SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

63. ročník, školský rok 2026/2027

Kategória D

Domáca príprava

TEORETICKÉ ÚLOHY

TEORETICKÉ ÚLOHY

Chemická olympiáda – kategória D – 63. ročník – šk. rok 2026/27
Domáca príprava

Jela Nociarová, Marek Skupeň

Maximálne 60 bodov
Doba riešenia: časovo neobmedzená

Úvod

Milí žiaci a žiačky, 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 (vrátane izotopov), ale aj v katiónoch a aniónoch. Pri riešení úloh využijeme chemické názvoslovie (vrátane názvoslovia hydrogensolí, hydrátov solí a solí obsahujúcich amónny katión). Pozrieme sa na klasifikáciu chemických reakcií (exotermické / endotermické reakcie, chemické zlučovanie / rozklad, neutralizačné / redoxné / zrážacie reakcie).

2. Skúmame chemické látky a ich zlúčeniny

Tento rok sú úlohy v teoretickej časti zamerané na dusík a jeho zlúčeniny. Dusík je hlavnou zložkou atmosféry zeme, no reaguje len s veľmi malým množstvom látok, pretože jeho molekuly sú veľmi stále. Dusík je nevyhnutnou súčasťou bielkovín a nukleových kyselín. Do pôdy sa dostáva vďaka činnosti baktérií schopných premieňať vzdušný dusík na anorganické zlúčeniny a taktiež hnojením. Priemyselná výroba amoniaku reakciou dusíka a vodíka pri vysokej teplote a tlaku a následná výroba hnojív umožnila zvýšiť úrodu obilnín po celom svete, no nadmerné hnojenie prináša environmentálne problémy. Katalytickým spaľovaním amoniaku vznikajú oxidy dusíka, ktoré je možné premeniť na kyselinu dusičnú. Kyselina dusičná reaguje s mnohými kovmi inak ako bežné anorganické kyseliny (napríklad za vzniku amónnych solí, oxidu dusnatého alebo dusičitého), no znalosť týchto reakcií pre riešenie tohtoročných úloh nebude potrebná – produkty takýchto reakcií budú slovne uvedené v zadaniach. Aj úlohy o reaktivite dusíka budú zamerané skôr na prácu s textom a všeobecné chemické vedomosti, než na znalosť rovníc konkrétnych chemických dejov.

3. Spoznávame 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 počítať 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 a vedomosť, že 1 mól akéhokoľvek plynu zaberá pri normálnych podmienkach objem 22,4 dm^3. A hoci sa niektoré úlohy budú tváriť ako výpočtové, možno zistíte, že pri nich vôbec netreba vyťahovať pero, papier ani kalkulačku.

Aj v tomto roku zadania domácej prípravy majú len teoretickú časť – **praktická časť bude formálne súčasťou školského kola** (keďže riešenie praktických úloh vyžaduje prístup do chemického laboratória a nie je možné sa naň pripraviť doma). Túto časť je potrebné uskutočniť kedykoľvek podľa Vašich časových možností, ideálne do termínu konania školského kola (podľa termínovníka zverejneného na adrese https://nivam.sk/terminovnik-predmetovych-olympiad/). Body získané riešením praktickej časti sú však len internou informáciou o zvládnutí úloh pre Vás, žiakov a vyučujúcich, pretože postup na okresné kolo bude založený výlučne na výsledku teoretického testu školského kola, tak ako doteraz. **Z praktického hľadiska sa preto na riešení úloh chemickej olympiády nič nemení.**

Úlohy všetkých kôl (domácej prípravy, školského, okresného a krajského kola) sú spoločné pre žiakov základných škôl aj osemročných gymnázií. Pri riešení úloh domácej prípravy môžete využívať periodickú sústavu prvkov a akúkoľvek dostupnú literatúru (učebnice, encyklopédie, hodnoverné internetové zdroje...). 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. Veríme, že zadania domácej prípravy budú pre vás zaujímavé a po ich vyriešení budete dobre pripravení na riešenie úloh vyšších kôl.

Prajeme vám veľa dobrých nápadov pri riešení úloh!

