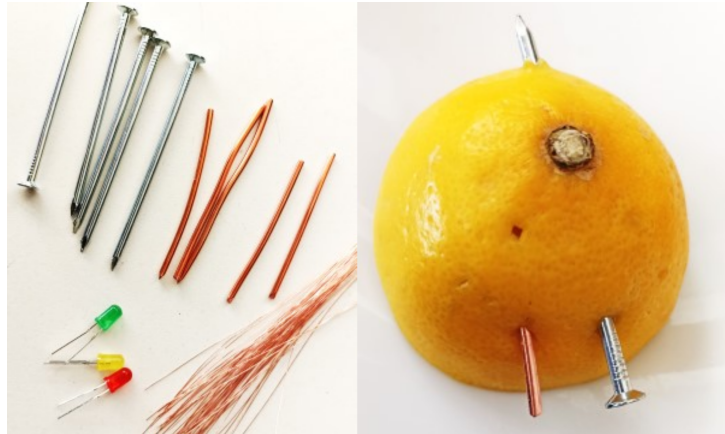
1. Kliešťami si odstrihnite z hrubého medeného drôtu niekoľko kúskov o dĺžke asi 5 až 7 cm a stiahnite z neho izoláciu.
2. Z medeného lanka odstrihnite kúsok o dĺžke asi 20 cm a stiahnite z neho izoláciu, čím získate tenké medené drôtičky (obr. 2).
3. Do kúska citrusového plodu zapichnete (alebo ho prepichnete) vedľa seba hrubý medený drôt a pozinkovaný klinec. Dajte pozor, aby sa drôt a klinec navzájom nedotýkali (obr. 2).



Obr. 1: Pomôcky potrebné na zostavenie batérie z citrónu

4. Zmerajte multimetrom napätie medzi medeným vodičom a pozinkovaným klincom. **Urobte fotografiu vašej batérie aj s pripojeným multimetrom, ktorý ukazuje napätie batérie. Do odpovedového hárku zapíšete namerané napätie na nezaťaženej batérii (tzv. napätie naprázdno).**

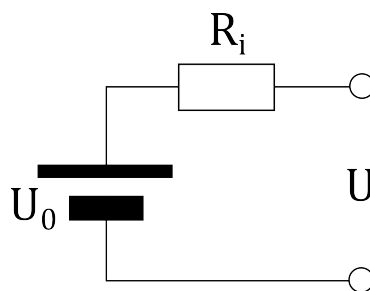
5. Z batérie nedokážete odoberať ľubovoľne veľký prúd. Príčinou je, že elektrický obvod sa v batérii uzatvára pomocou pohybujúcich sa iónov v elektrolyte - citrónovej šťave, pričom citrusová šťava je oveľa horším vodičom, než kovy. Rovnaký efekt však majú všetky elektrochemické zdroje napätia (batérie). Maximálny prúd, ktorý dokážete z našej batérie získať, viete odmerať tak, že na jej svorky (v našom prípade medený vodič a kliniec) priamo pripojíte ampérmeter (multimeter prepnete na meranie prúdu). Pripravte sa na to, že hodnoty prúdu budú malé (cca 1 mA). **Zaznamenajte hodnoty tohto tzv. prúdu nakrátko od okamihu pripojenia v čo najkratších časových intervaloch až po čas pripojenia asi 30-60 s a namerané hodnoty zapíšete do tabuľky v odpovedovom hárku a nakreslite z nich graf závislosti prúdu nakrátko od času.** Keďže hodnoty potrebujete zaznamenávať veľmi rýchlo (aspoň každé 3 sekundy), tak v prípade, že nemáte pomocníka, je lepšie nahrávať svoj hlas do záznamníka (napríklad v smartfóne) a neskôr si zvukový záznam postupne po častiach prehrávať a zapisovať čas a hodnotu prúdu do tabuľky. Taktiež mô-



Obr. 2: Názorná ukážka zostavenia batérie z pomaranča

žete svoje meranie zaznamenať ako video a hodnoty z neho následne odpísať.

