

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

61. ročník, školský rok 2024/2025

Kategória D

Domáce kolo

TEORETICKÉ A PRAKTICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

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

Domáce kolo

Adriána Cisková, Jela Nociarová

Maximálne 60 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Milí žiaci, v úlohách chemickej olympiády sa v tomto ročníku stretneme s tromi oblasťami:

1. Testujeme základy chémie

Budeme si všímať časticové zloženie látok, počet protónov, neutrónov a elektrónov, a to nielen v elektroneutrálnych atómoch, ale aj v katiónoch a aniónoch a izotopoch. Pri riešení úloh využijeme chemické názvoslovie (vrátane názvoslovía jednoduchších hydrogensolí a hydrátov solí). Pozrieme sa na klasifikáciu chemických reakcií (exotermické / endotermické reakcie, chemické zlúčovanie / rozklad, neutralizačné / redoxné / zrážacie reakcie). Zameriame sa aj na faktory ovplyvňujúce rýchlosť chemických reakcií.

2. Skúmame chemické látky a ich zlúčeniny

Tohtoročné úlohy budú zamerané na vlastnosti vodíka – najľahšieho prvku z celej PSP. Vodík je plynná látka, ktorú vieme ľahko pripraviť aj v chemickom laboratóriu, a to reakciou alkalického kovu s vodou alebo reakciou neušľachtilých kovov s kyselinami. V priemysle sa vodík vo veľkých množstvách vyrába elektrolýzou vodných roztokov vhodných látok, napríklad síranu alebo chloridu sodného. Tvorí významné chemické zlúčeniny, s ktorými sa stretávame aj v bežnom živote: je súčasťou vody (a preto sa bližšie pozrieme na to, čo môže znečisťovať vodu, ako prebieha čistenie odpadovej vody a aký je dopad premnoženia siníc v životnom prostredí), peroxidu vodíka a hydrogensolí – niektoré z nich sú súčasťou kypriacich práškov a používajú sa aj v poľnohospodárstve ako hnojivá.

3. Spoznáваме chémiu vďaka chemickým výpočtom

Už ste niekedy riedili hnojivo či postrek pre rastliny z koncentrátu, napríklad v pomere 1 : 10? Alebo ste dávkovali nejaký liek domácemu zvieratku podľa jeho

hmotnosti? Možno ste si to ani neuvedomili, no vlastne ste uskutočňovali chemické výpočty! V úlohách chemickej olympiády sa často stretneme s výpočtami, ktoré súvisia s roztokmi. Budeme počítat hmotnosť rozpustenej látky, objem roztoku, hmotnostný zlomok rozpustenej látky a jej koncentráciu látkového množstva. Je dôležité pripomenúť si aj látkové množstvo, molárnu hmotnosť a prepočty prostredníctvom hustoty. V niektorých úlohách využijeme zákon zachovania hmotnosti pri chemických reakciách. Keďže úlohy tohto ročníka sa často budú týkať plyných látok, pri výpočtoch občas využijeme informáciu, že 1 mol akéhokoľvek plynu pri normálnych podmienkach vždy zaberá objem 22,4 dm³ (v rámci prípravy si stačí pozrieť úlohu 4). A hoci sa niektoré úlohy budú tváriť ako výpočtové, možno zistíte, že pri nich vôbec netreba vyťahovať pero, papier, ani kalkulačku.

Zadania tohtoročných úloh domáceho kola sú o niečo dlhšie ako obvykle, no veríme, že budú pre vás o to zaujímavejšie a po ich vyriešení budete dobre pripravení na riešenie úloh vyšších kôl, ktoré už budú mať obvyklý rozsah. Úlohy všetkých kôl (domáceho, školského, okresného a krajského) sú spoločné pre žiakov základných škôl aj osemročných gymnázií. Pri riešení úloh domáceho kola môžete využívať periodickú sústavu prvkov a akúkoľvek dostupnú literatúru (učebnice, encyklopédie, internet...). V ďalších kolách môžete používať kalkulačku, nie však periodickú tabuľku prvkov ani žiadne ďalšie pomôcky. S pripomienkami k úlohám sa môžete obrátiť na vedúcu autorského kolektívu: jana.chrappova@uniba.sk.

Prajeme vám veľa dobrých nápadov pri riešení úloh!

Autorky

Odporúčaná literatúra:

1. Vicenová H., Ganajová M.: Chémia pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2017. ISBN 978-890-8091-431-8
2. Vicenová H.: Chémia pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2018. ISBN 978-80-8091-492-9
3. Vicenová H., Ganajová M.: Chémia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom. 1. vyd. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, 2019. ISBN 978-80-8091-574-2

Doplnková literatúra:

1. Adamkovič, E., Šimeková, J.: Chémia pre 9. ročník základných škôl. 8. vyd. Bratislava: SPN, 2006. ISBN 80-10-00991-1 – *len kapitoly 1-3 (názvoslovie, redoxné reakcie, látkové množstvo, mólová hmotnosť a látková koncentrácia)*

Úloha 1 Hydrogensoli v potravinárstve (14 b)

Ak sa pri pečení cesta nepoužije droždie alebo kvások, je potrebné pridať prísady, ktoré vytvoria v ceste dutinky – nakypria ho. V tejto úlohe sa pozrieme na najpoužívanejšie kypridlá: sódu bikarbónu, kypriaci prášok a jeleniu soľ – salajku. Zhodou okolností všetky ich účinné kypriace zložky patria medzi hydrogensoli.



