

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória EF

Domáce kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Domáce kolo

Anna Ďuricová

Maximálne 15 bodov (b)

Úvod

Milí súťažiaci,

Tohtoročné zameranie chemickej olympiády kategórie EF je spoločne zamerané na aktuálnu tému, ktorá hýbe ekonomickým svetom, a to výmena fosílnych surovín a palív za obnoviteľné zdroje. Závislosť krajín bez potenciálu na zemské neobnoviteľné zdroje je veľká a spôsobuje problémy a ťažkosti aj bežným spotrebiteľom plynu, palív a energie.

Podme sa teda pozrieť na zemný plyn, uhľovodíky a palivá z rôznych chemických stránok – fyzikálneho, organického či biochemického hľadiska, ale aj z technologických a materiálových bilancií.

V prvej časti „Všeobecnej a fyzikálnej chémie“ sa bude niť tejto témy vinúť koncentračnými výpočtami – zopakujete a natrénujete si rôzne vyjadrenia množstva látky v zmesi. Ďalšou témou v tejto časti je chemická rovnováha a poslednou fyzikálnochemickou témou je termochémia.

Do riešenia úloh Vám prajeme veľa chuti, vytrvalosti a úspechov, veríme že Váš chemický svet bude obohatený aj touto olympionickou aktivitou.

Pripomíname, že základom úspechu je dôkladné pochopenie domáceho kola, ktoré sa v rôznych obmenách bude v ďalších kolách opakovať.

Odporúčaná literatúra

1. A. Sirota, J. Kandrác: *Výpočty v stredoškolskej chémii*. 2. vyd., SNP, Bratislava, 1995.
2. <https://www.truni.sk/sites/default/files/uk/f000069.pdf>
3. K. Daučík a kol.: *Fyzikálna chémia pre 3. ročník SPŠ chemických*. Alfa, Bratislava, 1980.

4. V. Novotný a kol.: *Zbierka príkladov a úloh z chémie 1. Doplnková učebnica pre SPŠ chemické a s chemickým zameraním*. Alfa, Bratislava, 1980.
5. Predošlé ročníky chemickej olympiády.
6. Internetové zdroje

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Koľko gramov vody a metanolu je treba na prípravu 1000 g roztoku, pri ktorom požadujeme, aby pri teplote 20 °C:

- a) molárny zlomok metanolu v ňom bol 0,2;
- b) hmotnostný zlomok metanolu bol 0,2;
- c) objemový zlomok metanolu bol 0,2;
- d) molalita metanolu bola 1 mol.kg⁻¹;
- e) molárna koncentrácia metanolu bola 1 mol.dm⁻³.

poznámka: Predpokladajte , že nedochádza k zmene objemu pri miešaní.

Úloha 2 SENIOR, JUNIOR (7,5 b)

V plyne, ktorý obsahuje oxid uhoľnatý, vodík, metán a vodnú paru, možno zvýšiť obsah metánu reakciou prebiehajúcou v plynnej fáze, pri teplote 600 °C a tlaku 101,325 290 kPa:



Z reaktora vystupuje 100 mol plynu s obsahom 10 % CO, 12 % vodnej pary, 40 % metánu a vodík. Všetky percentá sú mólové. Objem reaktora je 2500 l. Stupeň konverzie CO bol 0,5. Vypočítajte:

- a) rozsah reakcie;
- b) množstvo vstupujúceho plynu;
- c) stupeň konverzie vodíka, pri stechiometrickom pomere reagujúcich látok;
- d) rovnovážnu konštantu reakcie pri daných podmienkach K_c;
- e) mólovú hmotnosť vstupujúceho plynu.

Úloha 3 SENIOR (7,5 b)

Jedným z rozlišovacích znakov nášho druhu homo sapiens v porovnaní s ostatnými živočíchmi je to, že spotrebúvame oveľa viac energie, než je obsiahnuté v potrebnej potrave. Na Slovensku sa v priemere spotrebuje 70 MJ na osobu a deň. V praveku,

po objave ohňa, spotrebovával človek len asi 7 MJ denne, t.j. 11 krát menej. Priemerný občan USA ale spotrebuje denne 1 000 MJ, priemerný Indián len 10 MJ.

