

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória EF

Školské kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Ing. Anna Ďuricová, PhD.

Maximálne 15 bodov (b)

Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 JUNIOR (7,5 b)

Koľko vody, metanolu a etanolu je potrebné navážiť, aby sme pripravili 1000 g zmesi, ktorá obsahuje 20 mol % metanolu a 30 mol % etanolu.

Predpokladajte, že nedochádza k zmene objemu pri miešaní.

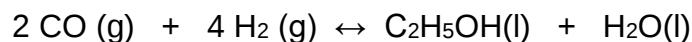
Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (7,5 b)

Pri zahrievaní zmesi oxidu uhličitého a vodíka v uzavretej nádobe s objemom 10 litrov sa ustáli rovnováha reakcie pri 850 °C s rovnovážnou konštantou $K_c = 1$. Zmes na začiatku obsahovala 5 mol CO_2 a 15 mol H_2 .

- Koľko percent CO_2 a H_2 zostalo v reakčnej zmesi nepremených pri tejto teplote?
- Koľko mol CO a H_2O vzniklo?

Úloha 3 SENIOR (3 b)

Vypočítajte reakčnú entalpiu pri teplote 18 °C pre reakciu:



keď poznáme spaľovacie entalpie jednotlivých zložiek:

látka	$\Delta_{\text{spal}} H^0_{291}$ kJ.mol ⁻¹
$\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO}_2$	-283,195
$\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}$	-286,25
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH(l)} + 3\text{O}_2 \leftrightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$	-1 368,54

Úloha 4 SENIOR (4,5 b)

Vypočítajte štandardnú tvornú entalpiu metánu, ak sú známe tvorné entalpie

$\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a spaľovacia entalpia

$\text{CH}_4(\text{g}) = -887,4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Použite Hessov zákon.

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol^{-1}]	
C	12,011	
O	15,999	
H	1,008	
$\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$	$0,7893 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$t = 20^\circ\text{C}$
$\rho(\text{CH}_3\text{OH})$	$0,7912 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$t = 20^\circ\text{C}$
$\rho(\text{H}_2\text{O})$	$0,9982 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$	$t = 20^\circ\text{C}$

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Školské kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov

Doba riešenia:

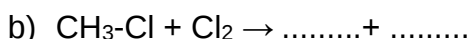
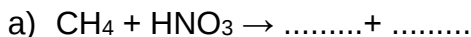
Úloha 1 (2,4 b)

Určite, či sú nasledovné tvrdenia pravdivé alebo nepravdivé. V prípade, ak je nepravdivé, tvrdenie opravte.

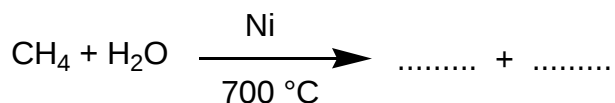
- a) Zemný plyn je sám o sebe plyn bez zápachu.
- b) Antracit je najkvalitnejší druh uhlia.
- c) Hlavná zložka zemného plynu je n-pentán.
- d) Hnaním vodnej pary cez vrstvu uhlia vzniká plynná zmes obsahujúca oxid uhličitý a kyslík.

Úloha 2 (2,8 b)

Doplňte a vyčísľte nasledovné rovnice.



c)



Úloha 3 (1,6 b)

Petrolej je jeden z produktov, ktorý môžeme získať pri spracovaní ropy. Používanie petroleja ako paliva koncom 19. storočia prispelo k výraznému zníženiu lovu veľrýb, pretože veľrybí tuk bol dovtedy bežným palivom do lúč. V súčasnosti sa petrolej používa ako palivo pre prúdové lietadlá, ale tiež z neho možno procesom krakovania získať uhľovodíky, ktoré sú zložkou benzínu. Napíšte rovnicu termického krakovania hexadekánu.

Úloha 4 (3,2 b)

Vypočítajte, koľko zemného plynu by ste spotrebovali na ohrev vody vo vani, ak potrebuje vodu zohriať z 15°C na 45°C. Objem vane je 200 litrov.

Zanedbajte straty tepla do okolia - uvažujte, že celá energia zemného plynu ohreje vodu vo vani. Výsledky zaokrúhľujte na 2 desatinné miesta.

Pre výpočet použite nasledovné hodnoty:

Vlastnosti zemného plynu		
Výhrevnosť	34 200	kJ/m ³

Vlastnosti vody		
Hustota	995,7	kg/m ³
Špecifická tepelná kapacita	4,18	kJ/(kg.K)

ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKO A BIOCHÉMIE

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

Školské kolo

Ladislav Blaško

Konštanty potrebné na riešenie úloh sú uvedené v prílohe.

