



**53. ročník**

**2016/2017**

**TEST ŠKOLNÍHO KOLA**  
**kategorie A a E**

**ZADÁNÍ: 60 BODŮ**

**časová náročnost: 120 minut**

**ANORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Nejslavnější katalyzátor****7 bodů**

Když se zeptáte středoškolského studenta, aby vám řekl příklad nějakého katalyzátoru, drtivá většina odpoví...☺ Ano, opravdu mluvíme o sloučenině **A**, která je hlavní rudou obsaženého kovu. Látka **A** katalyzuje rozklad peroxidu vodíku (1).

1. Napište vzorec látky **A** a úplnou rovnici reakce (1).

Katalyzuje také tepelný rozklad chlorečnanu draselného na kyslík a binární sloučeninu (2).

2. Napište úplnou rovnici reakce (2).

Ruda **A** se těží v přírodě jako minerál, nebo se vyrábí elektrolýzou vodného roztoku síranu manganatého. Na jedné elektrodě se vyvíjí hořlavý plyn (3), na druhé elektrodě dochází k oxidaci manganatých iontů na manganité (4). Ty ve vodném roztoku chemicky disproportionují za vzniku nerozpustného produktu **A** a výchozích iontů (5). Napište poloreakce elektrodových dějů (3) a (4) a uveďte, na které elektrody k nim dochází. Napište iontovou rovnici reakce (5) a úplnou sumární rovnici (6) celé elektrochemické výroby látky **A**.

3. Napište mineralogický název látky **A**, rovnice poloreakcí (3) a (4), iontovou rovnici reakce (5) a úplnou rovnici reakce (6).

**Úloha 2 Platina jako katalyzátor****4 body**

1. Kovová platina je kovem s cennými katalytickými účinky. Uveďte 3 příklady (můžete i slovně) reakcí (1) – (3), které jsou katalyzovány platinou.

Platinovou čerň s velkým povrchem je možné připravit redukcí hexachloridoplatičitanu tetrahydroboritanem  $[\text{BH}_4]^-$ , který se při reakci přeměňuje na tetrahydroxidoboritan  $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ .

2. Vyčíslete iontovou rovnici (4).

3. Pokud se redukce provede v přítomnosti aktivního uhlí, vyloučí se jemně rozptýlená platina na jeho povrchu. Vypočítejte (v gramech), kolik hexachloridoplatičitanu draselného a kolik práškového aktivního uhlí potřebujete navážit, pokud chcete připravit 5 g katalyzátoru Pt–C<sub>uhlí</sub> s obsahem platiny 5 % hm. Předpokládejte, že na povrchu uhlí se vyredukuje 88 % z celkového množství platiny.

**Úloha 3 18-ti elektronové pravidlo****5 bodů**

1. Určete, které z následujících komplexních částic splňují 18-tielektronové pravidlo. Odpovězte do pracovního listu.

| Komplexní částice   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| $[\text{Fe}(\text{CO})_4]$                                | $[\text{W}(\text{CO})_7]^+$           |
| $[\text{Co}(\eta^5\text{-Cp})_2]$                         | $[\text{Fe}(\text{CO})_6]^{2+}$       |
| $[\text{Mn}(\eta^5\text{-Cp})(\text{Br})(\text{CO})_2]^-$ | $[\text{Mn}(\text{CO})_5(\text{Me})]$ |

Cp = cyklopentadienylový anion,  $(\text{C}_5\text{H}_5)^-$

2. Jakou strukturu předpokládáte u klastru  $[\text{Os}_3(\text{CO})_{12}]$  – jsou atomy osmia provázané do trojúhelníku, nebo jsou spojené lineárně? Zdůvodněte.
3. Obsahuje molekula  $[\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}]$  vazbu kov–kov, nebo jsou oba atomy manganu spojeny pouze prostřednictvím můstkově vázaných karbonylových ligandů? Zdůvodněte.