Primárne zdroje energie na Zemi možno rozdeliť do dvoch skupín:

- Obnoviteľné a ekologicky prijateľné – slnečná energia, vodná energia, veterná energia, energia biomasy, prílivová energia, geotermálna energia a deuterium.
- Neobnoviteľné a ekologicky problematické zdroje – uhlie, ropa, zemný plyn, urán a tórium.

Čo je najlepšie palivo?

Pomocou termochemických rovníc zistíte najlepšie palivo z energetického hľadiska – v $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a z hmotnostného hľadiska v $\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$. Vypočítajte štandardné spaľovacie entalpie pre uhlie (pre jednoduchosť ho považujeme za uhlík), zemný plyn, vodík a etanol.

Štandardné tvorné (zlučovacie) entalpie látok sú:

látka	$\Delta_{\text{tv}}H^0_{298}$ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
CO_2	-393,51
H_2O	-285,84
CH_4	-74,69
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	-277,63

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [$\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$]	
C	12,011	
O	15,999	
H	1,008	
$\rho(\text{CH}_3\text{OH})$	0,7912 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$t = 20^\circ\text{C}$
$\rho(\text{H}_2\text{O})$	0,9982 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$t = 20^\circ\text{C}$

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Domáce kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov (b)

Úvod

Témou 62. ročníka chemickej olympiády sú fosílné suroviny. Fosílné suroviny sú látky, ktoré vznikali milióny rokov z pozostatkov živočíchov a rastlín. V prevažnej miere sa využívajú ako zdroj energie, pričom ide o neobnoviteľný zdroj energie. Do tejto skupiny látok patrí zemný plyn, uhlie a ropa. V úlohách z organickej chémie sa budeme zaoberať zložením fosílnych surovín, ich vlastnosťami, ale hlavne ich použitím v praxi.

Tip: Úlohy jednotlivých kôl na seba nadväzujú. Pred riešením vyšších kôl je preto vhodné si zopakovať úlohy z kôl predošlých.

Odporúčaná literatúra

1. R. Kucler, J. Svoboda: *Organická chémia*, Alfa, Bratislava, 1969, s. 43 – 46.
2. Súčasné učebnice organickej chémie používané na školách.
3. Voľne dostupné informácie na internete.

Úloha 1 (1,5 b) Zemný plyn

Zemný plyn je bezfarebný plyn bez zápachu. Je netoxický, zdraviu neškodlivý, ale je mimoriadne horľavý a so vzduchom tvorí výbušnú zmes. Ťaží sa z podzemných ložísk. Po chemickej stránke je zemný plyn zmes piatich základných parafínov, a teda obsahuje najmä metán, etán, propán, bután a pentán. Medzi ďalšie zložky patrí napríklad oxid uhličitý, dusík, sírovodík, hélium alebo vodná para. Na Slovensku sa spotrebiteľom distribuuje zemný plyn, ktorý obsahuje 99% metánu a preto sa vlastnosti zemného plynu aproximujú vlastnosťami metánu.

Zemný plyn sa u nás využíva prevažne na vykurovanie, varenie, ohrev vody, ale aj na výrobu elektrickej energie a pohon dopravných prostriedkov. Pre všetky tieto účely je potrebný energetický potenciál zemného plynu, ktorý získame jeho spaľovaním. Napíšte a správne vyčísľte rovnice dokonalého a nedokonalého spaľovania zemného plynu za predpokladu, že zloženie zemného plynu je čistý metán.

Úloha 2 (3 b) Odorizácia zemného plynu

Zemný plyn je sám o sebe plyn bez zápachu. Vzhľadom na jeho výbušné vlastnosti je potrebné vedieť identifikovať, ak dochádza k jeho úniku. Preto sa k zemnému plynu pridáva v malom množstve tetrahydrotiofén, ktorý zemnému plynu dodáva charakteristický zápach.

Tetrahydrotiofén je sírna heterocyklická zlúčenina, ktorá sa pripravuje katalyzovanou reakciou tetrahydrofuránu so sírovodíkom. Tetrahydrofurán sa najčastejšie pripravuje dehydratáciou 1,4-butándiolu. Ten je možno pripraviť kondenzáciou acetylénu s formaldehydom a následnou hydrogenáciou.

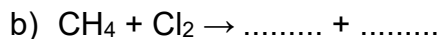
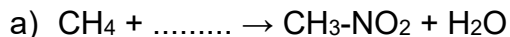
Napíšte prípravu tetrahydrotiofénu vyššie spomenutým spôsobom. Formaldehyd pripravte zo syntézneho plynu a acetylén reakciou karbidu vápnika s vodou.

