

OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV

**olympiáda
mladých
vedcov** | www.ijso.sk

Letná príprava účastníkov súťaže IJSO NESÚŤAŽNÉ ÚLOHY

Termín odovzdania: 17.09.2023

Povolené pomôcky: písacie potreby, internet. Nebojte sa využiť plný potenciál Google :)

*Riešenia príkladov (pokožne aj čiastočné) s postupom posielajte na e-mailovú adresu
zuzana.magyarova@ijso.sk.*

Chémia

9. séria

Teória: Periodická tabuľka a zloženie atómov

- a) Čo je to izotop? Uveďte príklad s vodíkom.
- b) Čo je to alotropická modifikácia? Uveďte príklad s uhlíkom a kyslíkom.
- c) Doplňte nasledovnú tabuľku 1 o dvoch neutrálnych atómoch I, II. V akom vzťahu sú atómy I, II?

Atóm	I	II
Počet protónov		7
Počet neutrónov	7	
Počet elektrónov	7	
Atómové číslo		
Nukleónové číslo		15

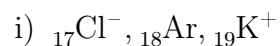
Tabuľka 1: Údaje o dvoch atómoch

- d) Čo je to ťažká voda? Rozhodnite, či sú nasledovné tvrdenia o vode a ťažkej vode pravdivé: Voda a ťažká voda majú za rovnakých podmienok rovnaké teploty varu. Molekula ťažkej vody má o jeden neutrón viac ako molekula vody. Voda aj ťažká voda búrlivo reagujú so sodíkom. ${}^1_1\text{H}$ a ${}^2_1\text{D}$ sú alotropické modifikácie.
- e) Vysvetlite pojmy elektronegativita, ionizačná energia!
- f) Naznačte, ktorým smerom v periodickej tabuľke stúpa: elektronegativita, atómový polomer, atómová hmotnosť, ionizačná energia, kovový charakter.

The image shows a blank periodic table grid. It consists of a main grid with 7 rows and 18 columns, with the first and last columns having an additional row at the top. Below this main grid is a separate horizontal grid with 18 columns and 2 rows.

Obr. 1: Tu zakreslite smery stúpania vlastností.

- g) Zoradíte nasledovné ióny podľa ionizačnej energie a atómového polomeru a vysvetlite:



- h) Napíšte prvky, ktoré patria do nasledovných skupín v periodickej tabuľke: alkalické kovy, kovy alkalických zemín, halogenidy, chalkogenidy, vzácne plyny, triáda železa, plynné prvky pri izbovej teplote, tekuté prvky pri izbovej teplote, polokovy.

Príklad: koncentrácia roztokov II

Aká je koncentrácia 25%-ného roztoku Na_3PO_4 ? Jeho hustota je 1.1 g/cm^3 . $A_r(\text{Na}) = 23$, $A_r(\text{P}) = 31$, $A_r(\text{O}) = 16$

Príklad: chemická reakcia III

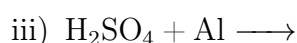
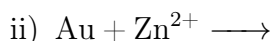
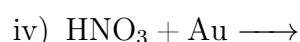
Do reakčnej banky sme pridali $1.25 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ a zaliali sme ho 200 ml HNO_3 s $pH = 1.7$. Aký objem plynu sa uvoľní za štandardných podmienok? $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{C}) = 12$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{Na}) = 23$

10. séria

Teória: Elektrolýza

Na pochopenie princípu elektrolýzy si pozrite [toto video](#), prípadne prejdite [tento text](#).

- a) Aké deje budú prebiehať na anóde a katóde pri elektrolýze nasledovných roztokov? Ktorý z nich je oxidácia a ktorý redukcia? Voda, roztok NaCl, roztok FeBr₃, roztavený NaCl. Časť odpovedí aj s linkami na videá nájdete [tu](#).
- b) Elektrolýzou čoho sa dá pripraviť sodík?
- c) Chcem postriebriť hliníkovú lyžičku. Zapojím ju ako anódu alebo katódu?
- d) Čo hovorí Beckettov rad napätia kovov? Usporiadajte nasledovné prvky podľa poradia, v akom v ňom stoja: Zn, Na, Cu, K, Fe, Al, Mg, Au, H, Ca.
- e) Aký je rozdiel medzi ušľachtilými a neušľachtilými kovmi?
- f) Pomocou Beckettovho radu napätia kovov určite, ktoré reakcie prebehnú a ktoré nie:



Na výpočty z elektrolýzy sa používajú Faradayové zákony, dajú sa ale pochopiť nasledovne:

Elektrický prúd I (jednotka: A, Ampér) je veličina opisujúca, aký náboj ΔQ (jednotka: C, Coulomb) prejde (napríklad vodičom) za čas Δt : $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$. Ak predpokladáme, že elektrický prúd je tvorený elektrónmi, tak potom ak obvodom preteká čas Δt prúd I , potom ním prešlo množstvo elektrónov s nábojom $I\Delta t$. Nám by vyhovovalo vedieť, aké je to látkové množstvo elektrónov. Nato slúži Faradayova konštanta, ktorej číselná hodnota zodpovedá náboju 1 mol elektrónov: $F = 96\,485 \text{ C/mol}$. Látkové množstvo elektrónov je teda $\frac{I\Delta t}{F}$.