Autori

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 3, 2, 1, štart... Do nového ročníka chemickej olympiády! (28 b)

Keď sa povie palivo, väčšina z nás si predstaví zemný plyn, benzín, naftu či drevo. Chemik Samo sa v lete začal zaujímať o kozmonautiku a tak strávil čas čítaním o raketových palivách – a na tie sú kladené prísne požiadavky, napríklad nemôžu tvoriť sadze. Samo sa dočítal, že hlavná raketa misie Artemis II, ktorá v apríli 2026 úspešne obletela Mesiac, používala ako palivo zmes vodíka a kyslíka. Niektoré pomocné motory však používali aj zlúčeniny dusíka. Kedysi sa na tento účel skúmal aj amoniak. Keďže oba produkty horenia amoniaku (bez prítomnosti katalyzátorov) sú bežné zložky atmosféry – prvok **X** a zlúčenina **Y**, reakcia nemá výrazné negatívne dopady na životné prostredie.[1]

a) Napíšte, ktoré dve látky sú hlavným produktom horenia zemného plynu, benzínu, nafty a dreva.

b) Ktorý prvok je hlavnou zložkou sadzí?

c) Napíšte rovnicu horenia plynného amoniaku bez prítomnosti katalyzátora.

d) Určte oxidačné čísla všetkých atómov v rovnici horenia amoniaku. Pomôcka: oxidačné číslo atómu vodíka sa počas tejto reakcie nemení.

e) Napíšte polreakcie oxidácie a redukcie.



Obr. 1 Štart rakety Artemis II[2]

[1] Na katalytickej oxidácii amoniaku je založená priemyselná výroba kyseliny dusičnej: v prítomnosti platinovo-ródiového katalyzátora namiesto prvku **X** vzniká oxid dusnatý. Jeho ďalšou oxidáciou vzniká oxid dusičitý, ktorý sa zavádza do vody v prítomnosti kyslíka za vzniku kyseliny dusičnej.

[2] Zdroj: Chris O'Meara, https://www.pravda.sk/spravy/fotogaleria/1237641-misia-artemis-2-mieri-k-mesiacu#1

Hoci je amoniak za bežných podmienok plyn (teplota varu amoniaku je –33,4 °C), do laboratória sa dodáva ako vodný roztok. V koncentrovanom vodnom roztoku má hmotnostný zlomok amoniaku hodnotu $w(NH_3) = 0{,}26$. Hustota tohto roztoku je 0,904 g/cm^3. Tento roztok má zásadité vlastnosti, a preto sa kedysi nesprávne označoval aj ako hydroxid amónny – v skutočnosti však väčšina molekúl amoniaku v roztoku nie je vo forme iónov, ale vo forme molekúl NH_3.

f) Ak priložíme navlhčený univerzálny indikátorový papierik ku kadičke obsahujúcej koncentrovaný roztok amoniaku, jeho sfarbenie sa zmení. Ak ho ale priložíme ku kadičke obsahujúcej roztok hydroxidu sodného s podobnou koncentráciou, sfarbenie indikátorového papierika ostane rovnaké. Vysvetlite toto pozorovanie.

g) Aké sfarbenie má univerzálny indikátor v zásaditom prostredí?

Keďže vodný roztok amoniaku je zásaditý, pri jeho reakcii s kyselinami vznikajú soli obsahujúce amónny katión NH_4^+. Chemik Samo chce takto pripraviť chloristan amónny, ktorý sa občas používa ako tuhé raketové palivo, pretože sa po zahriatí rozkladá na 4 plynné produkty: chlorovodík, dusík, kyslík a vodnú paru.

h) Napíšte názov a vzorec kyseliny, z ktorej je možné pripraviť chloristan amónny pomocou neutralizácie.

i) Napíšte rovnicu chemickej reakcie prípravy chloristanu amónneho.

j) Vypočítajte látkové množstvo amoniaku v 200 ml jeho vodného roztoku s koncentráciou látkového množstva 0,20 mol/dm^3.

k) Vypočítajte objem koncentrovaného amoniaku potrebného na prípravu tohto roztoku.

Pri horení raketových palív, ale aj pri výbuchu, sa náhle a veľmi rýchlo uvoľňuje veľké množstvo energie a zároveň vzniká veľké množstvo plynných látok, čo spôsobuje tlakovú vlnu. Poďme sa pozrieť, koľkokrát sa zväčší objem produktov oproti objemu reaktantov, ak sa rozloží 1 mol chloristanu amónneho.

