

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 202

Ytú\$°β0lt 5

K r a j s k é k o l o

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 61. ročník – šk. rok 2024/25

K r a j s k é k o l o

A d r i á n a Č i ť k a b a á N o c i a r o v á

Maximálne 60 bodov

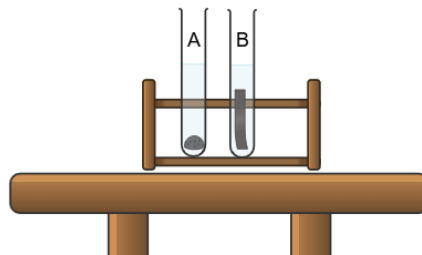
Doba riešenia: 90 minút

Ú l o h a C h e m i k S a m o o p ä t' v l a b o r a t ó r (10 b)

Chemik Samo na chemickom krúžku testoval, čo všetko môže vplývať na rýchlosť chemických reakcií. Počas svojej práce pracoval so zriedeným roztokom kyseliny sírovej a so železom v rôznej podobe (prášok alebo pliešok).

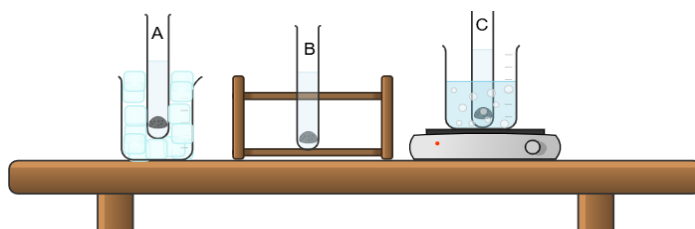
- Napište rovnicu chemickej reakcie železa s kyselinou sírovou.
- Napište čiastkové rovnice oxidácie a redukcie.
- Uveďte, ktorá látka je pri reakcii železa s kyselinou sírovou oxidovadlom a ktorá redukovadlom.

Chemik Samo do skúmavky **A** a **B** nalial rovnaké množstvo 5 % roztoku kyseliny sírovej. Do skúmavky **A** nasypal 2 g práškoveho železa, do skúmavky **B** vhodil jeden železný pliešok s rovnakou hmotnosťou.



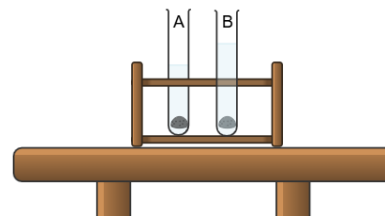
- Napište, v ktorej skúmavke prebiehala chemická reakcia rýchlejšie. Uveďte, ktorý faktor ovplyvnil pri uvedenom pokuse rýchlosť chemickej reakcie. Vysvetlite ako tento faktor ovplyvňuje rýchlosť chemickej reakcie.

Do iných troch skúmaviek **A**, **B** a **C** nalial rovnaké množstvo 5 % roztoku kyseliny sírovej a do každej skúmavky nasypal 2 g práškoveho železa. Skúmavka **A** bola ponorená v ľadovom kúpeli, skúmavka **B** pri laboratórnej teplote, skúmavka **C** sa zahrievala.



- e) Napíšte, v ktorej skúmavke prebiehala chemická reakcia najrýchlejšie. Uveďte, ktorý faktor ovplyvnil pri uvedenom pokuse rýchlosť chemickej reakcie. Vysvetlite ako tento faktor ovplyvňuje rýchlosť chemickej reakcie.

Do posledných dvoch skúmaviek **A** a **B** nalial 10 ml 5 % roztoku kyseliny sírovej. Do skúmavky **B** pridal ešte 5 ml destilovanej vody. Do každej skúmavky nasypal 2 g práškoveho železa.



- f) Napíšte, v ktorej skúmavke prebiehala chemická reakcia rýchlejšie. Uveďte, ktorý faktor ovplyvnil rýchlosť chemickej reakcie pri uvedenom pokuse. Vysvetlite ako tento faktor ovplyvňuje rýchlosť chemickej reakcie.

Úloha 2 a Zaujímavé soli

(18 b)

Fosfor je zaujímavý prvok, ktorý bol objavený náhodou, a to za pozoruhodných podmienok – pri hľadaní kameňa mudrcov. Horením fosforu vzniká oxid fosforečný (**reakcia 1**), ktorý s vodou reaguje za vzniku kyseliny trihydrogenfosforečnej (**reakcia 2**). Kyselina môže vytvárať tri typy solí: fosforečnany, hydrogenfosforečnany a dihydrogenfosforečnany. Hoci samotný fosfor je jedovatý, jeho zlúčeniny sú nevyhnutné pre rastliny a živočíchy (nachádzajú sa napríklad v kostiach a zuboch) a používajú sa aj v potravinárstve.