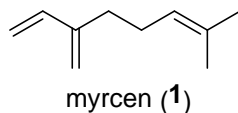
## ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Myrcen

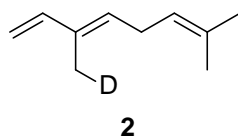
6 bodů

Myrcen (**1**; 7-methyl-3-methylidenokta-1,6-dien) je monotерpen, obsažený například v silicích vavřínu, tymiánu, petržele nebo chmelu. Vzhledem k tomu, že ve své molekule obsahuje několik dvojných vazeb, je pro nás zajímavý i z chemického hlediska.



1. Kolik různých konjugovaných karbokationtů může vzniknout protonací myrcenu? Nakreslete je všechny, včetně všech jejich rezonančních struktur.
2. Který karbokation z úkolu 1 je nejstabilnější? Svoji odpověď zdůvodněte.
3. Jaký bude hlavní produkt reakce myrcenu s HCl za nízké teploty?

Pokud je reakce z otázky 3 provedena v přítomnosti DCl místo HCl, lze v reakční směsi po krátké době identifikovat také látku **2**.

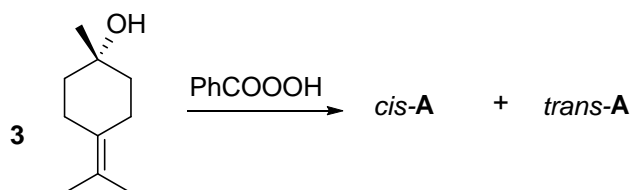


4. Napište mechanismus vzniku látky **2** (nezapomeňte na zahnuté šipky naznačující přesuny elektronových párů).

## Úloha 2 Oxidujeme organické molekuly podruhé

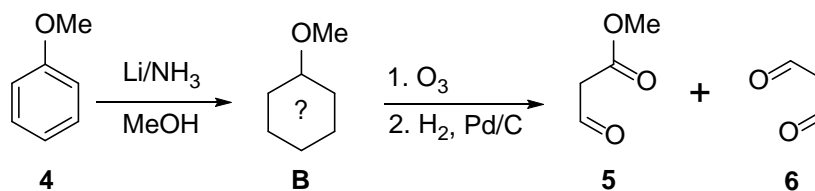
3 body

Epoxidace  $\gamma$ -terpineolu (**3**) poskytuje směs dvou stereoisomerů s relativní konfigurací *cis* a *trans* obou kyslíkatých substituentů cyklu.



1. Určete struktury vznikajících stereoisomerů *cis*-**A** a *trans*-**A**.

Birchova redukce anisolu (**4**) poskytuje cyklohexadienový derivát **B**.

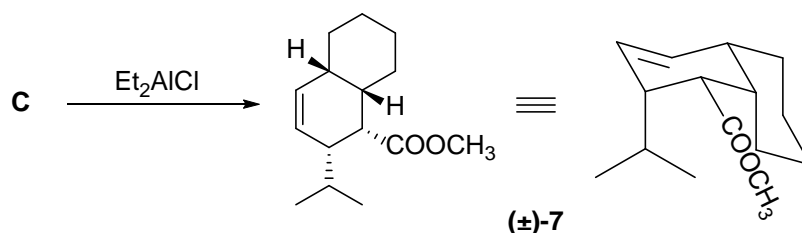


2. Určete vzájemnou pozici dvojných vazeb v molekule **B**, jestliže víte, že ozonolýzou tohoto dienu vznikly sloučeniny **5** a **6**.

## Úloha 3 Intramolekulární Dielsova-Alderova reakce

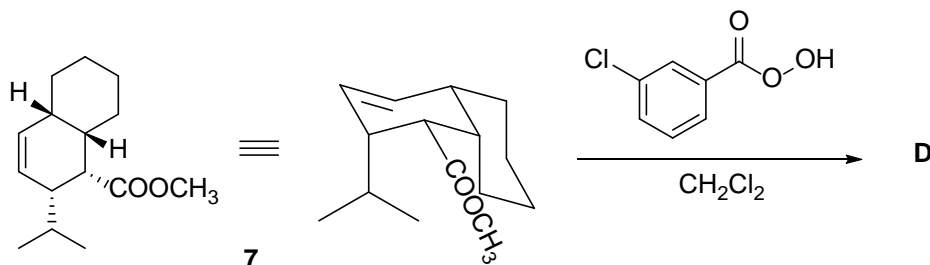
7 bodů

Sloučenina **7** vzniká intramolekulární Dielsovou-Alderovou reakcí (tzn. dien i dienofil jsou součástí jedné molekuly).