Povedzme, že na elektróde prebieha proces $\text{X}^{z+} + z\text{e}^- \longrightarrow \text{X}^0$ (napríklad $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}^0$, v tomto prípade $z = 2$). V príkladoch na elektrolýzu nás zaujíma nasledovné: ak sme na tento proces použili prúd I a nechali sme ho bežať čas Δt , koľko prvku X (už neutrálneho!) sme vyrobili?

Odpoveď by už mala byť v tomto okamihu priamočiara, keďže sa vlastne jedná len o výpočet z chemickej reakcie - látkové množstvo elektrónov poznáme, stechiometriu poznáme, takže určiť látkové množstvo X nie je problém:

$$n(X) = \frac{1}{z}n(\text{elek}) = \frac{I\Delta t}{zF}$$

- g) Aký je náboj jedného elektrónu?

Príklady aj s riešeniami na výpočty z Faradaových zákonov nájdete [tu](#).

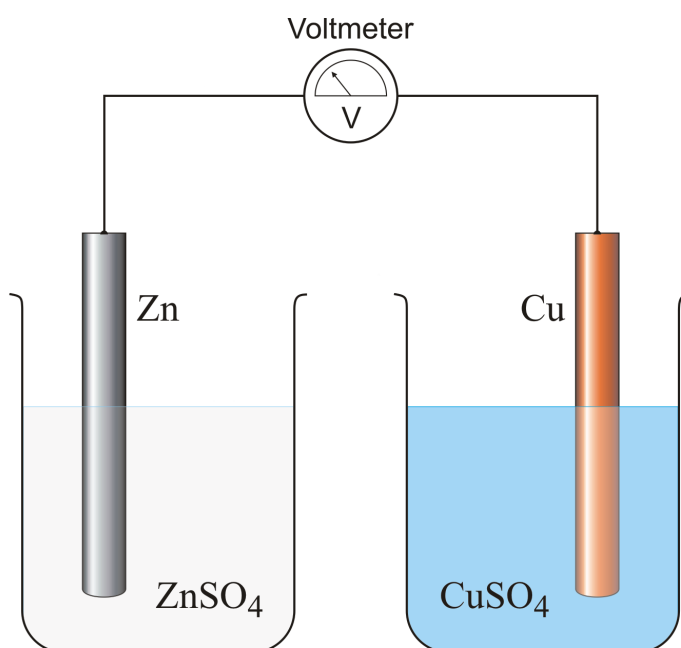
Príklad: Elektrolýza

Hlinikáreň v Žiari nad Hronom je najväčším slovenským spotrebiteľom elektrického prúdu. Táto fabrika produkuje priemerne zhruba 440 ton hliníka za deň elektrolýzou Al_2O_3 . Aký elektrický prúd je na to potrebný? $A_r(\text{Al}) = 27$, Faradayova konštanta má hodnotu 96 485 C/mol.

11. séria

Teória: elektrochemický článok

- Elektrochemický článok na Obrázku 2 by nefungoval. Opravte ho a vysvetlite na ňom, ako elektrochemické články fungujú. Vyznačte smer pohybu iónov a elektrónov, anódu a katódu.
- Aké sú zásadné rozdiely medzi elektrolýzou a elektrochemickým článkom? Čo majú naopak spoločné?



Obr. 2: Pokazený elektrochemický článok

Teória: alkány, alkény, alkíny

- Čo sú to organické zlúčeniny? Ktoré zlúčeniny uhlíka nie sú považované za organické?
- Koľko väzbových je uhlík, vodík a kyslík v organických zlúčeninách?
- Napište sumárne, zjednodušené štruktúrne a úplné štruktúrne vzorce alkánov, alkénov a alkínov, ktoré majú 5 a menej uhlíkov. Ak viete, pomenujte ich.
- Napište názvy prvých desať členov homologického radu nerozvetvených alkánov.
- Ktoré alkány sú plynné, tuhé a tekuté za normálnych podmienok?
- Napište všeobecný sumárny vzorec alkánov, alkénov a alkínov (niečo typu C_nH_{3n+3}) a pokúste sa vysvetliť, prečo vyzerá tak, ako vyzerá.
- Do akého útvaru sú usporiadané atómy vodíka okolo atómu uhlíka v molekule CH_4 ?