Maximálne 15 bodov.
Doba riešenia 60 minút.

Úloha 1 (JUNIOR, 7b)

V minulosti sa predpokladalo, že na vznik klatrátov metánu sú potrebné veľmi nízke teploty a vysoké tlaky. Neskôr sa zistilo, že upchávanie vysokotlakových potrubí diaľkových plynovodov spôsobuje práve klatrát metánu. V potrubíach kryštalizuje v kubickej kryštálovej mriežke s dĺžkou strany 17,3 Å ($1 \text{ Å} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$) v ktorej sa nachádza 24 molekúl metánu a 136 molekúl vody. Jeho teplota topenia je 31,5 °C.

1.1 Vypočítajte hustotu klatrátu metánu $24\text{CH}_4 \cdot 136\text{H}_2\text{O}$.

1.2 Vypočítajte hmotnostný zlomok metánu v klatráte metánu $24\text{CH}_4 \cdot 136\text{H}_2\text{O}$.

1.3 Vypočítajte molárny zlomok metánu v klatráte metánu $24\text{CH}_4 \cdot 136\text{H}_2\text{O}$.

Klatrát metánu $24\text{CH}_4 \cdot 136\text{H}_2\text{O}$ 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 $24\text{CH}_4 \cdot 136\text{H}_2\text{O}$ s teplotou 0 °C na oxid uhličitý a vodnú paru s teplotou 100 °C.

Úloha 2 (JUNIOR + SENIOR, 8b)

Pri metylotrofnej metanogenéze je časť biomasy rozložená na jednuhlíkové zlúčeniny, najčastejšie metanol. Metanol je následne konvertovaný na metán, oxid uhličitý a vodu. Mikroorganizmy metylotrofnej metanogenézy nekonkurujú iným metanogénym baktériám, ale využívajú na tvorbu metánu jednuhlíkové zlúčeniny.

2.1 Napíšte proces metylotrofnej metanogenézy chemickou rovnicou.

2.2 Vypočítajte objem metánu pri normálnom tlaku a teplote 25 °C, ktorý vznikne metylotrofnou metanogenézou z jednej tony biomasy, ktorá obsahuje 5 % metanolu.

2.3 Vypočítajte teplo, ktoré môžeme získať spálením metánu z úlohy 2.2, ak máme technológiu, ktorá pracuje s 85 %-nou účinnosťou využitia tepla.

Acetylén (etín) sa priemyselne i v laboratórnych podmienkach môže pripraviť reakciou acetylidu vápenatého s vodou. Acetylid vápenatý sa vyrába v elektrickej peci reakciou oxidu vápenatého s koksom (uhlíkom) a vždy obsahuje prímеси. Podľa normy môže acetylid vápenatý obsahovať len také množstvo prímесí aby sme za normálnych podmienok vyrobili z 1 kg acetylidu vápenatého 300 litrov acetylénu.

2.4 Napíšte chemickými rovnicami výrobu acetylidu vápenatého a acetylénu.

2.5 Vypočítajte maximálny obsah prímесí, ktoré môže acetylid vápenatý obsahovať aby splnil normu. Výsledok uveďte ako hmotnostný zlomok.

Úloha 3 (SENIOR, 7b)

Do organizmu človeka vstupujú z vonkajšieho prostredia rôzne cudzorodé látky, čiže xenobiotiká. Niektoré majú karcinogénne, mutagénne účinky, napríklad toluén a môžu byť pre človeka nebezpečné aj v malých množstvách.

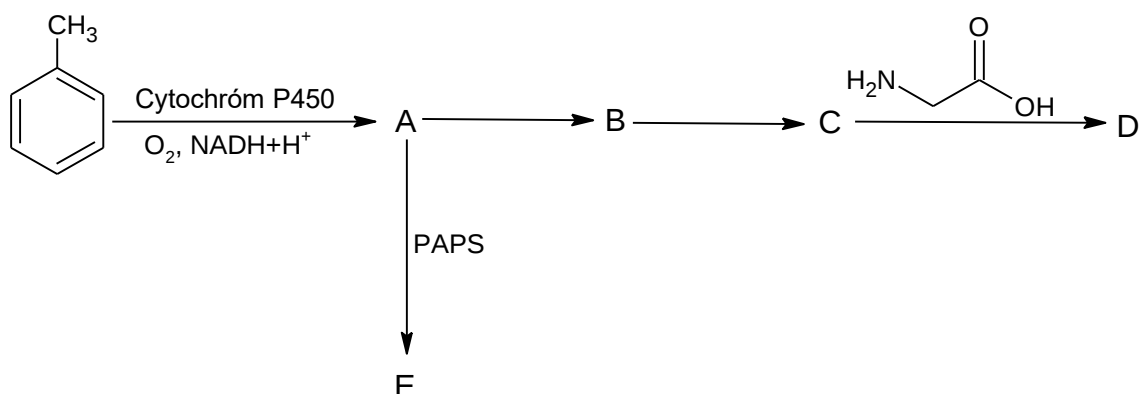
Biotransformácia xenobiotík prebieha v organizme obyčajne v dvoch fázach. V prvej fáze sa znížia lipofilné vlastnosti látok. V druhej fáze reaguje funkčná skupina produktu z prvej fázy s malými molekulami organizmu. Cieľom je vytvoriť látky, ktoré sa ľahko vylúčia z organizmu, najčastejšie močom. Časť xenobiotík sa môže vylúčiť z organizmu aj v nezmenenej forme.