Úloha 3 (1,75 b) Redukcia N_2O uhlíkovodíkmi zemného plynu

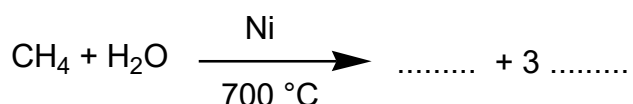
Spaľovanie zemného plynu nie je jediný spôsob jeho využitia. V dnešnej dobe zameranej na ekologizáciu je v priemyselnej výrobe kladený veľký dôraz na znižovanie emisií oxidov dusíka. Oxid dusný je možno zredukovať na dusík na vrstve katalyzátora pomocou zemného plynu. Napíšte dve rovnice redukcie oxidu dusného, pričom v jednej reakcii vzniká oxid uhoľnatý a v druhej vzniká oxid uhličitý. Rovnice správne vyčísľte.

Úloha 4 (0,75 b) Metán

Metán tvorí hlavnú zložku zemného plynu. Je to stabilný plyn s nízkou reaktivitou. Pri zvýšenej teplote je možné získať niekoľko derivátov metánu. Doplňte rovnice metánu:



d)



Úloha 5 (1,5 b) Ohrev vody

Ako bolo spomenuté v predošlých úlohách, zemný plyn sa často používa na vykurovanie a ohrev vody. Vypočítajte, koľko litrov zemného plynu spotrebujete, ak chcete ohriať 2 litre vody v hrnci z teploty 20 °C na teplotu varu?

Poznámky: Zanedbajte straty tepla do okolia - uvažujte, že celá energia zemného plynu ohreje vodu v hrnci.

Nižšie v tabuľkách sú uvedené vlastnosti vody a zemného plynu. Vyberte si tie hodnoty, ktoré pre výpočet potrebujete.

Výsledky zaokrúhľujte na 2 desatinné miesta.

Vlastnosti zemného plynu		
Mólová hmotnosť	16	g/mol
Teplota varu	-162	°C
Hustota	0,718	kg/m ³
Výhrevnosť	34 200	kJ/m ³

Vlastnosti vody		
Mólová hmotnosť	18	g/mol
Teplota varu	100	°C
Hustota (pri 20°C)	998,2	kg/m ³
Hustota (pri 40°C)	992,2	kg/m ³
Hustota (pri 60°C)	983,2	kg/m ³
Hustota (pri 80°C)	971,8	kg/m ³

Hustota (pri 100°C)	958,4	kg/m ³
Tepelná kapacita vody	4,19	kJ/(kg.K)

Úloha 6 (0,5 b) Ropa

Kvapalným zástupcom fosílnych surovín je ropa. Ropa je základnou surovinou pre petrochemický priemysel. Vyrábajú sa z nej pohonné látky ako benzín, nafta či letecký benzín. Pri spracovaní ropy získavame aj látky, ktoré sú nevyhnutné pre určité odvetvia chemického priemyslu, hlavne pre výrobu plastov, ale svoje využitie si našli aj pri výrobe liekov, pesticídov a hnojív.

Veľmi dôležitým a známym pojmom pri spracovávaní ropy je krakovanie. Ide o proces štiepenia dlhých uhľovodíkových reťazcov na kratšie, ktoré sa nachádzajú v benzíne alebo nafte. Krakovanie môže byť termické, prebiehajúce pri vysokej teplote alebo katalytické, s použitím katalyzátora.

Napíšte rovnicu termického krakovania hexadekánu na oktán a oktén.

Úloha 7 (1 b) Uhlie

Uhlie je fosílna surovina v pevnom skupenstve. Na rozdiel od zemného plynu a ropy, ktoré vznikli rozkladom zvyškov uhynutých živočíchov a rastlín, uhlie vzniklo z odumretých tiel rastlín účinkom tlaku a teploty.

Poznáme 3 druhy uhlia: hnedé, čierne a antracit.

- Ktoré z týchto troch druhov uhlia je najkvalitnejšie?
- Akým jednoslovným názvom sa označuje hnedé uhlie?

Pri spaľovaní uhlia vzniká oxid uhličitý, oxid siričitý, oxidy dusíka aj popolček, čím predstavuje jeden z najškodlivejších procesov z hľadiska dopadu na životné prostredie.