- a) Chemickými rovnicami zapíšte deje prebiehajúce pri horení fosforu (**reakcia 1**) a vzniku kyseliny trihydrogenfosforečnej (**reakcia 2**).
- b) Napíšte vzorce všetkých troch aniónov odvodených od kyseliny trihydrogenfosforečnej.

V potravinárstve sa najčastejšie používajú tieto soli kyseliny trihydrogenfosforečnej: fosforečnan tridraselný a dihydrogenfosforečnan vápenatý. Fosforečnan tridraselný sa pripravuje z vhodnej kyseliny a hydroxidu pomocou neutralizácie (**reakcia 3**), dihydrogenfosforečnan vápenatý vzniká ako jediný produkt pri reakcii fosforečnanu trivápenatého s kyselinou trihydrogenfosforečnou (**reakcia 4**).

- c) Napíšte vzorce fosforečnanu tridraselného a dihydrogenfosforečnanu vápenatého.
- d) Napíšte rovnicu prípravy fosforečnanu tridraselného pomocou neutralizácie (**reakcia 3**) a rovnicu prípravy dihydrogenfosforečnanu vápenatého (**reakcia 4**).

Obe spomínané soli sa používajú ako regulátory kyslosti – to znamená, že upravujú pH potravín. Kyslosť či zásaditosť roztokov je možné zistiť na základe sfarbenia acidobázických indikátorov. Sfarbenie indikátorov v závislosti od pH udáva nasledovná tabuľka. Jednotlivé indikátory sme pridali do troch skúmaviek obsahujúcich destilovanú vodu.

e) S pomocou tabuľky určte, aké sfarbenie budeme pozorovať v jednotlivých skúmavkách s destilovanou vodou po pridaní indikátorov.

N á z o v i n d i k á t o r	F u n k č n á o b l a s t	F a r e p r e c h o d
Fenolftaleín	8,2 – 10	bezfarebná – fialová
Bromkrezolová zeleň	3,8 – 5,4	žltá – modrá
Tymolftaleín	9,3 – 10,5	bezfarebná – modrá

Hoci je mnoho roztokov solí neutrálnych, pre niektoré soli to neplatí. Do troch skúmaviek obsahujúcich zriedený roztok dihydrogenfosforečnanu vápenatého sme postupne pridali fenolftaleín, brómkrezolovú zeleň a tymolftaleín a pozorovali sme ich sfarbenie. Rovnaký pokus sme zopakovali aj s hydrogenuhličitanom sodným. Výsledky sme zaznačili do nasledovnej tabuľky:

I n d i k á t o r	S f a r b e n i e r o z t o k u d i h y d r o g e n f o s f o r e č n a n u v á p e n a t é h o	S f a r b e n i e r o z t o k u h y d r o g e n u h l i č i t a n u s o d n é h o
Fenolftaleín	bezfarebné	svetlofialové
Bromkrezolová zeleň	žlté	modré
Tymolftaleín	bezfarebné	bezfarebné

f) Na základe pozorovaného sfarbenia indikátorov a tabuľky farebných prechodov určte najpravdepodobnejšie pH skúmaného roztoku z nasledovných možností. Správnu odpoveď zakrúžkujte v odpovedovom hárku.

roztok dihydrogenfosforečnanu vápenatého: pH 3 pH 5 pH 8 pH 12
 roztok hydrogenuhličitanu sodného: pH 3 pH 5 pH 8 pH 12

Ú l o h a Ú l o h a (n l i æ h l e ý n ě h o p l y n o c h) (30 b)

Balóny naplnené plynmi s nižšou hustotou ako vzduch sa vznášajú. Na podobnom princípe fungovali aj vzducholode. Najznámejšia vzducholod' všetkých čias bola nepochybne vzducholod' Hindenburg, ktorú však zničil výbuch. Na plnenie vzducholodí sa používal nereaktívny vzácny plyn **A** a reaktívny dvojatómový plyn **B**.

a) Uved'te názvy plynov **A** a **B**.