Poznámka: v úlohách l) až q) považujte vodu za plynný produkt, keďže reakcia prebieha pri vyššej teplote.

l) Napíšte rovnicu chemickej reakcie rozkladu chloristanu amónneho za vzniku chlorovodíka, dusíka, kyslíka a vodnej pary. Pomôcka: stechiometrický koeficient chloristanu amónneho v rovnici rozkladu je 4.

m) Na základe chemickej rovnice z úlohy l) určte celkové látkové množstvo plynných produktov, ktoré vznikne rozkladom 1 mol chloristanu amónneho.

n) Vypočítajte, aký objem by zaberali všetky produkty (vrátane vodnej pary) po ochladení na normálne podmienky (teplota 0 °C a bežný atmosférický tlak), ak viete, že 1 mol akéhokoľvek plynu zaberá pri takýchto podmienkach objem 22,4 dm^3. Pre zjednodušenie uvažujte, že všetky produkty (vrátane vodnej pary) ostanú v plynnom skupenstve aj pri 0 °C a bežnom atmosférickom tlaku.[3]

o) Hustota tuhého chloristanu amónneho je približne 1,95 g/cm^3. Vypočítajte objem, ktorý zaberá 1 mol tuhého chloristanu amónneho. M(N) = 14,0 g/mol, M(H) = 1,0 g/mol, M(Cl) = 35,5 g/mol, M(O) = 16,0 g/mol

p) Na základe výsledkov úlohy m) a n) určte, koľkokrát väčší je objem plynných produktov rozkladu chloristanu amónneho (pri normálnych podmienkach) v porovnaní s reaktantom, z ktorého vznikli.

q) Ktorý piktogram sa používa na označenie výbušných látok?

I) II) III) IV)



Úloha 2 Spoznávame dusík (12 b)

a) Do nasledovného textu o dusíku doplňte správne údaje:

Dusík sa nachádza v ..... . skupine periodickej sústavy prvkov (starší názov: V. hlavná skupina), spolu s ..... , ... , ... , bizmutom a moscoviom (nestálym prvkom, ktorý bol pripravený len v stopových množstvách). Tieto prvky sa nazývajú aj pentely alebo pniktogény – tento názov je odvodený z gréckeho slova *pnígein*, čo znamená udusiť – keďže už v minulosti sa zistilo, že dusík nepodporuje horenie.

[3] Poznámka: skutočný objem plynov vzniknutých pri rozklade chloristanu je výrazne vyšší, pretože ich teplota je v skutočnosti výrazne vyššia ako 0 °C a objem plynov sa s rastúcou teplotou zväčšuje.

Spoločnou vlastnosťou atómov pniktogénov je, že na ..... obsadenej elektrónovej vrstve, ktorá sa nazýva aj valenčná vrstva, majú ..... elektrónov. Najnižšiu molárnu hmotnosť zo všetkých pniktogénov má chemický prvok ..... s protónovým číslom ..... . Tento prvok sa v prírode vyskytuje vo forme dvoch stabilných ..... , ktoré sa líšia nukleónovým číslom.
Vzduch, ktorý dýchame, je zmes plynov. Objemovo ho tvorí približne 78 % ....., 21 % ..... a malé množstvá ďalších plynov. Priemyselne sa dusík získava frakčnou ..... skvapalneného vzduchu.

b) Ktoré z pniktogénov patria medzi nekovy?
c) Aká je molárna hmotnosť molekulového dusíka?
d) Uveďte počet protónov, neutrónov a elektrónov v časticiach $^{14}_{7}\mathrm{N}$ a $^{15}_{7}\mathrm{N}$.
e) Uveďte príklady na ďalšie dve plynné látky, ktoré sa nachádzajú vo vzduchu.
f) Napíšte, či je získavanie dusíka zo vzduchu fyzikálny alebo chemický dej.
g) Vyberte správnu možnosť:
   Vzduch (neobsahujúci prach, dym, hmlu ani kvapky) je:
   a) rovnorodá zmes b) chemicky čistá látka c) suspenzia d) emulzia
h) Je vzduch (neobsahujúci prach, dym, hmlu ani kvapky) roztok? Vysvetlite.