6. Z grafu určte približnú hodnotu „ustáleného“ prúdu nakrátko (po asi po 20 - 30 sekundách sa prúd s časom mení už iba pomaly). **Hodnotu „ustáleného“ prúdu nakrátko zapíšte do odpoveďového hárku. Urobte fotografiu zapojenia, v ktorom meriate skratový prúd.**
7. Pokles svorkového napätia batérie pri odoberaní prúdu sa dá opísať nasledujúcou schémou a vzťahom (obr. 3), kde U_0 je napätie naprázdno, I je odoberaný prúd a U je napätie na svorkách batérie a R_i je tzv. vnútorný odpor batérie. **Z nameranej hodnoty napätia naprázdno a z „ustálenej“ hodnoty prúdu nakrátko vypočítajte „ustálenú“ hodnotu vnútorného odporu a zapíšte ju do tabuľky v odpoveďovom hárku.** Veľkosť vnútorného odporu závisí od viacerých parametrov, ako napríklad typ elektród, typ a koncentrácia elektrolytu (roztoku), plocha elektród ponorená do roztoku a vzdialenosť elektród.



Obr. 3: Schéma batérie z citróna

$$U = U_0 - R_i I$$

8. Pomocou nameranej hodnoty napätia naprázdno a vypočítanej „ustálenej“ hodnoty vnútorného odporu nakreslite graf závislosti svorkového napätia vašej batérie od odoberaného prúdu.
9. Vaša LED by svietila plným jasom, ak by ňou prechádzal prúd asi 10 až 20 mA. Aby ste videli svetlo LED aspoň v prítmí, musí ňou tiecť prúd aspoň 0.1 mA. Zgrafu určite približne hodnoty svorkového napätia vašej batérie pri tomto prúde. Hodnotu zapíšete do odpovedového hárku.
10. Koľko takýchto citrusových batérií by ste potrebovali zapojiť za sebou (do série), aby výsledné napätie postačovalo na rozsvietenie LED prúdom 0.1 mA ak viete, že napätie na svietiacej LED je približne 2 V? **Výsledok zapíšete do odpovedového hárku.**
11. Zostavte takýto (alebo radšej väčší) počet batérií a pomocou tenkých medených vodičov ich zapojte do série (za sebou). Aby ste dosiahli dobrý elektrický spoj, tenký drôtik pevne omotajte okolo hrubého medeného drôtu a klinca. Podobne pripojte jeden vývod LED k poslednej batérii. Všimnite si, že jeden z vývodov LED je dlhší – naň treba pripojiť (+) pól batérie. Tiež si môžete všimnúť, že plastové puzdro LED je pri jednom z vývodov jemne zbrúsené (rovné) – na tento vývod treba priviesť (–) pól batérie. Ten však nepripájajte napevno, ale iba sa krátko dotýkajte batérie, čím by mala LED blikať a jej svetlo bude ľahšie rozpoznateľné. **Urobte fotografiu celej zostavy.**

Upozornenie: plocha medzi batériami musí byť suchá a ani batérie sa nesmú navzájom dotýkať inak, než prepojovacími vodičmi, inak bude prúd tiecť aj inými cestami a cez LED potečie iba časť z neho.

Výpočty a doplňujúce otázky

- a) Ktorá elektróda citrusovej batérie je kladná?
- b) Odkiaľ sa berie energia potrebná na rozsvietenie LED? Pomôcka: dobre si prezrite povrch elektród po skončení experimentu.
- c) Odkiaľ (akou reakciou) sa berú elektróny na zápornej elektróde, ktoré tvoria vonkajší prúd?
- d) Kam „miznú“ elektróny z kladnej elektródy?

e) Ako by ste váš experiment upravili, aby LED svietila jasnejšie? Napíšte viac námetov.

2 Stanovenie kyseliny citrónovej v citrusových plodoch

V našich domácnostiach môžeme bežne nájsť veľké množstvo rôznych kyselín a zásad, a to v kuchyni aj medzi čistiacimi prostriedkami. Kyseliny reagujú s našimi chuťovými receptormi tak, že ich chuť vnímame ako kyslú. Rôzne organické kyseliny môžeme nájsť napríklad v citrusových plodoch. Ich koncentrácia v týchto plodoch je rôzna a závisí od druhu, odrody, podmienok rastu a dozrievania, atď.