- Ktorá z vyššie vymenovaných látok obsiahnutých v uhoľných spalínach reaguje s vodnou parou za vzniku kyslých dažďov?

Pre skvalitnenie vlastností uhlia a zvýšenie jeho výhrevnosti sa z neho pri vysokých teplotách okolo 1000 °C a bez prístupu kyslíka odstraňujú prchavé zložky.

- Ako sa nazýva produkt tohto procesu?

Hnaním vodnej pary cez rozžeravenú vrstvu uhlia dochádza k splyňovaniu uhlia, pričom vzniká plynná zmes, tzv. vodný plyn, ktorý sa využíva na vykurovanie ale aj ako prekursor v chemickom priemysle.

e) Napíšte rovnicu splyňovania uhlia.

ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKO A BIOCHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Domáce kolo

Ladislav Blaško

Konštanty potrebné na riešenie úloh sú uvedené v prílohe.

Maximálne 15 bodov (b)

Úvod

V tomto ročníku chemickej olympiády v jej biochemickej časti sa zameriame na uhľovodíky. Najvýznamnejším zdrojom uhľovodíkov je ropa a zemný plyn. Uvedené nerastné suroviny nazývame fosílné palivá, vznikli v dávnych geologických dobách rozkladom rastlinných a živočíšnych organizmov bez prístupu vzduchu. Kým zemný plyn je tvorený prakticky iba metánom, ropa je zmesou uhľovodíkov.

Rozkladom organických látok pôsobením určitých mikroorganizmov za anaeróbných podmienok vzniká metán. V prírode vzniká metán v močiaroch, rašeliniskách a morských hĺbinách. Veľká časť metánu uniká do životného prostredia v dôsledku ľudskej činnosti, napríklad z poľnohospodárstva alebo zo skládok komunálneho odpadu. Uvedené procesy dnes vieme realizovať priemyselne a z biologického odpadu vyrábať metán, ktorý sa energeticky zhodnocuje. Takto sa zmenší podiel metánu unikajúceho do životného prostredia, keďže metán je skleníkový plyn a podieľa sa na globálnom otepľovaní Zeme.

Významným zdrojom kvapalných a tuhých uhľovodíkov je ropa. Mnohé zložky ropy sú pre človeka jedovaté a karcinogénne. Organizmus človeka a zvierat má mechanizmy ako tieto látky transformovať a vylúčiť. Mikroorganizmy dokážu tieto látky metabolizovať a energeticky zhodnotiť

Pre úspešné zvládnutie úloh je potrebné naštudovať hlavne tieto oblasti:

1. Klatráty metánu a CO_2 . Výpočty z chemických rovníc. Výpočty reakčného tepla a objemu plynu s použitím stavovej rovnice ideálneho plynu. (JUNIOR)

2. Základy metanogenézy, príprava metánu, acetylénu a propínu z anorganických zlúčenín. Výpočty z chemických rovníc. Výpočty reakčného tepla a objemu plynu s použitím stavovej rovnice ideálneho plynu. (JUNIOR + SENIOR)
3. Metán, alkány a cykloalkány ako zdroj uhlíka a energie mikroorganizmov. Bio-transformácia aromatických uhľovodíkov (benzén, toluén) v organizme človeka a mikroorganizmami. (SENIOR)

Odporúčaná literatúra

1. J. Kmeťová, M. Skoršepa, M. Vydrová: Chémia pre 3. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom, Vydavateľstvo Matice slovenskej, Martin, 2011.
(učebnica je dostupná vo formáte pdf na
<https://www.chemkagymtop.sk/docs/03.pdf>)
2. Z. Vodrážka: Biochemie, Nakladatelství Academia, Praha, 2007.
3. R. K. Murray a kol.: Harperova biochemie, 3. české vydání, H&H, 1998.
4. K. Barna: Úvod do lekárskej chémie, Vydavateľstvo Osveta, Martin, 1975.
5. Dobrota a kol.: Lekárska biochémia, Osveta Martin, 2016.
6. Učebnice podľa vlastného výberu a dostupnosti, hodnoverné internetové zdroje.

