

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

62. ročník, školský rok 2025/2026

Kategória EF

Celoštátne kolo

TEORETICKÉ ÚLOHY

ÚLOHY ZO VŠEOBECNEJ A FYZIKÁLNEJ CHÉMIE

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

Celoštátne kolo

Anna Ďuricová

Maximálne 15 bodov (b)

Doba riešenia: 45 minút

Úloha 1 (Junior) 7,5 b

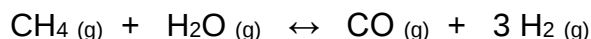
Ak zmiešame 403 cm³ vody a 97 cm³ metanolu pri teplote 20°C, dostaneme roztok s hustotou 0,9370 g.cm⁻³. Vypočítajte:

- objemový zlomok metanolu v roztoku;
- mólový zlomok metanolu v roztoku;
- hmotnostný zlomok metanolu v roztoku;
- molalitu a molaritu roztoku.

Predpokladajte, že nedochádza k zmene objemu pri miešaní.

Úloha 2 (Senior, Junior) 7,5 b

Vypočítajte rovnovážne zloženie sústavy, v ktorej prebieha reakcia:

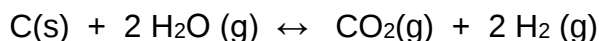


pri teplote 900 K a tlaku 10⁵ Pa. Rovnovážna konštanta pri daných podmienkach je 7,00. Stupeň premeny metánu je 0,7. Východiskové zložky vstupujú do reaktora:

- v stechiometrickom pomere;
- so 100 % nadbytkom H₂O, pri inak nezmenených podmienkach.

Úloha 3 (Senior) 7,5 b

Pomocou Hessovho zákona všeobecne vypočítajte štandardnú reakčnú entalpiu reakcie $\Delta H_{298}^0 = \Delta_{\text{reak}} H_x$:



Ak sú dané štandardné entalpie:

$$\Delta_{\text{tv}} H_{298}^0 (\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = \Delta H_1$$

$$\Delta_{\text{spal}} H_{298}^0 (\text{H}_2) = \Delta H_2$$

$$\Delta_{\text{tv}} H_{298}^0 (\text{CH}_4) = \Delta H_3$$

$$\Delta_{\text{spal}} H_{298}^0 (\text{CH}_4) = \Delta H_4$$

Údaje potrebné k riešeniu úloh

Značka prvku	mólová hmotnosť prvku [g mol ⁻¹]	
O	15,999	
C	12,011	
H	1,008	
Ag	107,88	
Ni	58,693	
$\rho(\text{CH}_3\text{OH})$	0,7912 g.cm ⁻³	t = 20°C
$\rho(\text{H}_2\text{O})$	0,9982 g. cm ⁻³	t = 20°C

ÚLOHY Z ORGANICKEJ CHÉMIE

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

Celoštátne kolo

Alena Olexová

Maximálne 10 bodov Doba riešenia: 30 min

Úloha 1 (2 b)

Odpovedzte na otázky.

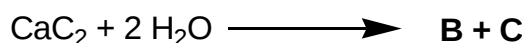
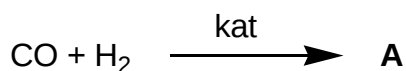
- a) Je zemný plyn smrteľne jedovatý?
- b) Ako inak nazývame hnedé uhlie?
- c) Je pravda, že aby sme dokázali identifikovať únik zemného plynu, musíme do neho pridávať odorizačnú prísadu?
- d) Je možné získať polypropylén ako produkt zo spracovania ropy?
- e) Ako sa nazýva proces štiepenia dlhých uhlíkovodíkových reťazcov z ropy na kratšie?