V tomto experimente budete stanovovať koncentráciu kyseliny citrónovej v rôznych citrusových šťavách pomocou titrácie roztokom sódy bikarbóny, ktorý si sami pripravíte. Titrácia je analytická metóda, pri ktorej do detekovania vizuálnej zmeny indikátora pridávame do roztoku látky s neznámou koncentráciou roztok látky so známou koncentráciou, pričom tieto dve látky spolu reagujú. V prípade tejto reakcie ide o acidobázickú reakciu sódy bikarbóny a kyseliny citrónovej.

Čo budete potrebovať?

Pomôcky na experiment nájdete doma, v potravinách alebo v lekárni. Budete potrebovať:

- Nitrilové alebo latexové rukavice,
- aspoň tri rôzne citrusové plody (citrón, pomaranč, mandarínka, atď.),
- odšťavovač (nie je nutný, ale uľahčí robotu),
- jemné sitko alebo kávový filter,
- poháre,
- digitálne kuchynské váhy,
- lyžičku,
- pastilky Mentos,
- sódu bikarbónu,
- destilovanú vodu.

Pracovný postup

1. Z destilovanej vody a sódy bikarbóny namiešajte 500 ml roztoku sódy bikarbóny s koncentráciou 0.5 mol/dm^3 s použitím kuchynských váh. Návažky pre prípravu roztoku vypočítajte sami a zapíšte výpočet do odpovedového hárku. Taktiež zaznamenajte vaše skutočné návažky sódy bikarbóny a destilovanej vody - s týmito hodnotami budete počítat koncentráciu kyseliny citrónovej.
2. Odvážte vami vybrané citrusové plody. Ich hmotnosti zaznamenajte do odpovedového hárku. Následne ich dôkladne odšťavte do oddelených pohárov. Šťavu prefiltrujte cez sitko alebo kávový filter, aby ste sa zbavili čo najväčšieho množstva dužiny. Taktiež odvážte hmotnosť získanej šťavy a zapíšte do odpovedového hárku. Budete potrebovať 120 g šťavy z každého ovocia, takže použite zodpovedajúce množstvo ovocia podľa potreby.
3. Do pohára nalejte 30 g citrusovej šťavy (skutočný návažok zapíšte do odpovedového hárku a predpokladajte hustotu šťavy 1.00 g/cm^3). Pridajte jednu pastilku Mentos. **Po tomto kroku svoj experiment odfoťte.**
4. Do pohára pridajte čajovú lyžičku roztoku sódy bikarbóny. Pohár pred aj po pridaní odvážte a hmotnosť pridaného roztoku sódy bikarbóny priebežne zaznamenávajte. Budete pozorovať búrlivý vývoj plynu. **V tomto momente svoj experiment odfoťte.** Premiešavajte vašu reakčnú zmes, kým sa z nej neprestane uvoľňovať plyn.
5. Predošlý krok opakujte, kým sa v reakčnej zmesi po ďalšom pridaní roztoku sódy bikarbóny prestanú tvoriť bublinky plynu.
6. Kroky 2-5 zopakujte trikrát pre každý vami zvolený druh citrusu. Za každým použijete čistý pohár. Do tabuliek v odpovedovom hárku zapíšte hmotnosť ovocia, hmotnosť získanej šťavy, hmotnosť šťavy odliatej na jednotlivé analýzy a hmotnosť pridaného roztoku sódy bikarbóny. Fotky stačí robiť pri jednom z meraní. K vášmu riešeniu priložte fotku pohára pred pridaním roztoku sódy bikarbóny a fotky z troch rôznych bodov titrácie.

Výpočty a doplňujúce otázky

- a) Zapíšte systematický názov a vzorec sódy bikarbóny.