Energia uvoľnená horením plynu **B** sa ale dá použiť aj na pohon dopravných prostriedkov. Prvé autobusy využívajúce plyn **B** jazdia aj v Bratislave. Ďalším regiónom, kde sa uvažuje o využití plynu **B** ako paliva, je horná Nitra. Firma Fortischem v Novákoch vyrába pomocou elektrolýzy vodného roztoku chloridu sodného tri produkty, medzi nimi je aj plyn **B**.

- b) Napíšte rovnicu horenia plynu **B**, ktorá sa využíva na získanie energie, ale spôsobila aj výbuch vzducholode Hindenburg.

Podstatný rozdiel medzi elektrolýzou taveniny a roztoku chloridu sodného je to, že v roztoku sú prítomné aj ióny H^+ . Pri elektrolýze roztoku chloridu sodného teda na jednej elektróde namiesto sodíka vzniká plyn **B** a na druhej elektróde vzniká toxický plyn **C**. Pri jednej z elektród vzniká aj roztok látky **D**, ktorá má zásadité vlastnosti.

- c) Napíšte názvy látok **C** a **D**.
- d) Napíšte celkovú rovnicu reakcie prebiehajúcej pri elektrolýze vodného roztoku NaCl, ak viete, že jedným z reaktantov je aj voda a pomer stechiometrických koeficientov plynov **B** a **C** je 1:1.
- e) V nasledovnom texte zakrúžkujte správne možnosti z ponúkaných alternatív. Svoju odpoveď vyznačte v odpoved'ovom hárku.

Plyn **B** vzniká o x i d " c i o u na elektróde, ktorú nazývame k a t " d a / a n " d
 Látkové množstvo plynu **B** uvoľneného počas elektrolýzy je n i ě / q o i n a k " / v e y ě ě i
 ako látkové množstvo plynu **C**. Hmotnosť plynu **B** uvoľneného počas elektrolýzy je
n i ě ě i a / r o a k o n a t n " s t " p l y n u C. O b j e m p l y n u B, ktorý sa uvoľní počas
 elektrolýzy, j e / n i e j e rovnaký ako objem plynu **C**. pH elektrolytu po ukončení
 elektrolýzy je n i ě / q v i e ě a k o ě

- f) Vypočítajte hmotnosť soli, ktorá je potrebná na prípravu $5,00 \text{ m}^3$ nasýteného roztoku chloridu sodného s hustotou $1,20 \text{ kg/dm}^3$. Hmotnostný zlomok NaCl v nasýtenom roztoku je 0,360. Výsledok uveďte v tonách.
- g) Vypočítajte koncentráciu NaCl v 5 m^3 jeho nasýtenom roztoku. Výsledok uveďte v mol/dm^3 .
 $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g/mol}$, $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$.

- h) Pri elektrolýze 1 mol NaCl vznikne 0,5 mol plynu **B**. Vypočítajte objem plynu **B** (pri normálnych podmienkach), ktorý by vznikol, ak by sa elektrolýzou rozložila všetka soľ, nachádzajúca sa v 5,00 m³ jej nasýteného roztoku. Výsledok uveďte v m³.

K o n i e c t e o r i e t i c k e j č a s t

PRAKTICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 61. ročník – šk. rok 2024/25

K r a j k o l o é

J a n a C h r a p p o v á

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: 90 minút

Ú l o h a Reakcia Na_2SO_3 s p e r o x i d o m (20 b) í k a

Peroxid vodíka reaguje s Na_2SO_3 za vzniku Na_2SO_4 . Pri reakcii sa používa nadbytok H_2O_2 , preto nespotrebovaný H_2O_2 je potrebné rozložiť varom reakčnej zmesi. Zo získaného roztoku vykryštalizuje kryštalohydrát zlúčeniny Na_2SO_4 . Urýchliť kryštalizáciu je možné tak, že sa k nasýtenému roztoku pridá rozpúšťadlo, v ktorom je látka nerozpustná. Kryštalohydrát Na_2SO_4 sa zle rozpúšťa v organických rozpúšťadlách (napr. v metanole, etanole a acetóne), preto jeho kryštalizáciu môžeme urýchliť napr. prídavkom etanolu.