Príklad: spaľovanie uhľovodíka

O neznámom uhľovodíku vieme, že jeho molárna hmotnosť je 70 g/mol. Dokonalým spaľením jeho vzorky vzniklo 100 g CO₂ a 45g H₂O. Nakreslite všetky možné štruktúrne vzorce tohto uhľovodíku, ak sme navyše adíciou HBr zistili, že

- a) neobsahuje žiadnu násobnú väzbu,
- b) obsahuje násobnú väzbu.

$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$, $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$.

Príklad: Elektrochemický článok

Na elektrochemický článok sme použili zinkovú elektródu, ktorá limituje životnosť tohto článku. Zinková elektróda má hmotnosť 4.5 g a priemerný prúd generovaný článkom je 3.5 mA. Aká je životnosť tohto článku v hodinách? $A_r(\text{Zn}) = 65$, Faradayova konštanta má hodnotu 96 485 C/mol.

12. séria

Teória: cyklické zlúčeniny a alkoholy

Nakreslite vzorce cyklopropánu, cyklobutánu, cyklohexánu, metanolu, etanolu, propanolu, glycerolu, benzénu.

Teória: hustota plynu

Objem p , tlak V a teplota T ideálneho plynu spolu súvisia. Je to kvôli tomu, že teplota je mierou strednej kinetickej energie molekúl plynu a tlak plynu zase závisí od rýchlostí, ktorými molekuly plynu narážajú do stien nádoby. Vzťah týchto veličín popisuje *stavová rovnica*:

$$pV = NkT,$$

kde N je počet častíc a k je Boltzmannova konštanta. V chémii máme radšej látkové množstvo než počet častíc. To ale mení len konštantu k , do ktorej zarátame aj Avogadrovu konštantu a máme druhú formu stavovej rovnice:

$$pV = nRT,$$

kde už je n látkové množstvo molekúl plynu a R univerzálna plynová konštanta $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{molK}}$. Obe formy stavovej rovnice hovoria úplne to isté, len vyjadrujú množstvo častíc inými spôsobmi.

Látkové množstvo plynu súvisí s jeho hmotnosťou: $n = \frac{m}{M}$. Všimnime si, že na druhej strane rovnice máme objem plynu, teda budeme môcť vyjadriť hustotu plynu:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT}.$$

Jedným zo zádrheľov pri stavovej rovnici sú jednotky. Ideálom je dosádzať všetko v jednotkách SI, teda tlak v Pascaloch, objem v m^3 , teplotu v Kelvinoch, látkové množstvo v móloch a univerzálnu plynovú konštantu $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{molK}}$.

Príklad: molárny objem plynu

Overte, že n mólov má pri tlaku $p_a = 101.325 \text{ kPa}$ a teplote $0 \text{ }^\circ\text{C}$ objem $n \cdot 22.414 \text{ l}$.

Príklad: hustota plynu

Vypočítajte hustotu kyslíku a dusíku pri teplote $27 \text{ }^\circ\text{C}$ a štandardnom atmosférickom tlaku $p_a = 101\,325 \text{ Pa}$. Odhadnite hustotu vzduchu za týchto podmienok.

Príklad: spätná titrácia

Návažok 0.2160 g znečisteného vápenca sme rozložili $40 \text{ cm}^3 \text{ HCl}$ s koncentráciou 0.1010 mol/dm^3 . Spotreba NaOH s koncentráciou 0.1034 mol/dm^3 na stitrovanie prebytku kyseliny bola 10 cm^3 . Koľko g CaCO_3 obsahuje vápenec?

Príklad: stavová rovnica

Oxid dusičitý sa môže vyskytovať v dvoch formách: buď jeho molekuly vyzerajú tak, ako hovorí chemický vzorec – NO_2 , alebo môžu dve molekuly dimerizovať - vytvoriť molekulu N_2O_4 :



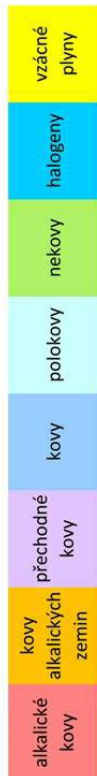
Do uzavretej nádoby so stálym objemom V sme umiestnili oxid dusičitý pri nízkej teplote T_1 , v ktorej sa všetok plyn nachádza vo forme diméru N_2O_4 . Namerali sme tlak p_1 . Potom sme ho zohriali na teplotu T_2 , pri ktorej sa časť molekúl N_2O_4 rozložila na molekuly NO_2 . Ak bol pri teplote T_2 tlak v nádobe p_2 , aký bol pomer počtu molekúl N_2O_4 k počtu molekúl NO_2 ? Aká je rovnovážna konštanta reakcie (1) pri teplote T_2 ? Predpokladajte, že oxid dusičitý sa v oboch formách správa ako ideálny plyn.