- b) Na základe priemernej hodnoty hmotnosti pridaného roztoku sódy bikarbóny vypočítajte koncentráciu kyseliny citrónovej v ovocnej šťave, ak viete, že kyselina citrónová so sódou bikarbónou reaguje v pomere 1:4.
- c) Vypočítajte hmotnostné percento kyseliny citrónovej vo všetkých troch druhoch ovocia, ak viete, že jej mólová hmotnosť je 192.123 g/mol.
- d) Napíšte názov a vzorec plynu, ktorá sa vyvíjal počas acidobázickej reakcie.
- e) Aký účel má v reakčnej zmesi pastilka Mentos?
- f) Je možné, že okrem kyseliny citrónovej so sódou bikarbónou reagujú aj iné zložky ovocnej šťavy? Ak áno, uveďte príklady.

3 Čo majú spoločné / odlišné zemiaky a citrusy?

V tejto úlohe zoberiete hlavných hrdinov z predošlých dvoch experimentov a porovnáte ich so zemiakmi. Zamyslite sa nad tým, v čom sa tieto plodiny líšia, a ktoré z ich vlastností sú naopak podobné.

Čo budete potrebovať?

- Nitrilové alebo latexové rukavice,
- plátok citrusového plodu (odporúčame citrón),
- plátok zemiaku,
- jódovú tinktúru (dostupná v lekárňach),
- ak balenie tinktúry nemá kvapkadlo, lyžičku.

Pracovný postup

1. Umiestnite plátok citrusu a plátok zemiaku na biely podklad. **V tomto momente experiment odfotíte.**

2. Nakvapajte jódovú tinktúru rovnomerne na celý povrch oboch plátkov.
3. Počkejte 5 minút. **Po piatich minútach experiment znova odfoťte.**
4. Svoje pozorovania a ich zdôvodnenie zapíšte do odpovedového hárku. K vášmu riešeniu priložte obidve fotky - pred aj po aplikácii jódovej tinktúry.

Výpočty a doplňujúce otázky

- a) Popíšte, čo sa počas experimentu udialo s plátkami citrusu a zemiaku.
- b) Zdôvodnite svoje pozorovanie.
- c) Na aký hlavný rozdiel medzi citrusom a zemiakom tento experiment poukazuje?

Zemiaky aj citrusy sú dôležitou súčasťou našej výživy okrem iného aj vďaka ich vysokému obsahu vitamínu C. V tabuľke 1 sú uvedené hodnoty obsahu vitamínu C v citrusoch aj zemiakoch.

Tabuľka 1: Obsah vitamínu C v rôznych plodinách

Plodina	Obsah vitamínu C (mg/100 g)
citrón	53
pomaranč	53
grapefruit	30
limetka	30
mandarínka	27
zemiak	20

Podľa odporúčaní Svetovej zdravotníckej organizácie by sme mali za deň prijať 45 mg vitamínu C.

- d) Vypočítajte, aké množstvo zemiakov by sme mali denne prijať, aby sme toto odporúčanie naplnili.
- e) Naplníme ho, ak zjeme uvarené zemiaky? Svoju odpoveď zdôvodnite.

- f) Aké ochorenie nám hrozí, ak budeme zanedbávať náš denný príjem vitamínu C? Uveďte aspoň tri jeho symptómy.
- g) Čo sa stane s naším organizmom, ak naopak prijmem vitamínu C príliš veľa? Svoju odpoveď zdôvodnite.

Odpoveďový hárok

1 Batéria z citrónu (10 b)

- (0,9 b) Napätie batérie naprázdno: V
- (0,9 b) Priložená fotografia vašej batérie:

- (2 b) Závislosť prúdu nakrátko od času:

t [s]													
I [mA]													

Graf:

- (0,9 b) Hodnota „ustáleného“ prúdu nakrátko: mA
- (0,9 b) Fotografia merania prúdu nakrátko:

- (1,2 b) „Ustálená“ hodnota vnútorného odporu: $k\Omega$
Výpočet:

Graf závislosti svorkového napätia od odoberaného prúdu:

- (1,2 b) Najmenší počet potrebných článkov zapojených do série:
Výpočet:

- (0,5 b) Fotografia zostavy:

Výpočty a doplňujúce otázky

- a) (0,3 b) Ktorá elektróda citrusovej batérie je kladná?

- b) (0,3 b) Odkiaľ sa berie energia potrebná na rozsvietenie LED? Pomôcka: dobre si prezrite povrch elektród po skončení experimentu.