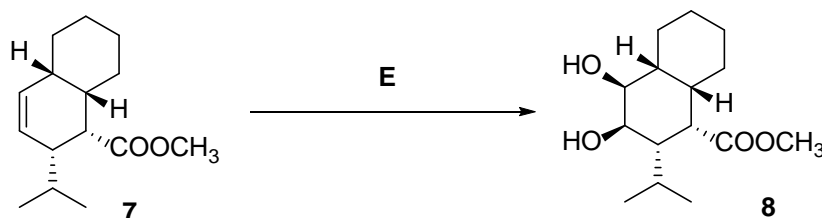


1. Identifikujte výchozí látku **C** této reakce.
2. Jakou roli hraje při reakci diethylaluminium chlorid ( $\text{Et}_2\text{AlCl}$ )?

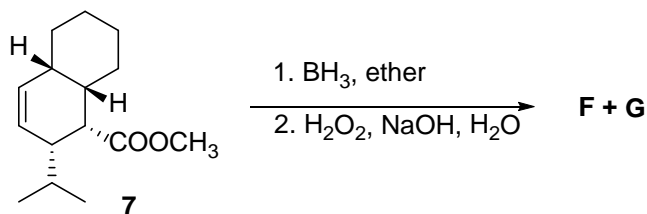
Sloučenina **7** je alken, jehož dvojná vazba je z jedné strany stíněna všemi substituenty na cyklohexenovém kruhu, zatímco druhá strana je stericky velmi přístupná. Veškeré elektrofilní reakce na této násobné vazbě proto budou probíhat stereoselektivně (tj. preferenčně z jedné strany).



3. Nakreslete produkt **D** reakce látky **7** s *m*-chlorperbenzoovou kyselinou v dichlormethanu. Jasně vyznačte stereochemii, kde je to potřeba.
4. Jaké reakční podmínky **E** byste zvolili pro přípravu látky **8** z látky **7**?



5. Hydroborací a následnou oxidací látky **7** vzniká směs dvou alkoholů **F** a **G**, které jsou navzájem konstitučními izomery. Identifikujte látky **F** a **G** (označení **F** a **G** je možné zaměnit).



## FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Methanový pětimetr

11 bodů



**Obrázek 1:** “Risking death: A woman carries a five-metre long balloon full of natural gas which she siphoned from an oil plant in China's Shandong Province in order to heat her home.” (dailymail.co.uk, 1. 3. 2012, foto: Quirky China News / Rex Features)

Tedy krádež plynu z nádrží nejmenované čínské těžební společnosti! Ta vlastní 40 kulovitých nádrží o průměru 2 m. Plyn se v nich drží pod tlakem 25 MPa.

1. Kolik čínských občanů si může naplnit a odnést (tj. ukrást) svůj pětimetr - pětimetrový balón o objemu  $15 \text{ m}^3$  - zemním plynem z nádrží? Uvažujte ideální chování plynu v nádržích i v balónech, teplotu  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , tlak  $1 \text{ atm}$ , množství 1 balón na osobu. Jakékoliv dopravní komplikace zanedbejte.

Tlak 25 MPa je už ale pořádné číslo. Běžně se s ním nesetkáme a tak si pojd'me ujasnit následujících pár otázek. Vyberte pravdivá tvrzení (alespoň jedna odpověď je vždy správná):

2. Stavová rovnice ideálního plynu dobře popisuje chování reálných plynů:
  - a) za nízké teploty a enormního tlaku.
  - b) za enormní teploty a nízkého tlaku.
  - c) když je druhý viriální koeficient  $B$  blízký nule.
  - d) když se druhý viriální koeficient  $B$  blíží k nekonečnu.
  - e) nic z výše uvedeného.
3. Ideální plyn:
  - a) lze stlačit do libovolného objemu.
  - b) lze zkapalnit.
  - c) lze popsat van der Waalsovou rovnicí s koeficientem  $a = 0 \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$  a  $b = 0 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ .
  - d) lze popsat viriální stavovou rovnicí s druhým viriálním koeficientem  $B$  rovným nule.
  - e) nic z výše uvedeného.