Sóda bikarbóna sa teplom rozkladá za vzniku uhličitanu sodného, oxidu uhličitého a ďalšej bežnej zlúčeniny, obsahujúcej atóm vodíka s oxidačným číslom I.

- Napíšte vzorec a chemický názov sódy bikarbóny.
- Napíšte rovnicu chemickej reakcie, ktorá prebieha pri tepelnom rozklade sódy bikarbóny.
- Ktoré produkty rozkladu sódy bikarbóny budú pri pečení koláča plynné?
- Koľko mol CO_2 sa uvoľní, ak zreaguje 1 mol sódy bikarbóny? Pomôžte si rovnicou chemickej reakcie z otázky b).
- Na upečenie koláča sme použili 4,2 g sódy bikarbóny. Aké je to látkové množstvo? Koľko mol CO_2 sa uvoľní z tohto množstva sódy bikarbóny?

Sóda bikarbóna sa používa aj v šumienkach. Pri kontakte šumienky s vodou sa uvoľňuje rovnaký plyn ako pri pečení s použitím sódy bikarbóny, ale vzniká inou chemickou reakciou, a to reakciou sódy bikarbóny s kyselinou prítomnou v šumienke.

- f) Zistite, aká kyselina sa najčastejšie používa v šumienkach a šumivých tabletách na dosiahnutie šumenia. Aké je jej skupenstvo pri izbovej teplote?
- g) Napíšte rovnicu chemickej reakcie sódy bikarbóny s kyselinou chlorovodíkovou (*tá sa v šumienkach samozrejme nepoužíva, ale reakcia sódy bikarbóny s touto kyselinou prebieha podobne ako reakcia s kyselinou s úlohy f), len jej zápis je jednoduchší*).

Kypriaci prášok je zmes sódy bikarbóny a niektorých hydrogensolí kyseliny trihydrogenfosforečnej (napr. dihydrogenfosforečnan sodný a dihydrogenfosforečnan vápenatý). Dihydrogenfosforečnany sa správajú ako kyseliny a preto rozkladajú sódu bikarbónu podobne ako kyseliny v šumienke. Kypriaci prášok je účinnejší ako sóda bikarbóna, pretože pri jeho použití prebiehajú dve chemické reakcie uvoľňujúce plyny:

1. tepelný rozklad sódy bikarbóny – už spomínaný v úlohe b),
 2. vzájomná reakcia sódy bikarbóny a dihydrogenfosforečnanu sodného za vzniku hydrogenfosforečnanu sodného, vody a oxidu uhličitého.
- h) Napíšte vzorce dihydrogenfosforečnanu sodného, dihydrogenfosforečnanu vápenatého a dihydrátu hydrogenfosforečnanu sodného.
- i) Jedna zo spomínaných reakcií prebieha aj pred pečením, už počas prípravy cesta. Ktorá?
- j) Napíšte rovnicu chemickej reakcie uvedenej v bode 2.

Na prípravu niektorých zákuskov a koláčov sa používa špeciálne kypridlo nazývané salajka, alebo aj jelenia soľ. Z chemického hľadiska ide o hydrogenuhlíčan amónny. Salajka sa pri pečení rozkladá na 3 dvojprvkové zlúčeniny, všetky sú pri teplote 200 °C plynné. Dve z týchto zlúčenín vznikajú aj rozkladom sódy bikarbóny, tretia zlúčenina **X** má výrazný zápach, preto treba pri pečení s použitím salajky kuchyňu dobre vetrať.

- k) Napíšte vzorec a názov látky **X**.
- l) Napíšte rovnicu tepelného rozkladu salajky.
- m) Na základe rovnice tepelného rozkladu salajky a sódy bikarbóny napíšte, koľko mol plynných látok vzniká rozkladom 1 mol salajky a 1 mol sódy bikarbóny.
- n) Predpokladajte, že na prípravu cesta použijeme rovnaké látkové množstvo salajky aj sódy bikarbóny. Ktorá látka je účinnejšie kypridlo, a teda vytvorí v ceste viac bubliniek? Svoju odpoveď krátko zdôvodnite.

Úloha 2 Čistenie odpadových vôd (8 b)

Odpadová voda je voda, ktorá je znečistená činnosťou človeka. Čistiareň odpadových vôd (ČOV) je zariadenie, kde sa odstraňujú nečistoty a škodlivé látky zo splaškovej alebo priemyselnej odpadovej vody a tým sa predchádza znečisťovaniu životného prostredia. V ČOV prebieha čistenie tromi spôsobmi: mechanicky, biologicky a chemicky. Odpadová voda môže byť znečistená tuhými látkami, ktoré majú väčšiu alebo menšiu hustotu ako voda, rôzne rozpustené látky a organický odpad. Medzi organický odpad zaraďujeme tekutý odpad, ktorý je produkovaný činnosťou v domácnosti (v kuchyni, v kúpeľni), stravovacích zariadeniach a podobne.