Úloha 1 (JUNIOR, 7b)

Klatrát metánu je biela kryštalická látka. V prírode vzniká kryštalizáciou metánu s vodou pri nízkej teplote a vysokom tlaku. Pri kryštalizácii sa do dutín vznikajúcej kryštalickej mriežky ľadu zabudujú molekuly metánu. Klatráty sú z tohto dôvodu efektívnym úložiskom metánu lebo je vtlačený do dutín bez zväčšenia objemu ľadu. To umožňuje získanie veľkého objemu metánu z pomerne malého množstva ľadu. Najčastejšie sa v prírode vyskytuje klatrát metánu tvoriaci kubickú kryštalickú mriežku s dĺžkou strany 12 Å ($1 \text{ Å} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$). Tvorí ju 46 molekúl vody a 8 molekúl metánu.

Klatrát metánu sa za laboratórnej teploty topí na vodu a uniká plyný metán.

1.1 Vypočítajte hustotu klatrátu metánu.

Aby sa mohol v prírode vytvoriť klatrát metánu okrem nízkej teploty je potrebný vysoký tlak. Minimálny tlak potrebný na vytvorenie klatrátu metánu je rovný hydrostatickému tlaku v hĺbke 500 m pod hladinou mora.

1.2 Vypočítajte minimálny tlak potrebný na vytvorenie klatrátu metánu. Výsledok uveďte v MPa. Hustota morskej vody je $1,2 \text{ g.cm}^{-3}$.

1.3 Vypočítajte objem metánu pri teplote 20 °C a normálnom tlaku, ktorý sa nachádza v 1 m^3 klatrátu metánu.

Klatrát metánu po zapálení zhorí na oxid uhličitý a vodnú paru. Reakčné teplo je dostatočne veľké na udržanie reakcie a odparenie kryštalickej vody. Po reakcii nezostávajú žiadne kvapalné alebo tuhé zvyšky.

1.4 Vypočítajte využiteľné teplo, ktoré môžeme získať spálením 1 kg klatrátu metánu s teplotou 0 °C na oxid uhličitý a vodnú paru s teplotou 100 °C , ak výhrevnosť metánu je 802 kJ.mol^{-1} .

Úloha 2 (JUNIOR + SENIOR, 8b)

Metán je konečným produktom rozkladu biomasy v anaeróbných podmienkach. Anaeróbna degradácia biomasy je proces niekoľkých po sebe nasledujúcich krokov. Na degradácii sa postupne podieľajú tri skupiny mikroorganizmov: kvasné baktérie, anaeróbne oxidujúce baktérie a metanogénne baktérie. Kvasné baktérie rozkladajú biopolyméry (bielkoviny, polysacharidy, lipidy) na rozpustné monoméry a následne až na mastné kyseliny, alkoholy, vodík a oxid uhličitý. Mastné kyseliny a alkoholy sú inou skupinou mikroorganizmov oxidované na vodík, kyselinu octovú, kyselinu mravčiu a oxid uhličitý, ktoré sú metanogénnymi baktériami transformované na metán.

Pri acetoklastickej metanogenéze sú polysacharidy postupne rozkladané na glukózu. Glukóza je fermentovaná na kyselinu octovú, oxid uhličitý a vodík. Následne je kyselina octová archeobaktériami rozložená na metán a oxid uhličitý.

2.1 Napíšte chemickými rovnicami rozklad glukózy až na metán pri acetoklastickej metanogenéze.

2.2 Vypočítajte objem metánu pri normálnom tlaku a teplote 25 °C, ktorý môžeme získať z jednej tony biomasy, ktorá po rozklade polysacharidov obsahuje 10 % glukózy.

2.3 Vypočítajte teplo, ktoré môžeme získať spálením metánu z úlohy 2.2, ak máme 15 %-né straty tepla.

V laboratóriu môžeme metán pripraviť z anorganických zlúčenín. Metán pripravíme tavením hydroxidu sodného s octanom sodným alebo reakciou karbidu hlinitého s vodou.

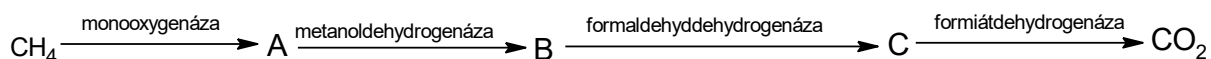
2.4 Napíšte chemickými rovnicami prípravu metánu z anorganických zlúčenín.