Toluén je bezfarebná kvapalina, používaná ako rozpúšťadlo farieb a lakov. V organizme sa môže detoxikovať dvomi spôsobmi.

Cytochómom P450 sa toluén postupne oxiduje až na zlúčeninu C. Reakciou zlúčeniny C s glycínom, vzniká zlúčenina D.

Zlúčenina A môže reagovať s kyselinou sírovou za vzniku zlúčeniny E. Kyselina sírová sa v organizme nenachádza voľná, jej zdrojom je 3'-fosfoadenozín-5'-fosfosulfát (PAPS). Zlúčeniny D a E sa z organizmu vylúčia močom.

Schéma detoxikácie toluénu

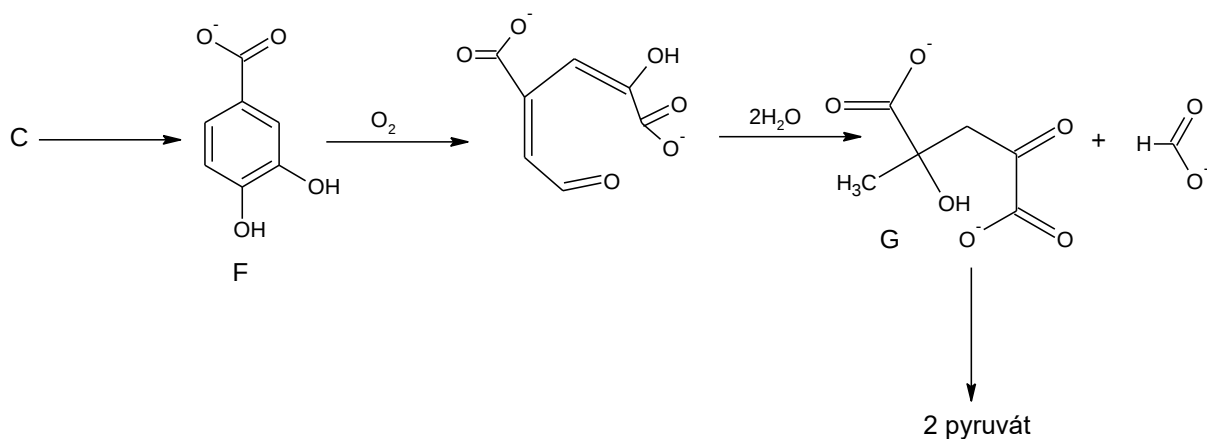


3.1 V schéme detoxikácie toluénu nahradzte písmená vzorcami zlúčenín a zlúčeniny pomenujte.

3.2 Napíšte triviálny názov zlúčeniny D.

Mikroorganizmy môžu toluén postupne oxidovať až na oxid uhličitý a vodu. Toluén postupne oxidujú až na zlúčeninu C z predchádzajúcej úlohy. Po zavedení hydroxylových skupín vznikne zlúčenina F a ďalej nasleduje aeróbne otvorenie aromatického kruhu podľa schémy. Konečným produktom oxidácie je pyruvát.

Schéma bakteriálnej oxidácie toluénu



3.3 Napíšte názvy zlúčenín F, G.

3.4 Napíšte štruktúrny vzorec pyruvátu.

Príloha

Pri riešení používajte relatívne atómové hmotnosti prvkov: $A_r(C) = 12$, $A_r(H) = 1$, $A_r(O) = 16$, $A_r(Ca) = 40$

Pri riešení používajte relatívne mólové hmotnosti zlúčenín: $M_r(H_2O) = 18$, $M_r(CH_4) = 16$, $M_r(CH_3OH) = 32$

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

Fyzikálne konštanty

$$V_m = 22,41\text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$$

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

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

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

$$\text{Molová plynová konštanta } R = 8,31\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\text{Výhrevnosť metánu je } 802\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\text{Atómová hmotnostná konštanta } m_u = 1,66\cdot 10^{-27}\text{ kg}$$

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 TECHOLÓGIE

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

Školské kolo

Ing. Ľudmila Glosová

Maximálne 15 bodov (b)

Doba riešenia : 45 minút

Úloha 1 JUNIOR (7b)

Základným procesom na výrobu syntéznych plynov je parné reformovanie zemného plynu, ktoré poskytuje základné plyny **vodík a oxid uhoľnatý**. Zo syntéznych plynov sa vyrába aj dôležitá organická chemikália **metanol**.

