

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 (pokojne 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

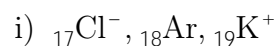
Tabuľka 1: Údaje o dvoch atómoch

- 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 consisting of 18 columns and 7 rows. Below the main grid is a separate horizontal row of 18 cells, intended for marking the direction of trends for various properties across the periodic table.

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 $1.1 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$. $A_r(\text{Na}) = 23$; $A_r(\text{P}) = 31$; $A_r(\text{O}) = 16$

Príklad: chemická reakcia III

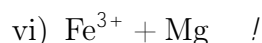
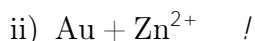
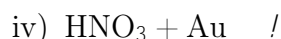
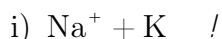
Do reakčnej banky sme pridali $1.25 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ a zaliali sme ho 200 ml HNO_3 s $\text{pH} = 1.7$. Aký objem plynu sa uvoľní za štandardných podmienok? $A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{C}) = 12$; $A_r(\text{O}) = 16$; $A_r(\text{Na}) = 23$

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 postriebiť 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 Q (jednotka: C, Coulomb) prejde (napríklad vodičom) za čas t : $I = \frac{Q}{t}$. Ak predpokladáme, že elektrický prúd je tvorený elektrónmi, tak potom ak obvodom preteká čas t prúd I , potom ním prešlo množstvo elektrónov s nábojom $I \cdot t$. 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 $\frac{I \cdot t}{F}$.

Povedzme, že na elektróde prebieha proces $\text{X}^{z+} + z \text{e}^- \quad ! \quad \text{X}^0$ (napríklad $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \quad ! \quad \text{Cu}^0$, 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 t , 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:

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

- g) Aký je náboj jedného elektrónu?

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

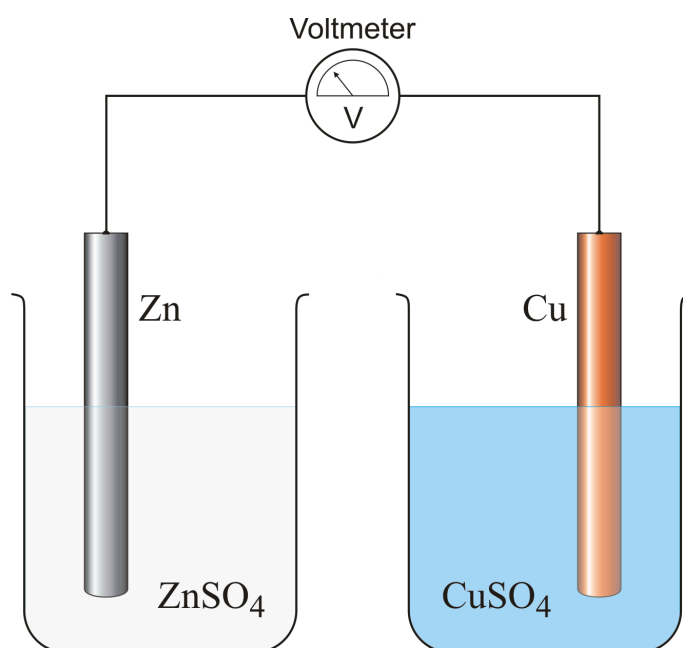
Príklad: Elektrolýza

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 $96\,485 \text{ C}=\text{mol}$.

11. séria

Teória: elektrochemický článok

- a) 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.
- b) Aké sú zásadné rozdiely medzi elektrolýzou a elektrochemickým článkom? Čo majú naopak spoločné?



Obr. 2: Pokazený elektrochemický článok

Teória: alkány, alkény, alkíny

- a) Čo sú to organické zlúčeniny? Ktoré zlúčeniny uhlíka nie sú považované za organické?
- b) Koľko väzbových je uhlík, vodík a kyslík v organických zlúčeninách?
- c) Napíšte sumárne, zjednodušené štruktúrne a úplné štruktúrne vzorce alkánov, alkénov a alkínov, ktoré majú 5 a menej uhlíkov. Ak viete, pomenujte ich.
- d) Napíšte názvy prvých desať členov homologického radu nerozvetvených alkánov.
- e) Ktoré alkány sú plynné, tuhé a tekuté za normálnych podmienok?
- f) Napíšte všeobecný sumárny vzorec alkánov, alkénov a alkínov (niečo typu C_nH_{3n+3}) a pokúste sa vysvetliť, prečo vyzerá tak, ako vyzerá.
- g) 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 $R = 8:314 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$. 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:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT \quad \Rightarrow \quad \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT};$$

Jedným zo zádrhelov 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 $R = 8:314 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$.

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

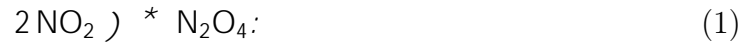
Vypočítajte hustotu kyslíku a dusíku pri teplote $27 \text{ }^\circ\text{C}$ a štandardnom atmosférickom tlaku $p_a = 101\,325 \text{ Pa}$. Odhadnite hustotu vzduchu za týchto podmienok.

Príklad: spätná titrácia

Návažok $0:2160 \text{ g}$ znečisteného vápenca sme rozložili $40 \text{ cm}^3 \text{ HCl}$ s koncentráciou $0:1010 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$. Spotreba NaOH s koncentráciou $0:1034 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 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.