- a) Na obrázku je sedimentačná nádoba nachádzajúca sa v ČOV. Roztriedte nasledujúci materiál znečisťujúci vodu na základe toho, či bude usadený na dne sedimentačnej nádoby, či bude plávať hore na hladine vody alebo bude rozpustený. Jeden znečisťujúci materiál môžete priradiť len k jednej skupine.



slnečnicový olej, benzín, tenké konáre stromov, plastové fľaše, pracie prostriedky, štrk, hnojivá, piesok, chemický postrek na ovocné stromy, časti pôdy

- b) Uvedte, akým spôsobom by ste z odpadovej vody oddelili tuhé látky plávajúce na hladine vody.
- c) Popíšte spôsob, akým by ste z odpadovej vody odstránili vo vode rozpustené látky.
- d) Mikroorganizmy sa živia organickým odpadom, ktorý sa v ich bunkách premieňa na: I. kyslík II. dusík III. vodík IV. oxid uhličitý
- e) Usadzovaním získame z odpadovej vody: I. výkaly II. plastové fľaše III. slnečnicový olej IV. častice pôdy V. štrk

Sinice sú cyanobaktérie, ktoré sú schopné produkovať kyslík prostredníctvom fotosyntézy. Vyskytujú sa na rôznych miestach predovšetkým v sladkých vodách, pôde, vlhkom dreve, ale aj v moriach a oceánoch. Sinice dokážu žiť v prostredí, ktoré je teplejšie ako 45 °C. V mierne tečúcich až stojatých vodách sú súčasťou fytoplanktónu.



- f) Napíšte, čím je spôsobený tzv. vodný kvet.
- g) Priemyselné hnojivá sú zdrojom znečisťovania povrchovej a podzemnej vody. Uvedte 2 prvky, ktorých zlúčeniny zapríčiňujú znečisťovanie povrchovej a podzemnej vody.
- h) Vysvetlite pojem eutrofizácia vôd.

Úloha 3 Vlastnosti alkalických kovov (12 b)

Na chemickom krúžku pani učiteľka chcela ukázať Samovi a Karin vlastnosti alkalických kovov. Alkalické kovy sú prvky, ktoré sa nachádzajú v prvej skupine PSP, okrem vodíka. Pani učiteľka vybrala väčšiu vaničku, do ktorej napustila vodu. Pridala bezfarebný indikátor fenolftaleín. Vybrala z petroleja väčší kúsok sodíka, ktorý položila na filtračný papier a nožom odkrojila menší kúsok. Tento malý kúsok hodila do vaničky a žiaci pozorovali pohyb sodíka na hladine, čo bolo sprevádzané vznikom ružovofialového sfarbenia roztoku vo vaničke. Reakciou sodíka s vodou dochádza ku vzniku hydroxidu sodného a plynného produktu.

- a) Napíšte chemickú rovnicu reakcie sodíka s vodou.
- b) Napíšte čiastkové rovnice oxidácie a redukcie.
- c) Uvedte, ktorá látka je oxidovadlo a redukovadlo v reakcii sodíka s vodou.
- d) Reakcia sodíka s vodou je:

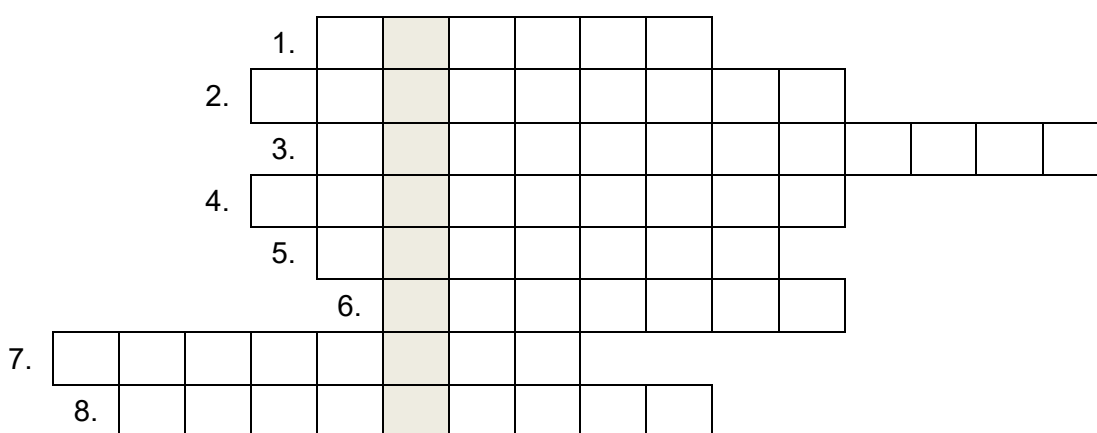
exotermická neutralizácia endotermická chemický rozklad
chemické zlučovanie zrážacia redoxná

- e) Určte, aké pH mal výsledný roztok hydroxidu sodného vo vaničke:
 - a) menšie ako 7 b) približne 7 c) väčšie ako 7
- f) Napíšte značky aspoň 2 ďalších kovov, ktoré reagujú s vodou pri laboratórnej teplote za vzniku podobných produktov.
- g) Vypočítajte, aký návažok sodíka je potrebné hodiť do vaničky, aby ste pripravili roztok hydroxidu sodného s koncentráciou $0,1 \text{ mol/dm}^3$, ak viete, že z 1,0 g sodíka vznikne 1,74 g hydroxidu sodného. Pre zjednodušenie predpokladajte, že celkový objem výsledného roztoku je 500 ml.
- h) Na základe doluuvedenej tabuľky určte, ktorý ďalší indikátor by ste použili, aby ste dokázali prítomnosť hydroxidu sodného v jeho koncentrovanom roztoku. Aké sfarbenie budete pozorovať?