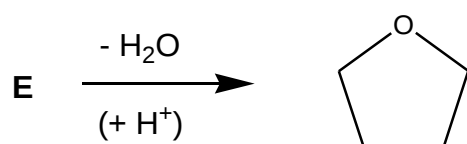
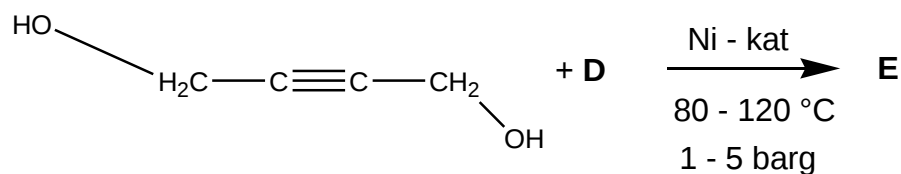
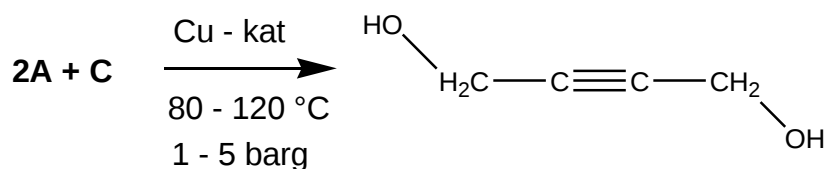
Úloha 2 (1,6 b)

Vodný plyn je plynné palivo, ktoré sa využíva na svietenie alebo vykurovanie ale tiež ako dôležitý reaktant v chemickom priemysle. Vyrába sa splyňovaním koksu alebo uhlia. Napíšte rovnicu splyňovania uhlia za vzniku vodného plynu.

Úloha 3 (2,8 b)

Tetrahydrotiofén je sírna heterocyklická zlúčenina so silným zápachom, ktorá sa využíva ako prísada do zemného plynu. Doplňte reakčnú schému prípravy tetrahydrotiofénu.





Úloha 4 (3,6 b)

Vypočítajte množstvo zemného plynu potrebného na ohrev vody v zásobníku teplej vody, z ktorého sa voda distribuuje do umývadiel v domácnosti. Termostat v zásobníku je nastavený na 50°C a čerstvá voda vstupujúca do zásobníka má teplotu 15°C. Objem zásobníka je 50 litrov.

Uvažujte, že sa nejedná o prietokový systém, ale o jednorazový ohrev vody v zásobníku. Zanedbajte straty tepla do okolia. Výsledky zaokrúhľujte na 2 desatinné miesta.

Pre výpočet použite nasledovné hodnoty:

Výhrevnosť zemného plynu = 34 200 kJ/m³

Hustota vody = 995,7 kg/m³

Špecifická tepelná kapacita vody = 4,18 kJ/(kg.K)

ÚLOHY Z CHÉMIE PRÍRODNÝCH LÁTKO A BIOCHÉMIE

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

Celoštátne kolo

Ladislav Blaško

Konštanty potrebné na riešenie úloh sú uvedené v prílohe.

Maximálne 15 bodov.
Doba riešenia 60 minút.

Úloha 1 (JUNIOR, 7b)

V snahe spomaliť globálne otepľovanie Zeme navrhli japonskí vedci na konci minulého storočia uskladnenie oxidu uhličitého ako skleníkového plynu vo forme klatrátu na dne oceánu. Klatrát oxidu uhličitého je za normálneho tlaku stabilný pri teplote nižšej ako 10 °C. Klatrát oxidu uhličitého tvorí kubickú kryštalickú mriežku s dĺžkou strany 12 Å (1 Å = $1 \cdot 10^{-10}$ m). Tvorí ju 8 molekúl oxidu uhličitého a 46 molekúl vody.

1.1 Vypočítajte hustotu klatrátu oxidu uhličitého.

1.2 Vypočítajte hmotnostný zlomok oxidu uhličitého v klatráte oxidu uhličitého.

Jedným z najväčších producentov oxidu uhličitého je automobilová doprava.

1.3 Dokonalým spálením benzínu vzniká oxid uhličitý a vodná para. Vypočítajte objem oxidu uhličitého, ktorý sa uvoľní pri dokonalom spálení 1000 litrov benzínu za normálnych podmienok. Predpokladajte, že benzín je čistý izooktán (2,4,4-trimetylpentán). Hustota izooktánu je $690 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Napíšte rovnicu reakcie.