2.5 Vypočítajte objem metánu za normálnych podmienok, ktorý môžeme pripraviť z 1 kg karbidu hlinitého. Použitý karbid hlinitý obsahuje 15% prímеси.

Úloha 3 (SENIOR, 7b)

Baktérie rodu *Methylomonas* a *Methylococcus* využívajú metán ako zdroj uhlíka a energie. Energiu získavajú postupnou aeróbnou oxidáciou metánu až na oxid uhličitý.

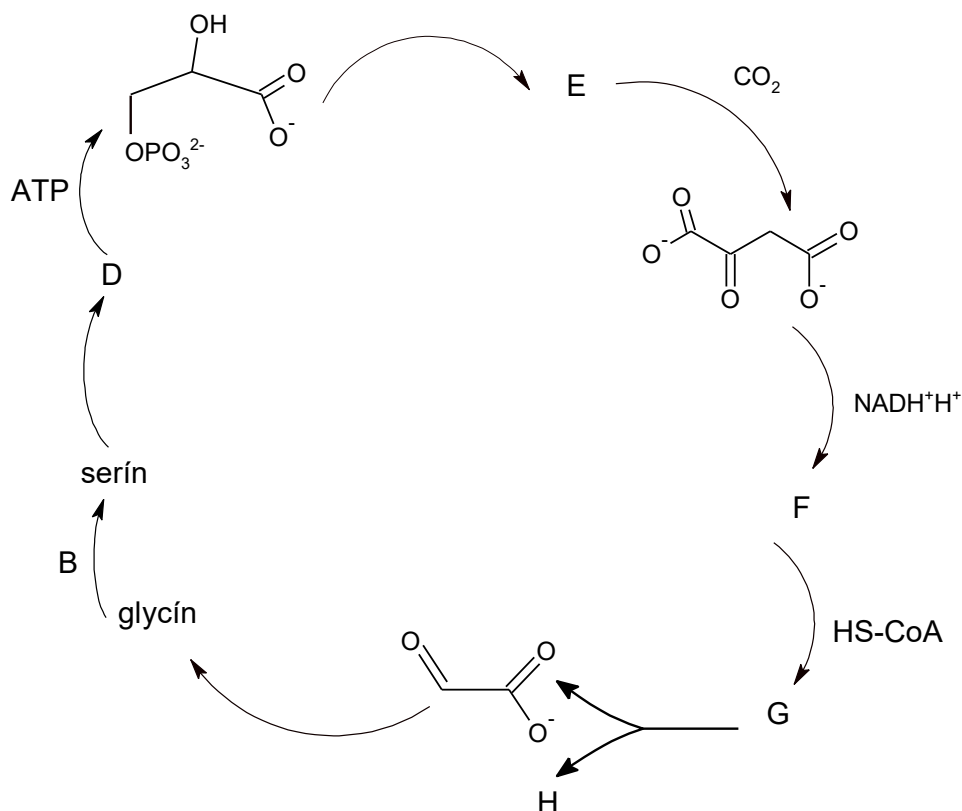
3.1 V schéme postupnej oxidácie metánu nahradte písmená vzorcami zlúčenín a zlúčeniny pomenujte.



Na syntézu aminokyselín a iných látok využívajú baktérie zaujímavú metabolickú dráhu, serínový cyklus, ktorý zahŕňa plejádu enzymatických reakcií.

Serín vzniká naviazaním látky B z úlohy 3.1 na glycín. Transamináciou sa serín mení na hydroxypyruvát, z ktorého fosforyláciou vznikne 3-fosfoglycerát, z ktorého vznikne fosfoenolpyruvát. Karboxyláciou fosfoenolpyruvátu vzniká oxalacetát. Redukciou oxalacetátu vzniká malát. Aktiváciou malátu vzniká malylkoenzým A, ktorý sa štiepi na acetylkoenzým A a glyoxylát, z ktorého amináciou vzniká glycín.