Úloha 3 Spoznávame zlúčeniny dusíka (14 b)

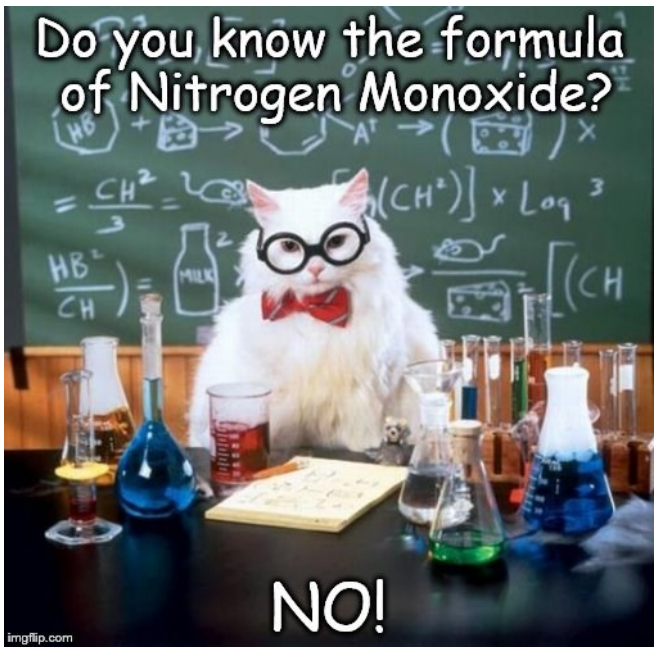
a) Na stole máte 8 kartičiek so značkami chemických prvkov. Vytvorte z nich vzorce a názvy zlúčenín dusíka podľa doluuvedeného popisu. (Niektoré kartičky môžu byť použité vo vzorci aj viackrát.)

H	**N**	**O**	**Na**	**Ag**	**K**	**S**	**Cl**

1. jedovatá zlúčenina, ktorá sa však v malých množstvách používa aj ako konzervant v mäsových výrobkoch
2. salmiak
3. oxid dusíka používaný v zdravotníctve aj ako hnací plyn do šľahačky
4. oxid dusíka, ktorého molekula obsahuje 7 atómov

5. červenohnedý plyn, ktorý vzniká reakciou medi s koncentrovanou kyselinou dusičnou
6. zlúčenina kyslíka a dusíka v mólovom pomere 1:1
7. bežná soľ kyseliny dusičnej (obsahujúca len atómy H, N a O) používaná ako hnojivo aj výbušnina
8. hnojivo známe pod názvom čílsky liadok
9. nestála, slabá kyslíkatá kyselina, ktorá vo svojej molekule obsahuje 4 atómy
10. plynná zapáchajúca žieravá látka so zásaditými vlastnosťami
11. významná kyselina používaná na výrobu hnojív a výbušnín
12. látka používaná na dôkaz chloridových iónov, kedysi známa ako *lapis infernalis*

b) Zapíšte rovnicu reakcie *lapis infernalis* so *salmiakom* v bežnom aj skrátenom iónovom tvare.



Obr. 2 Oxid dusnatý[4]

[4] Zdroj: https://imgflip.com/i/11sk3x

Úloha 4 (Ne)vyťahujte kalkulačky! (6 b)

Chemik Samo sa opäť vybral do laboratória. V skrinke so zlúčeninami alkalických kovov našiel dusičnan lítny, sodný a draselný.

a) Napíšte, ktorá z troch spomínaných tuhých látok má najnižšiu molárnu hmotnosť, ak viete, že molárna hmotnosť lítia je približne 7 g/mol, sodíka 23 g/mol a draslíka 39 g/mol.

b) Napíšte, ktorá z týchto látok obsahuje v 1 g látky najmenší počet častíc.

Keďže všetky dusičnany sú veľmi dobre rozpustné vo vode, Samo by chcel z každej látky pripraviť roztok. Zatiaľ však uvažuje, či sa pri príprave roztokov zamerať na hmotnostný zlomok alebo koncentráciu rozpustenej látky.