1.4 Vypočítajte objem klatrátu oxidu uhličitého, ktorý vznikne zachytením oxidu uhličitého z úlohy 1.3.

Úloha 2 (JUNIOR + SENIOR, 8b)

Klasická výroba bioplynu prebieha v anaeróbmon priemyselnom digestore, kde mikroorganizmy postupne rozkladajú biomasu na jednoduchšie látky, z ktorých vzniká metán a oxid uhličitý. Organická hmota sa najskôr hydrolyzuje a fermentuje na organické kyseliny, ktoré sa premieňajú na acetát, vodík a oxid uhličitý. Metán následne vzniká buď štiepením acetátu (acetoklastická metanogenéza), alebo redukciou CO_2 vodíkom (hydrogenotrofná metanogenéza), pričom obidva plyny vznikajú priamo v procese. Výsledkom je bioplyn s vysokým obsahom metánu, ktorý sa dá energeticky využiť bez potreby dodatočných chemických vstupov. Mikroorganizmy si nekonkurujú, ale sa vzájomne dopĺňajú, čím sa zvyšuje produkcia metánu z biomasy.

2.1 Napíšte procesy acetoklastickej a hydrogenotrofnej metanogenézy chemickými rovnicami.

2.2 Vypočítajte objem metánu pri normálnom tlaku a teplote $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, ktorý môžeme získať z jednej tony biomasy, ktorá po rozklade polysacharidov obsahuje 8 % glukózy.

2.3 Vypočítajte teplo, ktoré môžeme získať spálením metánu z úlohy 2.2. Výhrevnosť metánu je $802\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Propín môžeme v laboratóriu pripraviť reakciou trikarbidu dihorčíka s vodou.

2.4 Napíšte rovnicu reakcie trikarbidu dihorčíka s vodou.

2.5 Vypočítajte objem propínu za normálnych podmienok, ktorý môžeme pripraviť z 10 g trikarbidu dihorčíka, ktorý obsahuje 22 % prímiesí.

Úloha 3 (SENIOR, 7b)

Do organizmu človeka vstupujú z vonkajšieho prostredia rôzne cudzorodé látky, čiže xenobiotiká. Niektoré sú jedovaté a majú karcinogénne účinky, napríklad benzén.

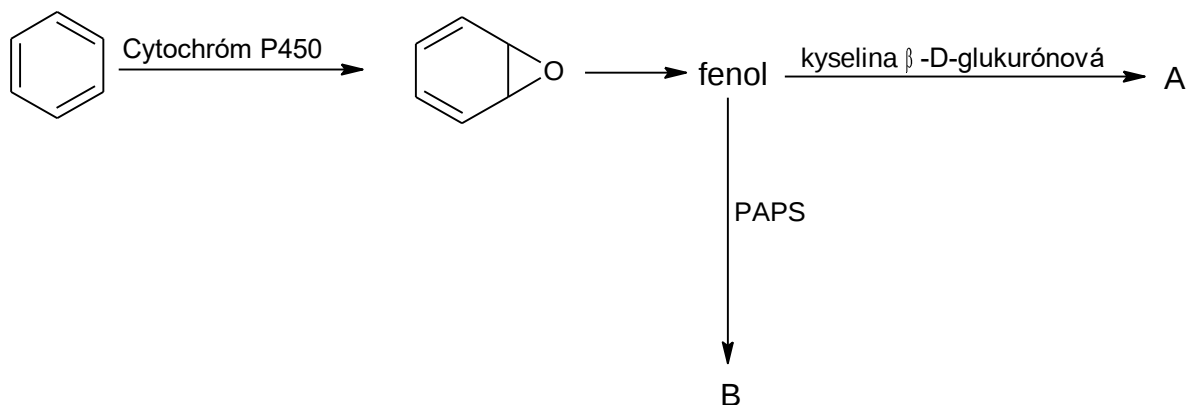
Biotransformácia xenobiotík prebieha v organizme obyčajne v dvoch fázach. V prvej fáze sa znížia lipofilné vlastnosti látok prídavkom funkčných skupín. V druhej fáze reaguje funkčná skupina produktu z prvej fázy s malými molekulami organizmu. Cieľom je vytvoriť látky, ktoré sa ľahko vylúčia z organizmu,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

Benzén je bezfarebná kvapalina, jedovatá a karcinogénna. V minulosti sa používal v odmasťovacích prípravkoch, v čistiarňach odevov a ako rozpúšťadlo farieb a lakov. V organizme sa môže detoxikovať rôznymi spôsobmi.