- c) (0,3 b) Odkiaľ (akou reakciou) sa berú elektróny na zápornej elektróde, ktoré tvoria vonkajší prúd?
- d) (0,3 b) Kam „miznú“ elektróny z kladnej elektródy?
- e) (0,3 b) Ako by ste váš experiment upravili, aby LED svietila jasnejšie? Napíšte viac námetov.

2 Stanovenie kyseliny citrónovej v citrusových plodoch (10 b)

- (0,6 b) Hmotnosť sódy bikarbóny a vody potrebná na prípravu roztoku s koncentráciou 0.5 mol/dm^3 :

$$m(\text{voda}) = \quad \text{g}$$

$$m(\text{soda}) = \quad \text{g}$$

Výpočet:

Vaše skutočné návážky vody a sódy bikarbóny:

$$m_s(\text{voda}) = \quad \text{g}$$

$$m_s(\text{soda}) = \quad \text{g}$$

- (0,6 b) Hmotnosť citrusových plodov a získanej šťavy:

Typ citrusu	Hmotnosť ovocia [g]	Hmotnosť šťavy [g]

- (1,5 b) Fotografie z priebehu titrácie:

- (2,5 b) Záznam stanovenia obsahu kyseliny citrónovej:

Č. merania	Typ citrusu	Hmotnosť šťavy [g]	Sumárna hmotnosť roztoku sódy [g]
1.1			
1.2			
1.3			
2.1			
2.2			
2.3			
3.1			
3.2			
3.3			

Výpočty a doplňujúce otázky

- a) (0,3 b) Zapíšte systematický názov a vzorec sódy bikarbóny.
- b) (2 b) Na základe priemernej hodnoty hmotnosti pridaného roztoku sódy bikarbóny vypočítajte koncentráciu kyseliny citrónovej v ovocnej šťave, ak viete, že kyselina citrónová so sódou bikarbónou reaguje v pomere 1:4.

Typ citrusu	Priemerná hmotnosť roztoku sódy [g]	Koncentrácia kyseliny citrónovej [mol/dm ³]

Výpočet:

- c) (1,5 b) Vypočítajte hmotnostné percento kyseliny citrónovej vo všetkých troch druhoch ovocia, ak viete, že jej mólová hmotnosť je 192.123 g/mol.

Typ citrusu	w%(k.cit.)

Výpočet:

- d) (0,3 b) Napíšte názov a vzorec plynu, ktorý sa vyvíjal počas acidobázickej reakcie.
- e) (0,3 b) Aký účel má v reakčnej zmesi pastilka Mentos?
- f) (0,4 b) Je možné, že okrem kyseliny citrónovej so sódou bikarbónou reagujú aj iné zložky ovocnej šťavy? Ak áno, uveďte príklady.

3 Čo majú spoločné / odlišné zemiaky a citrusy? (10 b)

- (3 b) Fotografie pred a po aplikácii jódovej tinktúry:

Výpočty a doplňujúce otázky

a) (1 b) Popíšte, čo sa počas experimentu udialo s plátkami citrusu a zemiaku.

b) (1,5 b) Zdôvodnite svoje pozorovanie.

c) (1 b) Na aký hlavný rozdiel medzi citrusom a zemiakom tento experiment poukazuje?

- d) (2 b) Vypočítajte, aké množstvo zemiakov by sme mali denne prijať, aby sme toto odporúčanie naplnili.

$$m(\text{zemiaky}) = \quad \text{kg}$$

Výpočet:

- e) (0,5 b) Naplníme ho, ak zjeme uvarené zemiaky? Svoju odpoveď zdôvodnite.

- f) (0,5 b) Aké ochorenie nám hrozí, ak budeme zanedbávať náš denný príjem vitamínu C? Uveďte aspoň tri jeho symptómy.

- g) (0,5 b) Čo sa stane s naším organizmom, ak naopak prijmem vitamínu C príliš veľa? Svoju odpoveď zdôvodnite.