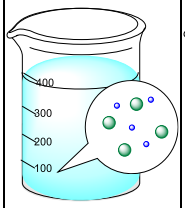
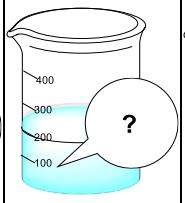
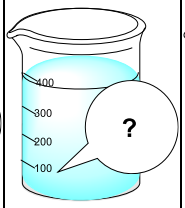
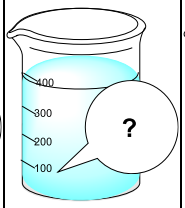
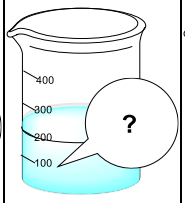
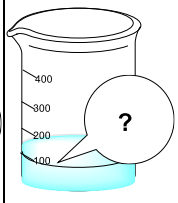
c) Napíšte názov látky, ktorá bude mať vo vzniknutom roztoku najnižší hmotnostný zlomok, ak Samo pripraví tieto tri roztoky tak, že v 200 ml vody rozpustí 0,001 mol príslušnej látky.

d) Napíšte názov látky, ktorá bude mať vo vzniknutom roztoku najnižšiu koncentráciu, ak Samo pripraví tieto tri roztoky tak, že 200 ml roztoku bude obsahovať 0,10 g príslušnej látky.

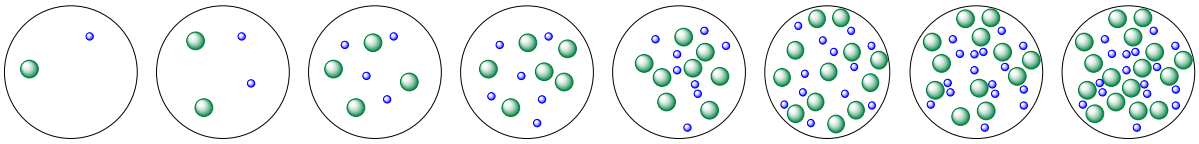
Samo sa nakoniec rozhodol pripraviť len jeden roztok, a to rozpustením 0,10 g dusičnanu draselného v 200 cm^3 vody. Tento roztok chce využiť na pohnojenie muškátov na okne laboratória. Odmerný valec, ktorý Samo použil na odmeranie potrebného množstva vody, mal však už trochu ošúchanú stupnicu, a preto sa Samo pomýlil a omylom pripravil až 400 cm^3 roztoku. Našťastie si to všimla jeho spolužiačka Karolínka a teraz diskutujú, ako upraviť pripravený roztok tak, aby mal približne rovnakú koncentráciu ako potrebujú na hnojenie. Majú nasledovné nápady:

1) Z roztoku odlejú 200 cm^3 do menšej kadičky.
2) K pôvodnému roztoku pridajú ešte 0,10 g dusičnanu draselného.
3) K pôvodnému roztoku pridajú ešte 0,20 g dusičnanu draselného.
4) Pôvodný roztok zahustia odparovaním na polovicu objemu.
5) Pôvodný roztok zahustia odparovaním na jednu štvrtinu objemu.

V nasledovnej tabuľke je znázornený Samov pôvodný roztok a roztoky 1 - 5, ktoré sú výsledkom Samových a Karolínkiných nápadov 1 - 5. Bubliny pri kadičkách znázorňujú rovnaký (veľmi malý) objem roztoku. Častice rozpustenej látky sú znázornené ako modré bodky (sodné katióny) a zelené bodky (dusičnanové anióny). Molekuly vody pre zjednodušenie nie sú znázornené.

Nápad	Samov pôvodný roztok	1	2	3	4	5
Roztok						
Obrázok (písmeno)	C	_____	_____	_____	_____	_____

Obrázky A - H, ktoré treba doplniť namiesto otáznikov:



A B C D E F G H

e) Rozhodnite, ktoré z obrázkov A - H treba doplniť na miesta otáznikov na obrázkoch 1 - 5. Niektoré obrázky A - H môžete použiť aj viackrát.

f) Z možností (nápadov) 1 - 5 vyberte tie, ktorých výsledkom je roztok s koncentráciou podobnou, ako keby sme rozpustili 0,10 g dusičnanu draselného v 200 cm^3 vody (jeho objem môže byť iný ako 200 cm^3).

g) Aké sfarbenie by mal nesvietivý plameň plynového kahana, ak by sme naň na platinovom drôtiku naniesli koncentrovaný roztok dusičnanu sodného?

Autori: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (vedúca autorského kolektívu),
Mgr. Jela Nociarová, PhD., Bc. Marek Skupeň
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 2026