Názov indikátora	Funkčná oblasť indikátora	Farebný prechod
Metylčerveň	4,4 – 6,3	Červená – žltá
Fenolftaleín	8,2 – 10	Bezfarebná – fialová
Metyloranž	3,1 – 4,5	Červená – žltá
Tymolftaleín	9,3 – 10,5	Bezfarebná – modrá
Bromkrezolová zeleň	3,8 – 5,4	Žltá – modrá

Úloha 4 Ľahká úloha (nielen) o ťažkých plynoch (14 b)

a) Vyplňte tajničku, v ktorej nájdete priezvisko talianskeho chemika a fyzika:



- kladne nabitá častica vznikajúca odštiepením elektrónov z atómu
- francúzsky chemik, spoluobjaviteľ zákona zachovania hmotnosti
- veličina udávajúca látkové množstvo rozpustenej látky v danom objeme roztoku
- latinský názov prvku 3. periódy s dvomi elektrónmi na poslednej vrstve
- chemik a fyzik, ktorý prvýkrát definoval pojem „elektronegativita“
- krstné meno objaviteľa periodického zákona
- častica nachádzajúca sa v atómovom obale
- latinský názov prvku, ktorého atóm obsahuje 6 protónov a 6 neutrónov

Taliansky chemik a fyzik Amedeo (priezvisko nájdete v tajničke) zistil, že **rovnaké látkové množstvo akéhokoľvek plynu zaberá pri rovnakých podmienkach** (tá istá teplota a tlak) **vždy rovnaký objem**. Čo to prakticky znamená? Predstavte si, že máte 4 balóny a každý naplníte iným plynom: na nafúkanie prvého balóna použijete 2,0 g vodíka, druhý nafúkate s použitím 4,0 g hélia, tretí s použitím 32 g kyslíka a do štvrtého balóna dáte 40 g argónu.

Avogadrov zákon hovorí, že ak sú všetky 4 balóny pri rovnakej teplote a rovnakom vonkajšom tlaku, ich objem je rovnaký bez ohľadu na plyn, ktorým sme ich naplnili, pretože v každom balóne je rovnaký počet častíc, teda rovnaké látkové množstvo (presne 1,0 mol plynu). Za normálnych podmienok (0 °C a tlak 101 325 Pa) má **1 mol plynu objem približne 22,4 dm³**. Túto konštantu nazývame normálny molárny objem plynu. Zapamätajte si ju, pretože sa s ňou stretne pri niektorých úlohách.¹

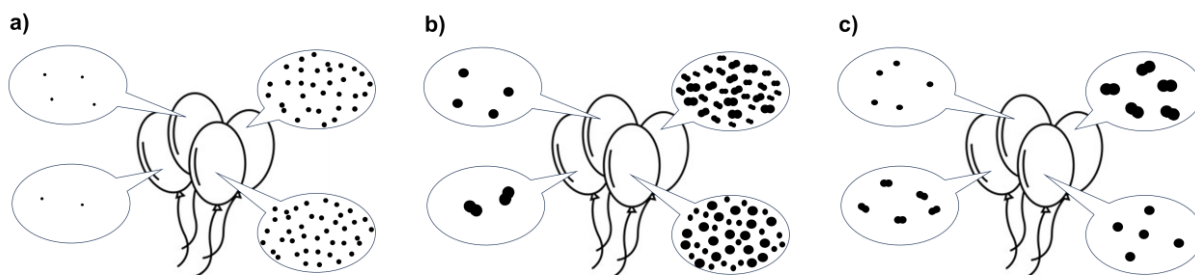
b) Vyplňte tabuľku. Na výpočet hustoty použite údaje z úvodu úlohy, kde je uvedená hmotnosť príslušného plynu a jeho objem pri normálnych podmienkach.

Plyn	Značka prvku	Aké častice sú prítomné v plynnom skupenstve? Atómy alebo molekuly?	Hmotnosť plynu použitého na nafúkanie balóna (kg)	Látkové množstvo použitého plynu (mol)	Objem plynu pri norm. podmienkach (m ³)	Molárna hmotnosť plynu (g/mol)	Koľkokrát je molárna hmotnosť plynu vyššia ako molárna hmotnosť H ₂ ?	Hustota plynu pri normálnych podmienkach (kg/m ³)	Koľkokrát je hustota plynu vyššia ako hustota H ₂ ?
vodík			0,002	1,0	0,0224				
hélium			0,004	1,0	0,0224				
kyslík			0,032	1,0	0,0224				
argón			0,040	1,0	0,0224				

Na základe tabuľky ste si asi všimli, že (pri rovnakých podmienkach, teda rovnaká teplota a tlak) je hustota plynu tým väčšia, čím je väčšia jeho molárna hmotnosť. Vzduch má pri normálnych podmienkach hustotu 1,29 kg/m³. Vzduch nie je chemicky čistá látka, a tak nevieme vypočítať jeho molárnu hmotnosť obvyklým spôsobom. Dá sa však vypočítať na základe jeho zloženia a má hodnotu približne 29,0 g/mol.

c) Na nasledovných obrázkoch je vo výreze znázornený rovnaký, veľmi malý objem nafúkaných balónov 1 – 4, ktoré obsahujú plyny uvedené v úlohe b). Ktorý obrázok je správny?