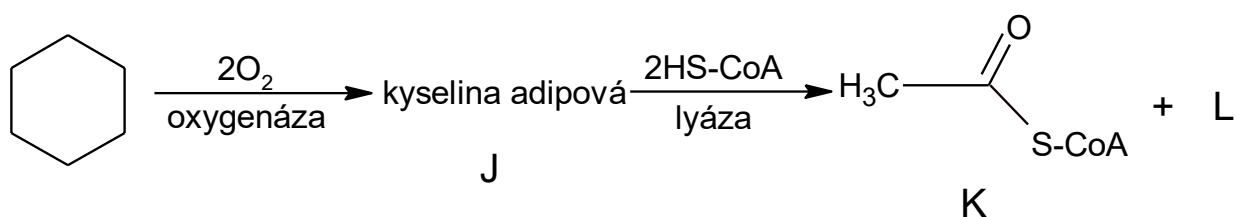
Schéma serínového cyklu



3.2 Písmená D až H v schéme nahradte štruktúrnymi vzorcami zlúčenín. Koenzým A môžete skrátiť ako HS-CoA a jeho celá štruktúra sa nevyžaduje.

3.3 Napíšte štruktúrny vzorec glycínu a serínu.

Iba niektoré rody mikroorganizmov sú schopné metabolizovať aj cykloalkány. Cyklohexán sú schopné metabolizovať podľa schémy



3.4 Napíšte štruktúrny vzorec zlúčenín J a L, pomenujte zlúčeniny K a L.

Príloha

Pri riešení používajte relatívne atómové hmotnosti prvkov: $A_r(\text{C}) = 12$, $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{Ca}) = 40$, $A_r(\text{Al}) = 27$

Pri riešení používajte relatívne mólové hmotnosti zlúčenín: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$, $M_r(\text{CH}_4) = 16$

Normálne podmienky: teplota $t = 0\text{ }^\circ\text{C}$, tlak $p = 101325\text{ Pa}$

Fyzikálne konštanty

$g = 9,81\text{ m.s}^{-2}$, $V_m = 22,41\text{ dm}^3.\text{mol}^{-1}$, $m_u = 1,66.10^{-27}\text{ kg}$, $N_A = 6,022.10^{23}$

Merné skupenské teplo topenia ľadu $l_t = 334\text{ kJ.kg}^{-1}$

Merná tepelná kapacita vody $c = 4,2\text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Merné skupenské teplo vyparovania vody $l_v = 2260\text{ kJ.kg}^{-1}$

Molová plynová konštanta $R = 8,314\text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

Ak zadanie úlohy vyžaduje štruktúrny vzorec, plný počet bodov možno prideliť len vtedy ak je vzorec napísaný jednoznačne. Ak štruktúrny vzorec nie dôležitý, napríklad pri výpočtoch, môžete používať molekulový vzorec.

ÚLOHY Z TECHNOLOGIE

Chemická olympiáda – kategória EF – 62. ročník – školský rok 2025/2026

Domáce kolo

Ľudmila Glosová

Maximálne 15 bodov (b)

Úvod

Ústrednou témou úloh 62.ročníka CHO bude zemný plyn a jeho spracovanie. Úlohy z technológie sú zamerané na výpočty z chemických rovníc a bilancie spojené s chemickými reakciami. Úlohy zdôrazňujú premenu jednotiek, ako napr. prepočet hmotnostných, mólových a objemových množstiev látok. Dôraz sa kladie aj na odvodenie správnych jednotiek zo vzorcov. Potrebné je preto vo výpočtoch dosadzovať k číselným hodnotám potrebné jednotky veličín, aby ste sa dopracovali ku správnym výsledkom.

V úlohách pre seniorov sa stretnete s problematikou tepelných bilancií a s výpočtami prestupu tepla vedením.

Najrozsiahlejšie sú úlohy v domácom kole, pri ktorom môžete používať ľubovoľnú literatúru, či poradiť sa so svojim pedagógom. Ak zvládnete domáce kolo, úlohy ďalších kôl sa vám budú riešiť jednoduchšie.

Odporúčaná literatúra:

1. A. Macejková. Chemické a ekonomické výpočty pre 1.ročník SOŠ, EXPOL PEDAGOGIKA, 2008
2. E. Kulichová: Chemická výroba 2, str.25 -29, 81, Proxima press 2006
3. A. Macejková, Ľ.Glová: Chemické a ekonomické výpočty pre 2.ročník SOŠ, str.67 – 81 , EXPOL PEDAGOGIKA, 2008
4. D. Valigura a kol.: *Chemické tabuľky*, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2004.
5. Internetové zdroje

Úloha 1 JUNIOR (7,5b)

Jednou zo základných surovín pri výrobe amoniaku je *zemný plyn*. Do výroby vstupuje $2500 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ zemného plynu, ktorý obsahuje 96,4 % CH_4 a 3,6 % N_2 . Po parciálnej oxidácii vzduchom sa metán oxiduje na oxid uhoľnatý a vzniká vodík, nasleduje parné reformovanie, pri ktorom reaguje CO s vodnou parou. Obe reakcie sú oxidačno-redukčné.