Cytochómom P450 sa benzén postupne oxiduje na fenol. Reakciou fenolu s kyselinou glukurónovou vzniká zlúčenina A.

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

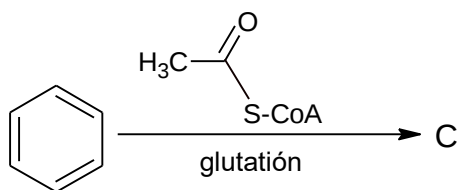
Schéma biotransformácie benzénu



3.1 V schéme biotransformácie benzénu nahradte písmená vzorcami zlúčenín a zlúčeniny pomenujte. Napíšte vzorec fenolu a kyseliny glukurónovej.

Benzén sa môže viazať na cysteín sériou enzymatických reakcií. Vznikne tak zlúčenina C (N-acetyl-S-fenylcysteín). Zdrojom cysteínu je glutatión. Glutatión je tripeptid Glu-Cys-Gly.

3.2 V schéme reakcie benzénu s cysteínom nahradte písmeno C vzorcom zlúčeniny.

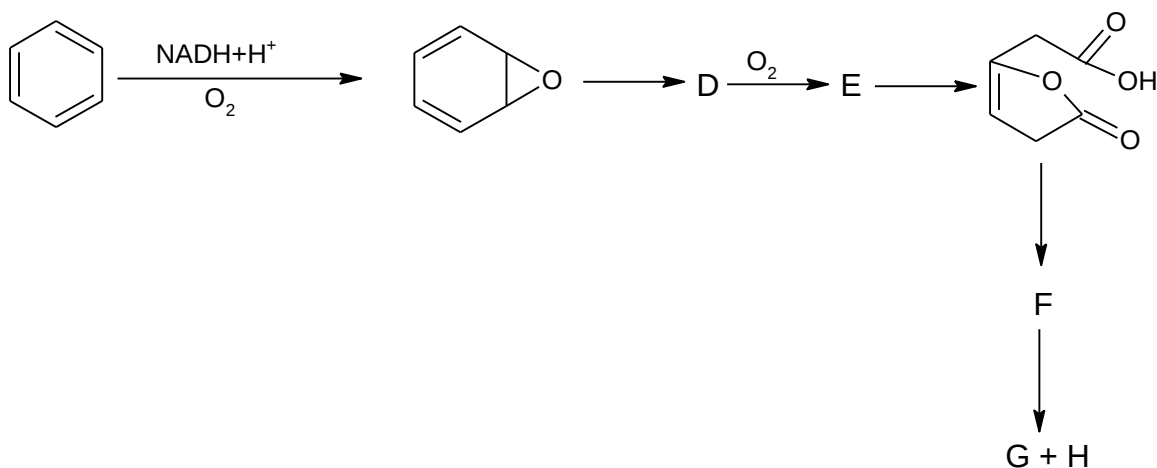


3.3 Napíšte triviálny názov zlúčeniny C.

3.4 Napíšte štruktúrny vzorec tripeptidu Glu-Cys-Gly.

Baktérie dokážu benzén metabolizovať až na oxid uhličitý a vodu. Benzén postupne oxidujú na zlúčeninu D(pyrokatechol). Nasledujúcou oxidáciou sa otvorí aromatický kruh medzi susednými hydroxylovými atómami uhlíka za vzniku dikarboxylovej kyseliny E. Ďalšou oxidáciou postupne vznikne zlúčenina F, ktorá sa rozštiepi na dvojuhlíkovú karboxylovú kyselinu G a štvoruhlíkovú nasýtenú dikarboxylovú kyselinu H. Zlúčeniny G a H po aktivácii môžu vstúpiť do Krebsovho cyklu.