¹ Pri vyššej teplote je objem plynu väčší, pri nižšej teplote sa objem plynu znižuje. Presný objem plynu pri iných ako normálnych podmienkach nás však v úlohách chemickej olympiády nebude zaujímať.



- d) Ktoré z balónov 1 – 4 sa budú vo vzduchu vznášať?
- e) Napíšte aspoň 3 ďalšie plyny, ktoré majú pri normálnych podmienkach nižšiu hustotu ako vzduch (pomôcka: môžu to byť nielen prvky, ale aj zlúčeniny).
- f) Môže existovať plyn s nižšou hustotou ako vodík pri normálnych podmienkach? Zdôvodnite svoju odpoveď.

Vodík sa v prírode môže vyskytovať vo forme troch izotopov. Izotopy sú atómy, ktoré majú rovnaké protónové číslo, ale rôzne nukleónové číslo. Izotopy ^1H a ^2H sú stabilné a nepodliehajú rozpadu. ^1H sa nazýva aj prócium a ide o najbežnejší izotop vodíka. ^2H sa označuje ako deutérium. Deutérium je súčasťou ťažkej vody, ktorá slúži ako chladivo jadrových reaktorov. ^3H sa označuje ako trícium a v prírode sa vyskytuje len v minimálnych množstvách, keďže je rádioaktívne a rýchlo sa rozpadá.

- g) Označte, či sú dané tvrdenia o izotopoch vodíka pravdivé.

Prócium obsahuje rovnaký počet protónov ako deutérium.	ÁNO/NIE
Deutérium obsahuje rovnaký počet elektrónov ako trícium.	ÁNO/NIE
Každý z izotopov obsahuje rovnaký počet elektrónov.	ÁNO/NIE
Deutérium a trícium obsahujú rovnaký počet protónov.	ÁNO/NIE
Protónové číslo udáva počet protónov a neutrónov, ktoré sa nachádzajú v jadre atómu.	ÁNO/NIE
Nukleónové číslo udáva počet protónov nachádzajúcich sa v jadre.	ÁNO/NIE

Úloha 5 Vodík v doprave (12 b)

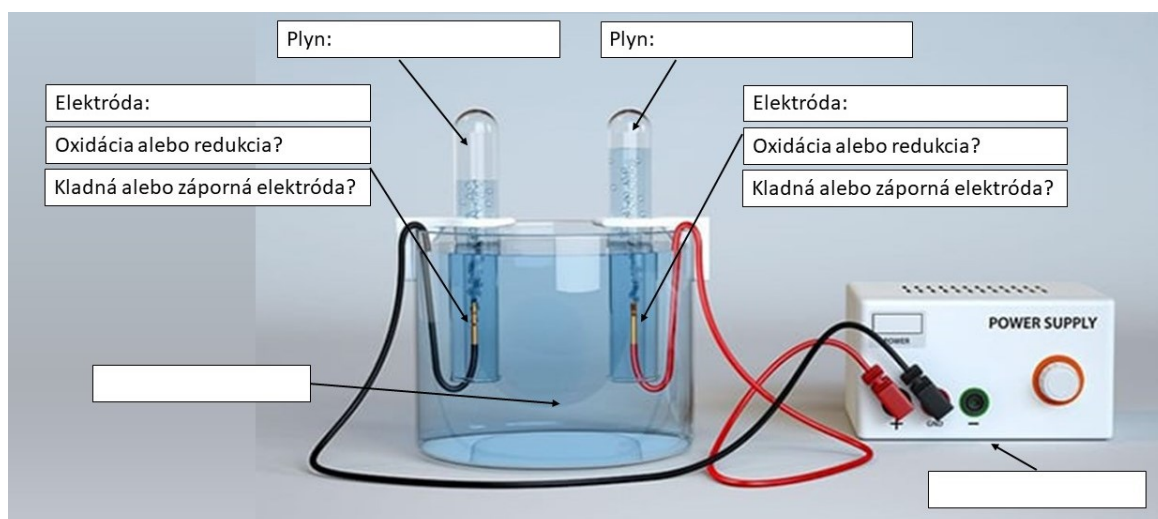
Vodíkom (alebo bezpečnejším héliom) sa kedysi plnili vzducholode, ktoré sa vznášali vďaka veľkému objemu a nízkej hmotnosti. Nevýhodou je výbušnosť vodíka, ktorá bola aj príčinou havárie vzducholode Hindenburg. Po tejto tragickej udalosti sa na využitie vodíka v doprave na mnoho rokov zabudlo. Pri horení vodíka sa však uvoľňuje veľké množstvo energie a bonusom je aj to, že vznikajúci produkt vôbec nie je nebezpečný pre životné prostredie. Spaľovanie vodíka je teda dobrou alternatívou k spaľovaniu

fosílnych palív. Vodíkové autobusy jazdia aj na Slovensku, v Bratislave. Širšiemu využitiu vodíka bránia problémy s jeho bezpečným uskladnením a vysoká cena výroby vodíka – výskum týchto technológií preto prebieha aj v súčasnosti.