Reformovaním zemného plynu vodnou parou sa získa plyn bohatý na **vodík a oxid uhoľnatý**, pričom ich pomer v zmesi je $H_2 : CO = 3 : 1$.

Na prípravu metanolu je potrebné, zmeniť pomer $H_2 : CO = 2 : 1$, a to pridávaním oxidu uhličitého do plynnej zmesi, pričom CO_2 reaguje s určitou časťou vodíka za vzniku nového podielu CO.

Parným reformovaním sa spracovalo 800 kmol zemného plynu, obsahujúceho 96 mol % CH_4 , 3 mol % N_2 , 1 mol % ostatné zložky. Vodná para sa privádza v 40 % nadbytku.

Úlohy:

- Napíšte v stavovom tvare chemické rovnice parného reformovania zemného plynu a následnú reakciu pridávania CO_2 do zmesi.
- Vypočítajte spotrebu vodnej pary v kg.
- Ak sa ďalej do zmesi pridalo 256 kmol CO_2 , vypočítajte, koľko kmol vodíka a CO je v zmesi a či vyhovuje ich pomer pre následnú výrobu metanolu.

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR (8b)

Úvod do témy je v úlohe 1 pre juniorov.

3500 kmol plynnej zmesi (A), ktorá bola upravená parným reformovaním zemného plynu obsahuje 68,57 mol % vodíka, 22,85 mol % oxidu uhoľnatého, 2,86 mol % dusíka a 5,71 mol % metánu. Do tejto zmesi sa musí privádzať oxid uhličitý, aby sa zabezpečil správny pomer vodíka a oxidu uhoľnatého k výrobe metanolu.

Potrebné množstvo CO_2 sa privádza v plyne (B), ktorého množstvo je 370 kmol a jeho zloženie je 72 mol % CO_2 a 28 mol % N_2 .

Úlohy:

- Napíšte chemické rovnice parného reformovania (1), následného pridávania CO_2 (2) a prípravy metanolu (3).
- Doplňte do tabuľky A a B množstvo zloženie vstupných plynov.
- Doplňte do tabuľky C zloženie a množstvo výstupného plynu, overte správny pomer vodíka a oxidu uhoľnatého.
- Koľko kg metanolu možno získať po reakcii v reaktore?
- Seniori** – ak by ste nepoznali množstvo privedeného CO_2 potrebného na získanie správneho pomeru vodíka a CO, pokúste sa jeho množstvo vypočítať z dvoch rovníc 1 a 2 (pri týchto reakciách len časť vodíka zreaguje s CO_2 , pričom vzniká stechiometrické množstvo CO).(bonusové 2b)

VSTUP A		
látka	x(mólový zlomok)	látkové množstvo(kmol)
spolu		

VSTUP B		
látka	x(mólový zlomok)	látkové množstvo(kmol)
spolu		

VÝSTUP C		
látka	x(mólový zlomok)	látkové množstvo(kmol)

spolu		
-------	--	--

Úloha 3 SENIOR (7b)

Vo vykurovacom kotle sa zohrieva voda z teploty 20°C na 85°C . Kotol je valcová oceľová nádoba, ktorá má výšku 2m, priemer kruhového dna je 80cm, hrúbka steny je 4 cm, rozdiel teplôt povrchov steny je 300 K. Kotol sa vyhrieva zemným plynom, ktorého výhrevnosť je 16 MJ m^{-3} . Pri zohrievaní vody sa spotrebovalo 18 m^3 plynu a kotol bol naplnený do $3/4$ objemu.

potrebné údaje : malé $c_p (\text{H}_2\text{O}) = 4186 \text{ J.kg.K}^{-1}$, $\lambda = 45 \text{ W .m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Úlohy:

- Vypočítajte množstvo tepla potrebného na ohrev daného objemu vody.
- Vypočítajte množstvo tepla, ktoré sa spotrebovalo pri spálení 18 m^3 plynu.
- Vypočítajte účinnosť ohrevu
- Vypočítajte tepelný tok stenou oceľového kotla pripadajúceho na 1 m^2 steny.

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 2026