## 4. Reálný plyn:

- zaujímá vždy větší objem než ideální.
- popisuje viriální rovnice s druhým viriálním koeficientem rovným jedné.
- někdy smrdí.
- lze nad kritickým bodem zkapalnit.
- nic z výše uvedeného.

## 5. Methan:

- nelze zkapalnit.
- nelze zapálit.
- nelze koupit.
- nelze prodat.
- nic z výše uvedeného.

Methan ( $M = 16,0 \text{ g mol}^{-1}$ ) je lehčí než vzduch (21,0 obj.%  $\text{O}_2$  ( $M = 32,0 \text{ g mol}^{-1}$ ) a 79,0 obj.%  $\text{N}_2$  ( $M = 28,0 \text{ g mol}^{-1}$ )) a tudíž bude čínské občany nadnášet.

- Jaké maximální množství methanových pětimetrů si může najednou občan odnést při tlaku 1 atm a teplotě  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , aniž by s nimi uletěl? Průměrná hmotnost Číňana je 61,75 kg (<http://view.inews.qq.com/a/NEW2015063002289208>), hmotnost balónků a šňůr zanedbejte.

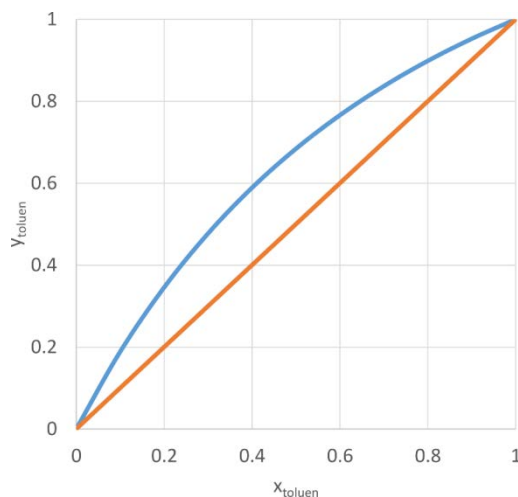
Výhřevnost methanu za konstantního tlaku je  $50,0 \text{ MJ kg}^{-1}$ , molární tepelná kapacita vody za konstantního tlaku  $75,0 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  a její hustota  $997,0 \text{ kg m}^{-3}$ .

- Jaký objem vody lze teoreticky přivést z  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  k varu jedním pětimetrem za konstantního tlaku?

## Úloha 2 Destilace

5 bodů

Jedna z prvních metod jak rozdělit dvě kapaliny byla jednoduchá destilace. Ta je smysluplně použitelná, pokud se body varů separovaných látek liší o více než  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pokud tomu tak není, je třeba použít tzv. rektifikaci neboli frakční destilaci. Na následujícím obrázku máme x-y diagram za konstantního tlaku pro směs toluen - p-xylen, kde  $x_{\text{toluen}}$  je molární zlomek toluenu v kapalné fázi a  $y_{\text{toluen}}$  je molární zlomek toluenu v plynné fázi. Modrá křivka se dá popsat rovnicí  $y_{\text{toluen}} = -0,76 \cdot x_{\text{toluen}}^2 + 1,76 \cdot x_{\text{toluen}}$ .



Vyberte správné/á tvrzení (alespoň jedna odpověď je vždy správná):

1. Při destilaci se látky rozdělí dle:
  - a) molární hmotnosti.
  - b) bodů varu.
  - c) horoskopu.
  - d) tlaku nasycených par.
  - e) žádná předchozí odpověď není správná.
2. Červená křivka popisuje:
  - a) Henryho zákon.
  - b) Murphyho zákon.
  - c) Raoultův zákon.
  - d) zákon zachování momentu hybnosti.
  - e) žádná předchozí odpověď není správná.
3. Na základě diagramu/textu vyberte pravdivé/á tvrzení:
  - a) Toluén je těkavější než xylen.
  - b) Jde o diagram za konstantního tlaku.
  - c) Jde o diagram za konstantní teploty.
  - d) Toluén a p-xylen tvoří azeotropní směs.
  - e) Žádná předchozí odpověď není správná.
4. Jaký je molární zlomek p-xylenů v kapalně fázi, je-li molární zlomek toluenu v plynné fázi roven 0,3?