Vodík na dopravné účely sa vyrába buď zo zemného plynu (tento spôsob nie je ideálny, keďže ako zdroj je opäť používané fosílné palivo) alebo elektrolýzou vody s prídavkom vhodných látok, ktoré zabezpečia vedenie elektrického prúdu (no elektrolýza sa oplatí len vtedy, keď je k dispozícii dostatok elektriny z obnoviteľných zdrojov, napr. slnečnej alebo veternej).

- a) Napíšte rovnicu chemickej reakcie prebiehajúcej pri horení vodíka.
- b) Do obrázka znázorňujúceho elektrolýzu vodného roztoku NaOH v chemickom laboratóriu na správne miesta doplňte nasledovné pojmy:

zdroj jednosmerného prúdu	katóda
vodík	anóda
kyslík	elektrolyt



- c) Podľa obrázku rozhodnite:
- ktorá elektróda je kladná a ktorá záporná,
 - na ktorej elektróde prebieha oxidácia a na ktorej redukcia.
- d) Vysvetlite, prečo objemy zachytených plynov nie sú rovnaké, napriek tomu, že tieto plyny majú rovnakú teplotu a tlak.
- e) Na prípravu vodíka a kyslíka elektrolýzou nemôžeme použiť destilovanú vodu, pretože nevedie elektrický prúd. Často sa preto používa napríklad roztok síranu sodného. Vypočítajte hmotnosť bezvodého síranu sodného potrebného na prípravu $100,0 \text{ cm}^3$ roztoku s $w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,10$. Hustota pripraveného roztoku je $1,09 \text{ g/cm}^3$.

Z minulého chemického krúžku chemik Samo a Karin vedia, že plynný vodík môžu pripraviť reakciou alkalického kovu s vodou. Avšak na dnešnom chemickom krúžku im pani učiteľka chce ukázať aj iný spôsob prípravy plynného vodíka v laboratóriu, a to reakciou niektorých kovov s kyselinami. Na túto reakciu však nie sú vhodné všetky kovy (napr. meď, striebro, ortuť, platina a zlato) – takéto kovy nazývame ušľachtilé. Pani učiteľka do skúmavky naliala malé množstvo 10%-nej kyseliny chlorovodíkovej a vhodila doň malý zinkový pliešok. Samo s Karin pozorovali uvoľňujúce sa bublinky plynného produktu na zinkovom pliešku.

f) Napíšte, aký iný kov by bolo možné použiť na prípravu vodíka reakciou s kyselinou chlorovodíkovou.

Pani učiteľka sa rozhodla Samovi a Karin ukázať faktory ovplyvňujúce rýchlosť tejto chemickej reakcie a pripravila si ďalšie skúmavky, do ktorých naliala kyselinu chlorovodíkovú a pridala zinok.

g) Označte správne tvrdenia o rýchlosti chemických reakcií v porovnaní s pôvodnou reakciou 10 % kyseliny chlorovodíkovej a zinkového pliešku, ktorú sme uskutočnili pri laboratórnej teplote.

Reakcia v skúmavke, do ktorej bol pridaný práškový zinok namiesto zinkového pliešku, prebiehala rýchlejšie.	PRAVDA/NEPRAVDA
Reakcia v skúmavke, ktorá bola umiestnená v ľadovom kúpeli, prebiehala rýchlejšie.	PRAVDA/NEPRAVDA
Pri použití 5 %-ného roztoku kyseliny chlorovodíkovej reakcia prebiehala pomalšie.	PRAVDA/NEPRAVDA

Koniec teoretickej časti

PRAKTICKÉ ÚLOHY

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

Domáce kolo

Jana Chrappová

Maximálne 40 bodov

Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Realizácia úloh praktickej časti nie je časovo obmedzená, úlohy je potrebné uskutočniť do termínu školského kola.

Na úspešné zvládnutie úloh je potrebné ovládať základné laboratórne postupy a techniky: váženie, meranie objemu odmerným valcom a pomocou pipety, priame zahrievanie (nad plynovým kahanom, príp. na variči), chladenie a príprava ľadového kúpeľa, príprava roztokov s požadovaným zložením, dekantácia, zostavenie aparatúry na filtráciu a jednoduchá filtrácia cez hladký filter a skladaný filtračný papier (vrátane úpravy filtračného papiera, príp. premývania zrazeniny na filtračnom papieri), zahusťovanie roztokov v odparovacej miske nad vodným kúpeľom a zisťovanie pH univerzálnym pH papierikom.