Úlohy:

- prebiehajúce deje zapíšte chemickými rovnicami v stavovom tvare
- vypočítajte množstvo získaného vodíka v $\text{kmol} \cdot \text{h}^{-1}$ za predpokladu 100 % konverzie,
- vypočítajte množstvo spotrebovanej vodnej pary v $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$, ak sa jej skutočne použilo dvojnásobok,
- vypočítajte množstvo spotrebovaného vzduchu pri oxidácii a zloženie výsledného plynu (produktu) v mol %.

Potrebné údaje :

$$M(\text{C}) = 12,011 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}) = 1,008 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{N}) = 14,0067 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{O}) = 15,999 \text{ g mol}^{-1}$$

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (7,5b)

Výroba amoniaku prebieha v kontaktnom telese za určitých technických podmienok. Do reaktora sa privádza 26000 m^3 čerstvej zmesi (A) so zložením v objemových percentách: 23,5 % dusíka, 73,4 % vodíka, 3,1% metánu a 22500 m^3 ďalšej zmesi (B) so zložením 25 % dusíka, 68,2 % vodíka, 1,8 % metánu a 5 % amoniaku. V reaktore prebieha chemická reakcia za vzniku amoniaku, pričom sa využijú zložky z oboch vstupujúcich plynov.

Úlohy:

- vyplňte prehľadne priložené tabuľky na vstupe do reaktora
- vypočítajte celkové množstvo plynu v kmol za normálnych podmienok
- vypočítajte množstvo vzniknutého amoniaku v kmol, množstvo spotrebovaného dusíka a vodíka podľa chemickej reakcie v kmol, určte, ktorý z plynov bol v nadbytku a v akom množstve.

d) Vyplňte tabuľku zložiek na výstupe z reaktora

pomôcka:

1 mol akéhokoľvek plynu za normálnych podmienok zaoberá objem 22,4 dm³

TABUĽKA (vstup)

Plyn A		
látka	m ³	kmol
dusík		
vodík		
metán		
spolu		

TABUĽKA (vstup)

Plyn B		
látka	m ³	kmol
dusík		
vodík		
metán		
amoniak		
spolu		

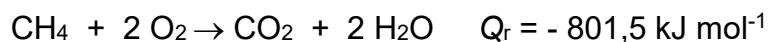
Spolu A+ Bm³kmol

TABUĽKA (výstup)

látka	kmol
dusík	
vodík	
metán	
amoniak	

Úloha 3 SENIOR (7,5b)

V ocelevej nádobe, ktorej kruhové dno má priemer 15 cm, hrúbku steny 7 mm sa zohrieva 200 cm³ vody z teploty 20 °C do varu za normálnych podmienok. Na ohrev sa používa zemný plyn, ktorý obsahuje 98 % metánu. Spaľovanie prebieha podľa chemického deja:



Hrúbka steny ocelevej nádoby je 7mm, súčiniteľ tepelnej vodivosti ocele je $\lambda = 52 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$. Teplota dna nádoby pri zohrievaní je 200 °C a počiatočná teplota vody 20 °C.

Vypočítajte:

- koľko tepla vzniklo pri zhorení 5 dm³ plynu za normálnych podmienok,
- koľko tepla je potrebné na zohriatie 200 cm³ vody z 20 °C na 100 °C,
ak $c_p(\text{vody}) = 4186 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
- tepelný tok dnom ocelevej nádoby za daných podmienok.

Autori: Ing. Anna Ďuricová, PhD., Ing. Alena Olexová, Mgr. Ladislav Blaško,
Ing. Ľudmila Glosová, Bc. Matúš Tomášik,

Recenzenti: Eva Jazmína Tomečková, Ing. Juraj Malinčík,
Patrik Hollý, Ing. Anna Ďuricová, PhD. Ing. Martina Gánovská,
Ing. Elena Kulichová,

Redakčná úprava: Ing. Anna Ďuricová, PhD.(vedúca autorského kolektívu)

Slovenská komisia Chemickej olympiády

Vydal: NIVAM, Bratislava 2025