**BIOCHEMIE****12 BODŮ****Úloha 1 Kyseliny****12 bodů**

Organické kyseliny jako je kyselina citrónová (kyselina 2-hydroxy-1,2,3-propantrikarboxylová), jablečná (kyselina 2-hydroxybutandiová) nebo vinná (kyselina 2,3-dihydroxybutandiová) jsou obsažené v celé řadě plodů (např. citróny, jablka nebo vinné hrozny).

1. Napište vzorce výše uvedených kyselin (vinné, jablečné a citrónové). Rozhodněte, které z uvedených kyselin jsou chirální, a vyznačte asymetrické uhlíky v těch strukturách, kde je to relevantní.
2. Kolik stericky neekvivalentních struktur mají příslušné chirální kyseliny z otázky 1?
3. Obsah kyselin je nejvyšší v době, kdy je plod nezralý, a pak se tyto kyseliny přemění na sacharidy. Proč?
4. Ze třech výše uvedených kyselin se dvě vyskytují i v klíčovém katabolickém procesu aerobních organismů, tedy i člověka. Které to jsou a co je to za proces?
5. Pokud jsou v prostředí přítomné vícemocné toxické kationty (např. hlinitý), celá řada rostlin začne kořeny vylučovat zejména kyselinu citronovou a jablečnou. Jaká vlastnost těchto kyselin se zde využívá? Nápověda: Tato vlastnost je využívána i v izolaci kyseliny citrónové z fermentačního média při její výrobě.
6. Vlastnost vícesytných organických kyselin zmíněná v otázce 5, se využívá i například ke zvýšení přilnavosti laků na kovové povrchy nebo k zubovině (zubní cementy), pokud jde o kyselinu, kterou lze radikálově polymerizovat. Takto se využívá fermentačně vyráběná kyselina itakonová (2-methylenbutandiová). Napište rovnici její radikálové polymerizace.
7. Jednou z metod odstranění přebytečných kyselin z vína je přidání mletého vápence. Stručně popište chemický princip a proč je vápenec lepší než např. soda.
8. Při výrobě červeného vína se jednak vychází z modrých hroznů, především se ale nechá drt hroznů před vylisováním moštu nakvasit, což se u bílého vína typicky nedělá. Proč?

**VZOREČKOVNÍK FYZIKÁLNÍ CHEMIE**

|  |  |
|--|--|
| stavová rovnice ideálního plynu                                      | $pV = nRT = NkT$   |
| Van der Waalsova stavová rovnice                                     | $(p + \frac{an^2}{V^2}) \cdot (V - nb) = nRT$  |
| Clausiova-Clapeyronova rovnice                                       | $\ln(p_2) - \ln(p_1) = -\frac{\Delta H_v}{R} \cdot (\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})$    |
| Antoineova rovnice   | $\ln(p^S) = A + \frac{B}{T-C}$   |
| Raoultův zákon   | $p_1 = p_1^S \cdot x_1$  |
| Henryho zákon  | $p_1 = K_H \cdot x_1$  |
| Daltonův zákon   | $p_{\text{celkový}} = p_1 + p_2$   |
| změna vnitřní energie  | $\Delta U = Q + W$   |
| změna entalpie   | $\Delta H = \Delta U + \Delta(p \cdot V)$  |
| V následujících třech vztazích $X$ značí vnitřní energii či entalpii |  |
| Laplaceův-Lavoisierův zákon  | $\Delta X_{1 \rightarrow 2} = -\Delta X_{2 \rightarrow 1}$                             |
| Hessův zákon   | $\Delta X_{1 \rightarrow 3} = \Delta X_{1 \rightarrow 2} + \Delta X_{2 \rightarrow 3}$ |
| Kirchhoffův zákon  | $\Delta X(T_2) = \Delta X(T_1) + c_{x,m}(T_2 - T_1)$                                   |
| teplo za konstantního objemu   | $\Delta U = Q = n \cdot c_{v,m} \cdot \Delta T$  |
| teplo za konstantního tlaku  | $\Delta H = Q = n \cdot c_{p,m} \cdot \Delta T$  |
| práce plynu za konstantního tlaku                                    | $W = -p\Delta V = -p \cdot (V_2 - V_1)$  |
| různé formy Poissonova zákona  | $pV^\gamma = \text{konstanta}$   |
|  | $TV^{\gamma-1} = \text{konstanta}$   |
|  | $Tp^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \text{konstanta}$                                      |