Periodická soustava prvků

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B	VIII. B	VIII. B	I. B	II. B	
1,0079 1 H Vodík	9,01 4 Be Berylium											4,00 2 He Helium
6,94 3 Li Lithium	1,50 5 B Bor											20,18 10 Ne Neon
0,97 6 C Uhlík	22,99 11 Na Sodík											19,982 18 Ar Argon
22,99 12 Mg Hořčík	24,31 13 Al Hliník											35,45 17 Cl Chlor
39,10 19 K Draslík	40,08 20 Ca Vápník											79,90 36 Kr Krypton
85,47 37 Rb Rubidium	87,62 38 Sr Stroncium											83,80 36 Kr Krypton
132,91 55 Cs Cesium	137,33 56 Ba Baryum											131,29 54 Xe Xenon
~223 87 Fr Francium	226,03 88 Ra Radium											~222 86 Rn Radon

13	14	15	16	17
III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A
10,81 5 B Bor	12,01 6 C Uhlík	14,01 7 N Dusík	16,00 8 O Kyslík	19,00 9 F Fluor
26,98 13 Al Hliník	28,09 14 Si Křemík	30,97 15 P Fosfor	32,06 16 S Síra	35,45 17 Cl Chlor
69,72 31 Ga Gallium	72,61 32 Ge Germanium	74,92 33 As Arsen	78,96 34 Se Selen	79,90 35 Br Brom
47,88 49 In Indium	72,61 50 Sn Cín	121,75 51 Sb Antimon	127,60 52 Te Tellur	126,90 53 I Jod
204,38 81 Tl Thalium	207,20 82 Pb Olovo	208,98 83 Bi Bismut	~209 84 Po Polonium	~210 85 At Astat
~286 113 Uut Ununtrium	~289 114 Fl Flerovium	~288 115 Uup Ununpentium	~293 116 Lv Livermorium	~294 117 Uus Ununseptium

13	14	15	16	17
III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A
10,81 5 B Bor	12,01 6 C Uhlík	14,01 7 N Dusík	16,00 8 O Kyslík	19,00 9 F Fluor
26,98 13 Al Hliník	28,09 14 Si Křemík	30,97 15 P Fosfor	32,06 16 S Síra	35,45 17 Cl Chlor
69,72 31 Ga Gallium	72,61 32 Ge Germanium	74,92 33 As Arsen	78,96 34 Se Selen	79,90 35 Br Brom
47,88 49 In Indium	72,61 50 Sn Cín	121,75 51 Sb Antimon	127,60 52 Te Tellur	126,90 53 I Jod
204,38 81 Tl Thalium	207,20 82 Pb Olovo	208,98 83 Bi Bismut	~209 84 Po Polonium	~210 85 At Astat
~286 113 Uut Ununtrium	~289 114 Fl Flerovium	~288 115 Uup Ununpentium	~293 116 Lv Livermorium	~294 117 Uus Ununseptium



138,91 57 La Lanthan	140,12 58 Ce Cer	140,91 59 Pr Praseodym	144,24 60 Nd Neodymium	150,36 61 Pm Promethium	151,96 62 Sm Samarium	157,25 63 Eu Europium	162,50 64 Gd Gadolium	168,93 65 Tb Terbium	173,04 66 Dy Dysprosium	174,04 67 Ho Holmium	173,04 68 Er Erbium	174,04 69 Tm Thulium	174,04 70 Yb Ytterbium	174,04 71 Lu Lutetium
227,03 89 Ac Aktinium	232,04 90 Th Thorium	231,04 91 Pa Protaktinium	238,03 92 U Uran	{244} 93 Np Neptunium	{244} 94 Pu Plutonium	~243 95 Am Americium	~247 96 Cm Curium	~247 97 Bk Berkelium	~251 98 Cf Kalifornium	~252 99 Es Einsteinium	~257 100 Fm Fermium	~258 101 Md Mendelevium	~259 102 No Nobelium	~260 103 Lr Lawrencium

6 Lanthanoidy

7 Aktinoidy