Periodická soustava prvků

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
I. A		II. A		III. B		IV. B		V. B		VI. B		VII. B		VIII. B		VIII. B		VIII. B		I. B		II. B		III. A		IV. A		V. A		VI. A		VII. A		VIII. A	
1,0079 1H Vodík		9,01 4Be Berylium		44,96 21Sc Skandium		47,88 22Ti Titan		50,94 23V Vanad		52,00 24Cr Chrom		54,94 25Mn Mangan		55,85 26Fe Železo		58,69 28Ni Nikl		58,93 27Co Kobalt		63,55 29Cu Měď		65,38 30Zn Zinek		10,81 5B Uhlík		12,01 6C Křemík		14,01 7N Dusík		16,00 8O Kyslík		19,00 9F Fluor		4,00 2He Helium	
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
alkalické kovy		kovy alkalických zemí		přechodné kovy		kovy		polokovy		nekovy		halogeny		vzácné plyny																					
39,10 0,91 85,47	19K 0,91 Draslík	87,62 38Sr 0,89 Rubidium	137,33 56Ba 0,86 Cesium	~223 87Fr 0,86 Francium	44,96 21Sc Skandium	47,88 22Ti Titan	50,94 23V Vanad	52,00 24Cr Chrom	54,94 25Mn Mangan	55,85 26Fe Železo	58,69 28Ni Nikl	58,93 27Co Kobalt	63,55 29Cu Měď	65,38 30Zn Zinek	10,81 5B Uhlík	12,01 6C Křemík	14,01 7N Dusík	16,00 8O Kyslík	19,00 9F Fluor	4,00 2He Helium															
138,91 1,10 227,03	57La 1,10 Lanthan	140,91 59Pr 1,10 Praseodym	144,24 60Nd 1,10 Neodymium	151,96 63Eu 1,00 Europium	157,25 64Gd 1,10 Gadolinium	158,93 65Tb 1,10 Terbium	162,50 66Dy 1,10 Dysprosium	164,93 67Ho 1,10 Holmium	167,26 68Er 1,10 Erbium	168,93 69Tm 1,10 Thulium	173,04 70Yb 1,10 Ytterbium	174,04 71Lu 1,10 Lutetium	138,91 57La 1,10 Lanthan	140,91 59Pr 1,10 Praseodym	144,24 60Nd 1,10 Neodymium	151,96 63Eu 1,00 Europium	157,25 64Gd 1,10 Gadolinium	158,93 65Tb 1,10 Terbium	162,50 66Dy 1,10 Dysprosium	164,93 67Ho 1,10 Holmium	167,26 68Er 1,10 Erbium	168,93 69Tm 1,10 Thulium	173,04 70Yb 1,10 Ytterbium	174,04 71Lu 1,10 Lutetium											
88,91 1,00 227,03	88Ra 0,97 Radium	227,03 89Ac 1,00 Aktinium	231,04 91Pa 1,10 Protaktinium	238,03 92U 1,20 Uran	237,05 93Np 1,20 Neptunium	237,05 94Pu 1,20 Plutonium	237,05 95Am 1,20 Americium	237,05 96Cm 1,20 Curium	237,05 97Bk 1,20 Berkelium	237,05 98Cf 1,20 Einsteinium	237,05 99Es 1,20 Fermium	237,05 100Fm 1,20 Mendelevium	237,05 101Md 1,20 Nobelium	237,05 102No 1,20 Lawrencium	237,05 103Lr 1,20 Lawrencium	237,05 104Rf 1,20 Rutherfordium	237,05 105Db 1,20 Dubnium	237,05 106Sg 1,20 Seaborgium	237,05 107Bh 1,20 Bohrium	237,05 108Hs 1,20 Hassium	237,05 109Mt 1,20 Meitnerium	237,05 110Ds 1,20 Darmstadtium	237,05 111Rg 1,20 Roentgenium	237,05 112Cn 1,20 Copernicium	237,05 113Uut 1,20 Ununtrium	237,05 114Fl 1,20 Flerovium	237,05 115Uup 1,20 Ununpentium	237,05 116Lv 1,20 Livermorium	237,05 117Uus 1,20 Ununseptium	237,05 118Uuo 1,20 Ununoctium					