Predpokladom zvládnutia praktickej časti je vedieť pomenovať a používať laboratórne pomôcky, opísať použité laboratórne postupy a výsledky pozorovania. Potrebné je tiež poznať názvoslovie jednoduchých anorganických látok (oxidov, hydroxidov, kyselín, solí, hydrogensolí a hydrátov solí) a základné chemické výpočty (hmotnostný zlomok v súvislosti s prípravou roztokov a zložením zmesi). Je vhodné vedieť vyjadriť chemický dej pomocou reakčnej schémy (uvádza vzorce reaktantov a produktov) a chemickej rovnice (obsahuje vzorce všetkých reaktantov a produktov spolu s príslušnými stechiometrickými koeficientami) a poznať základné princípy acidobázických, redoxných a vylučovacích reakcií. Pri redoxných reakciách bude dôležité poznať aj pojmy: oxidácia, redukcia, oxidovadlo, redukovadlo.

Základná študijná literatúra je uvedená v zadaní teoretických úloh.

Pri realizácii laboratórnych úloh používajte potrebné ochranné pracovné pomôcky.

V tomto ročníku chemickej olympiády sa v praktických úlohách zameriame na zlúčeninu obsahujúcu vodík a kyslík známu pod názvom peroxid vodíka (H_2O_2). Budeme skúmať jeho redoxné účinky na vybrané chemické zlúčeniny, ale tiež vplyv reakčných podmienok na priebeh reakcie a zloženie výsledných produktov.

Úloha 1: Príprava $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (10 b + 10 b)

Pri redoxnej reakcii H_2O_2 s roztokom MnSO_4 v zásaditom prostredí sa vylučuje nerozpustný hydratovaný oxid manganičitý ($\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$). Reakcia je silne exotermická. Zvýšená teplota reakčného systému spôsobuje aj nežiaduci rozklad H_2O_2 , preto je vhodné reakciu uskutočňovať v ľadovom kúpeli. Navyše, rozklad H_2O_2 spôsobuje aj vznikajúci hydratovaný oxid manganičitý, preto sa na reakciu používa nadbytok H_2O_2 . Po ukončení reakcie sa reakčná zmes zriedi destilovanou vodou a nechá chvíľu stáť – nerozpustný produkt sa usadí na dne kadičky a nechá sa „dozrievať“, aby bol hrubozrnnejší a dal sa ľahšie prečistiť pomocou dekantácie.

Pracovný postup

1. Na hodinovom sklíčku odvážite 1,50 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Návažok preneste do kadičky s objemom 100 cm^3 a rozpustíte v 28 cm^3 destilovanej vody (na meranie objemu použite odmerný valec). Kadičku so zmesou umiestnite na sieťku na trojnožke / na varič a začnite zahrievať. Zmes v kadičke opatrne zahrievajte a miešajte sklenou tyčinkou, kým sa soľ úplne nerozpustí (dávajte si pozor, aby ste sa nepopálili). Po rozpustení soli zahrievanie ukončíte.
2. Kadičku s roztokom nechajte mierne ochladiť a potom vložte do vopred pripraveného ľadového kúpeľa. (Príprava ľadového kúpeľa: vo väčšej nádobe zmiešajte kúsky ľadu so studenou vodou z vodovodu). Roztok v kadičke počas chladenia občas premiešajte a nechajte chladiť asi 5 minút.
3. Do dôkladne ochladeného roztoku v kadičke v ľadovom kúpeli pridajte 10 cm^3 roztoku H_2O_2 (objem odmerajte pomocou pipety). Zmes premiešajte a nechajte ďalej chladiť. Počas chladenia sledujte stav ľadového kúpeľa, v prípade potreby ľad doplňte, prípadne odlejte nadbytočné množstvo vody.
4. Pomocou odmerného valca odmerajte 30 cm^3 roztoku KOH. Roztok prelejte do malej kadičky. Potom začnite do zmesi v kadičke položenej v ľadovom kúpeli po malých dávkach (napr. plastovou pipetkou) pridávať roztok KOH. Roztok hydroxidu pridávajte na začiatku po malých dávkach (asi po $1 - 2 \text{ cm}^3$), po každom prídavku chvíľu počkajte, kým sa priebeh reakcie upokojí a až potom zmes premiešajte sklenou tyčinkou. Po prídavku asi polovice objemu, roztok KOH pridávajte po väčších objemoch. Po pridaní celého objemu roztoku KOH kadičku so zmesou z ľadového kúpeľa vyberte a zaznamenajte do odpovedového hárku (do časti Výsledky) zmeny, ktoré ste pozorovali v reakčnej zmesi.