práce plynu při obecném adiabatickém ději [ $Q = 0$ ]

$$\Delta U = W = n \cdot c_{v,m} \cdot \Delta T$$

práce plynu při vratném adiabatickém ději

$$\Delta U = W = p_1 V_1^\gamma \cdot \frac{(V_2^{\gamma-1} - V_1^{\gamma-1})}{1-\gamma}$$

účinnost děje

$$\eta = \frac{\text{odebraná energie}}{\text{dodaná energie}}$$

rozdělovací koeficient

$$P^{O/V} = \frac{c_O}{c_V}$$

Vztlaková síla

$$F_{vz} = V \cdot (\rho_{kapalina} - \rho_{těleso}) \cdot g$$

Tíhová síla

$$F_g = m \cdot g$$

objem koule

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

povrch koule

$$S = 4\pi r^2$$

obvod kruhu

$$O = 2\pi r$$

obsah kruhu

$$S = \pi r^2$$

kvadratická rovnice

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$$

diskriminant kvadratické rovnice

$$D = b^2 - 4ac$$

kořeny kvadratické rovnice

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a}$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{D}}{2a}$$

### Fyzikální konstanty:

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

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

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$N_{Av} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\pi = 3,1416$$



# PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

|  |   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |   |  |   |  |                                      |
|--|---|---|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|---|--|--------------------------------------|
| 1<br>I. A  | 2<br>II. A                                    | 3<br>III. B                                   | 4<br>IV. B                                     | 5<br>V. B                                   | 6<br>VI. B                                   | 7<br>VII. B                                  | 8<br>VIII. B                                   | 9<br>VIII. B                                 | 10<br>VIII. B                                  | 11<br>I. B                                   | 12<br>II. B                                  | 13<br>III. A                                  | 14<br>IV. A                                   | 15<br>V. A                                   | 16<br>VI. A                                 | 17<br>VII. A                               | 18<br>VIII. A                        |
| 1<br>1<br>1,00794<br><b>H</b><br>2,20<br>Vodík     |   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |   |  |   |  | 2<br>4,0026<br><b>He</b><br>Helium   |
| 2<br>3<br>6,941<br><b>Li</b><br>0,97<br>Lithium    | 4<br>9,0122<br><b>Be</b><br>1,50<br>Beryllium |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  | 5<br>10,811<br><b>B</b><br>2,00<br>Bor        | 6<br>12,011<br><b>C</b><br>2,50<br>Uhlík      | 7<br>14,007<br><b>N</b><br>3,10<br>Dusík     | 8<br>15,999<br><b>O</b><br>3,50<br>Kyslík   | 9<br>18,998<br><b>F</b><br>4,10<br>Fluor   | 10<br>20,179<br><b>Ne</b><br>Neon    |