Schéma bakteriálnej oxidácie benzénu



3.5 Napíšte vzorec zlúčeniny D, názvy a vzorce zlúčenín E, F, G, H.

Príloha

Pri riešení používajte relatívne atómové hmotnosti prvkov: $A_r(\text{C}) = 12$, $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{O}) = 16$, $A_r(\text{Ca}) = 40$, $A_r(\text{Al}) = 27$, $A_r(\text{Mg}) = 24$

Pri riešení používajte relatívne mólové hmotnosti zlúčenín: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$, $M_r(\text{CH}_4) = 16$, $M_r(\text{CH}_3\text{OH}) = 32$, $M_r(\text{CO}_2) = 44$, $M_r(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114$, $M_r(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180$

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

Fyzikálne konštanty

$g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, $V_m = 22,41 \text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$

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

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

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

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

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

Celoštátne kolo

Ing. Ľudmila Glosová

Maximálne 15 bodov (b)

Úloha 1 JUNIOR

V kúrenisku sa spaľuje $62,5 \text{ kmol} \cdot \text{h}^{-1}$ zemného plynu za normálnych podmienok.

Zloženie plynu v mol % :

H_2 – 3 %, CH_4 – 91 %, CO – 1 %, CO_2 – 4 %, N_2 – 1 %

Vzduch sa privádza v 15 % nadbytku vzhľadom na spotrebu kyslíka.

Úlohy:

- Chemickými rovnicami zapíšte deje úplnej oxidácie jednotlivých zložiek .
- Vypočítajte spotrebu kyslíka v jednotlivých reakciách v $\text{kmol} \cdot \text{h}^{-1}$
- Vypočítajte celkovú spotrebu vzduchu v $\text{kmol} \cdot \text{h}^{-1}$ a v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- Zloženie spalín v mol % zapíšte do prehľadnej tabuľky

Úloha 2 JUNIOR, SENIOR

Syntézny plyn je základnou surovinou aj pri výrobe močoviny , pričom sa používa zmes CO_2 a NH_3 v pomere 1 : 2.

Úlohy:

- Napíšte chemickú rovnicu vzniku močoviny
- Ak sa vyrobilo 12640 kg močoviny s čistotou 96 %, koľko kmol amoniaku a oxidu uhličitého bolo v syntéznom plyne pred reakciou s 75 % konverziou.
- Aké bolo zloženie syntézneho plynu, ak okrem CO_2 a NH_3 plyn obsahoval 150 kmol dusíka a 241,8 kmol kyslíka.

Údaje spracujte v tabuľke.

$M(\text{močoviny}) = 60,056 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Úloha 3 SENIOR

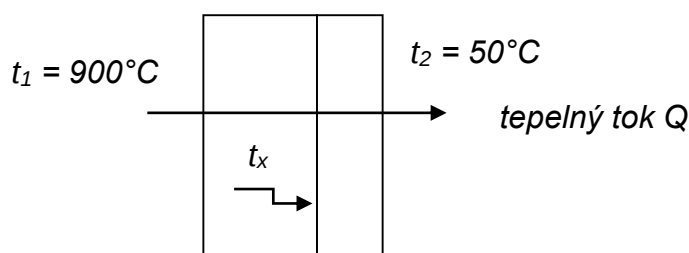
Stena pece s plochou 20 m^2 sa skladá z dvoch vrstiev, zo šamotových tehál hrúbky 400 mm a izolačnej vrstvy hrúbky 40 mm . Teplota vnútorného povrchu tehál je 900°C , teplota vonkajšieho povrchu pece je 50°C .

Úlohy:

- Vypočítajte straty tepla z povrchu pece v J.s^{-1} , pri výpočtoch dodržiavajte dosadzovanie do vzťahov aj s príslušnými jednotkami.
- Vypočítajte teplotu t_x medzi oboma vrstvami pece, ak za ustáleného prestupu tepla množstvo tepla, ktoré prejde cez obe vrstvy sa rovná množstvu tepla, ktoré prejde cez každú z vrstiev.

$$\lambda(\text{šamotu}) = 1,07 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\lambda(\text{izol.}) = 0,053 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$



- Koľko $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ vody teploty 15°C by bolo potrebné na odvod tepla z povrchu izolačnej vrstvy steny, $c_p(\text{H}_2\text{O}) = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$?

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