P r a c o v n ý p o s t u p

1. Do malej, čistej kužeľovej banky nalejte pomocou odmerného valca 15 cm^3 destilovanej vody. Na vonkajšej strane kužeľovej banky označte fixkou výšku hladiny a vodu vylejte.
2. Presypte z liekovky návažok Na_2SO_3 do kadičky s objemom 100 cm^3 . Látku rozpustite v 30 cm^3 destilovanej vody (objem merajte pomocou odmerného valca). Rozpúšťanie soli urýchlite miešaním sklenou tyčinkou.
3. Roztok Na_2SO_3 z kadičky prelejte do pripravenej kužeľovej banky. Kadičku umyte.
4. Do roztoku odpipetujte 5 cm^3 roztoku H_2O_2 . Reakčnú zmes zamiešajte sklenou tyčinkou a prelejte do kužeľovej banky. Sklenú tyčinku nechajte v kužeľovej banke, banku umiestnite na sieťku (na varič) a začnite zahrievať.
5. Roztok v kužeľovej banke uveďte do varu, zmes občas opatrne premiešajte sklenou tyčinkou (dávajte si pozor aby ste sa nepopálili) a nechajte ju variť dovtedy, kým hladina roztoku nedosiahne značku na vonkajšej strane kužeľovej banky.
6. Ukončite zahrievanie, roztok nechajte mierne ochladiť a potom kužeľovú banku vložte do pripraveného ľadového kúpeľa. (Ľadový kúpeľ pripraví dozor: do väčšej nádoby je potrebné naliať malé množstvo vody a vložiť kocky ľadu).
7. Do roztoku v kužeľovej banke pridajte 20 cm^3 etanolu. (Pozor, etanol sa nesmie používať v blízkosti otvoreného ohňa.) Ochladenú zmes premiešajte sklenou

tyčinkou a nechajte 10 minút stáť v ľadovom kúpeli. Vylučovanie produktu v roztoku môžete urýchliť miešaním sklenou tyčinkou.

8. Z pripravených pomôcok zostavte aparatúru na jednoduchú filtráciu, filtrát budete zachytávať do kadičky. Upravte si hárok filtračného papiera tak, aby ste mohli uskutočniť filtráciu cez skladaný filtračný papier. (Ak si neviete papier upraviť, požiadajte dozor, ten upravený papier poskytne, ale s príslušnou stratou bodov).
9. Zmes v kužeľovej banke premiešajte a prefiltrujte. Zvyšok kryštálikov z banky vyškrabte špachtľou a vypláchnite malým množstvom etanolu.
10. Po ukončení filtrácie filtračný papier s produktom vyberte z lievika (použite pinzetu) a rozložte na hodinové sklíčko. Produkt odovzdajte dozoru.

Úloha 12 Identifikácia voskov (20 bodov)

V očíslovaných skúmavkách (**1 až 4**) sú vodné roztoky: **HCl**, **NaCl**, **H₂O₂** a **H₂O** (v skúmavkách látky nie sú v uvedenom poradí). Určiť, ktorý z roztokov je v konkrétnej skúmavke môžete rôznymi metódami. Jednou z možností je identifikovať látky na základe hodnoty pH a reakcie s roztokmi **AgNO₃** a **KMnO₄**.

Pracovný postup

1. V stojane sú 4 očíslované skúmavky (**1 až 4**) s roztokmi, ktoré je potrebné identifikovať a dve prázdne skúmavky označené **A** a **B**.
2. Pomocou sklenej tyčinky preneste kvapku roztoku zo skúmavky **1** na pH papierik a určite hodnotu pH. Výsledok zapíšete do odpovedového hárku. Rovnakým postupom zistíte hodnotu pH v roztokoch v skúmavkách **2**, **3** a **4**.
3. Z roztoku v skúmavke **1** odlejte približne polovicu do prázdnej skúmavky označenej **A** a druhú polovicu do skúmavky označenej **B**. Do skúmavky **A** pridajte 5 kvapiek roztoku **AgNO₃**, do skúmavky **B** pridajte 5 kvapiek roztoku **KMnO₄**. Obsah skúmaviek opatrne premiešajte a výsledky pozorovania zapíšete do tabuľky v odpovedovom hárku. Potom skúmavky **A** a **B** vylejte, poriadne umyte a nakoniec vypláchnite destilovanou vodou.
4. S roztokmi v skúmavkách **2**, **3** a **4** pracujte rovnako ako v postupe v bode 3.
5. Na základe zistení identifikujte, ktorý z roztokov sa nachádzal v skúmavke **1**, ktorý v skúmavke **2**, ktorý v skúmavke **3** a ktorý v skúmavke **4**.

Do odpovedového hárku doplňte požadované údaje.

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (vedúca autorského kolektívu),

Mgr. Jela Nociarová, PhD., Bc. Adriana Cisková

Recenzenti: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Redakčná úprava: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády

Vydal: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2025