5. Do kadičky s objemom 250 cm^3 najprv nalejte asi 100 cm^3 destilovanej vody, potom do vody prelejte vychladenú reakčnú zmes a nakoniec zmes dôkladne premiešajte sklenou tyčinkou. Tyčinku vyberte a zrazeninu nechajte usadiť na dne kadičky.
6. Roztok nad usadenou zrazeninou zlejte po sklenej tyčinke do umývadla.
7. K usadenej suspenzii v kadičke pridajte pomocou odmerného valca 100 cm^3 destilovanej vody. Zmes premiešajte sklenou tyčinkou a počkajte, kým sa opäť nerozpustná látka neusadí na dne kadičky. Potom roztok nad usadenou zrazeninou opäť zlejte po tyčinke do umývadla.
8. Zostavte aparatúru na jednoduchú filtráciu, filtrát budete zachytávať do kadičky. Upravte si filtračný papier tak, aby ste mohli uskutočniť filtráciu cez skladaný filtračný papier. Upravený filtračný papier odvážte, hmotnosť zapíšte do odpovedového hárku (do časti Výsledky).
9. Ku suspenzii v kadičke pridajte asi 20 cm^3 destilovanej vody. Zmes premiešajte a prefiltrujte. Zvyšok suspenzie z kadičky vypláchnite pomocou stričky destilovanou vodou.
10. Po ukončení filtrácie filtračný papier so zrazeninou opatrne pomocou pinzety preneste na hodinové sklíčko, papier rozprestrite a látku nechajte voľne vyschnúť.
11. Po vysušení papier s produktom odvážte a hmotnosť produktu, ako aj opis jeho vzhľadu zapíšte do odpovedového hárku (do časti Výsledky).

Úloha 2: Redoxné účinky H_2O_2 (5 b + 15 b)

Pracovný postup

1. V stojane máte pripravených 5 čistých skúmaviek, označené sú písmenami **A**, **B**, **C**, **D** a **E**.
2. Do skúmavky **A** odpipetujte 2 cm^3 roztoku síranu železnatého. K roztoku pridajte 1 cm^3 roztoku kyseliny sírovej. Zmes v skúmavke opatrne pretrepte. Do skúmavky pridajte 4 kvapky roztoku peroxidu vodíka. Pozorované zmeny opíšte v odpovedovom hárku.
3. Do skúmavky **B** odpipetujte 2 cm^3 roztoku manganistanu draselného. K roztoku pridajte $1,5\text{ cm}^3$ roztoku kyseliny sírovej. Zmes v skúmavke opatrne pretrepte. Do

skúmavky pomaly pridajte 4 kvapky roztoku peroxidu vodíka. Pozorované zmeny opíšte v odpovedovom hárku.

4. Do skúmavky **C** odpipetujte 2 cm^3 roztoku manganistanu draselného. K roztoku v skúmavke pomaly pridajte 3 kvapky roztoku peroxidu vodíka. Pozorovanie opíšte v odpovedovom hárku.
5. Do skúmavky **D** odpipetujte 1 cm^3 roztoku jodidu draselného. K roztoku pridajte 1 cm^3 roztoku kyseliny sírovej. Do skúmavky pridajte 4 kvapky roztoku peroxidu vodíka. Zmes v skúmavke opatrne pretrepte. Pozorovanie opíšte v odpovedovom hárku. Pozor, reakcia prebieha pomalšie.
6. Do skúmavky **E** odpipetujte $0,5\text{ cm}^3$ roztoku AgNO_3 , prikvapnite 4 kvapky roztoku peroxidu vodíka a zmes v skúmavke opatrne pretrepte. Do skúmavky pridajte jednu kvapku roztoku KOH . Pozorované zmeny opíšte v odpovedovom hárku.

Do odpovedového hárka doplňte požadované údaje.

Pomôcky pre jedného žiaka:

Úloha 1: váhy, hodinové sklo (1 ks), sklená tyčinka (1 ks), kadičky (1 ks 250 cm³, 1 ks 100 cm³ a 1 ks napr. 50 cm³), strička s destilovanou vodou (1 ks), odmerný valec (1 ks, 100 cm³), pipeta (1 ks, 10 cm³), plastová pipetka (1 ks), pomôcky na zahrievanie: trojnožka (1 ks) + sieťka (1 ks) + plynový kahan + zápalky/zapaľovač alebo varič, laboratórny stojan (1 ks), filtračný kruh (1 ks), filtračný lievik (1 ks), štvorec filtračného papiera (1 ks), nožnice (1 ks), ochranné rukavice na prácu s horúcimi predmetmi, ochranné okuliare, pinzeta, nádoba na ľadový kúpeľ + ľad

Úloha 2: stojan na skúmavky + skúmavky (5 ks), pipeta (1 ks 5 cm³, vždy po použití prepláchnuť destilovanou vodou), nástavec na pipetu príp. balónik (1 ks), fixka na označovanie.

Chemikálie pre jedného žiaka:

- *Úloha 1:* 1,50 g MnSO₄·4H₂O, 30 cm³ roztoku KOH (0,5 mol/dm³), 10 cm³ roztoku H₂O₂ (1 cm³ 30 % H₂O₂ + 9 cm³ H₂O), cca 250 cm³ destilovanej vody.
- *Úloha 2:* 2 cm³ roztoku FeSO₄ (0,5 g FeSO₄·7H₂O + 9,5 cm³ H₂O); 4 cm³ roztoku KMnO₄ (0,02 mol/dm³); 1 cm³ roztoku KI (0,02 mol/dm³); 0,5 cm³ roztoku AgNO₃ (0,01 mol/dm³); 10 cm³ roztoku H₂O₂ (1 cm³ 30 % H₂O₂ + 9 cm³ H₂O); 4 cm³ roztoku H₂SO₄ (0,1 mol/dm³), 1 cm³ roztoku KOH (0,5 mol/dm³).

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 2024