| 3<br>11<br>22,990<br><b>Na</b><br>1,00<br>Sodík    | 12<br>24,305<br><b>Mg</b><br>1,20<br>Hořčík   |   |  |   |  |  |  |  |  |  |  | 13<br>26,982<br><b>Al</b><br>1,50<br>Hliník   | 14<br>28,085<br><b>Si</b><br>1,70<br>Křemík   | 15<br>30,974<br><b>P</b><br>2,10<br>Fosfor   | 16<br>32,06<br><b>S</b><br>2,40<br>Síra     | 17<br>35,453<br><b>Cl</b><br>2,80<br>Chlor | 18<br>39,948<br><b>Ar</b><br>Argon   |
| 4<br>19<br>39,098<br><b>K</b><br>0,91<br>Draslík   | 20<br>40,078<br><b>Ca</b><br>1,00<br>Vápník   | 21<br>44,956<br><b>Sc</b><br>1,30<br>Skandium | 22<br>47,867<br><b>Ti</b><br>1,30<br>Titan     | 23<br>50,942<br><b>V</b><br>1,50<br>Vanad   | 24<br>51,996<br><b>Cr</b><br>1,60<br>Chrom   | 25<br>54,938<br><b>Mn</b><br>1,60<br>Mangan  | 26<br>55,845<br><b>Fe</b><br>1,60<br>Želeno    | 27<br>58,933<br><b>Co</b><br>1,70<br>Kobalt  | 28<br>58,693<br><b>Ni</b><br>1,70<br>Nikl      | 29<br>63,546<br><b>Cu</b><br>1,70<br>Měď     | 30<br>65,38<br><b>Zn</b><br>1,70<br>Zinek    | 31<br>69,723<br><b>Ga</b><br>1,80<br>Gallium  | 32<br>72,61<br><b>Ge</b><br>2,00<br>Germanium | 33<br>74,922<br><b>As</b><br>2,20<br>Arzen   | 34<br>78,971<br><b>Se</b><br>2,50<br>Selen  | 35<br>79,904<br><b>Br</b><br>2,70<br>Brom  | 36<br>83,798<br><b>Kr</b><br>Krypton |
| 5<br>37<br>85,468<br><b>Rb</b><br>0,89<br>Rubidium | 38<br>87,62<br><b>Sr</b><br>0,99<br>Stroncium | 39<br>88,906<br><b>Y</b><br>1,10<br>Yttrium   | 40<br>91,224<br><b>Zr</b><br>1,20<br>Zirkonium | 41<br>92,906<br><b>Nb</b><br>1,20<br>Niob   | 42<br>95,95<br><b>Mo</b><br>1,30<br>Molybden | 43<br>-98<br><b>Tc</b><br>1,40<br>Technecium | 44<br>101,07<br><b>Ru</b><br>1,40<br>Ruthenium | 45<br>102,91<br><b>Rh</b><br>1,40<br>Rhodium | 46<br>106,42<br><b>Pd</b><br>1,30<br>Palladium | 47<br>107,87<br><b>Ag</b><br>1,40<br>Stříbro | 48<br>112,41<br><b>Cd</b><br>1,50<br>Kadmium | 49<br>114,82<br><b>In</b><br>1,50<br>Indium   | 50<br>118,71<br><b>Sn</b><br>1,70<br>Cín      | 51<br>121,75<br><b>Sb</b><br>1,80<br>Antimon | 52<br>127,60<br><b>Te</b><br>2,00<br>Tellur | 53<br>126,90<br><b>I</b><br>2,20<br>Jod    | 54<br>131,29<br><b>Xe</b><br>Xenon   |
| 6<br>55<br>132,91<br><b>Cs</b><br>0,86<br>Cesium   | 56<br>137,33<br><b>Ba</b><br>0,97<br>Baryum   |   | 72<br>178,49<br><b>Hf</b><br>1,20<br>Hafnium   | 73<br>180,95<br><b>Ta</b><br>1,30<br>Tantal | 74<br>183,84<br><b>W</b><br>1,30<br>Wolfram  | 75<br>186,21<br><b>Re</b><br>1,50<br>Rhenium | 76<br>190,23<br><b>Os</b><br>1,50<br>Osmium    | 77<br>192,22<br><b>Ir</b><br>1,50<br>Iridium | 78<br>195,08<br><b>Pt</b><br>1,40<br>Platina   | 79<br>196,97<br><b>Au</b><br>1,40<br>Zlato   | 80<br>200,59<br><b>Hg</b><br>1,40<br>Rtuť    | 81<br>204,38<br><b>Tl</b><br>1,40<br>Thallium | 82<br>207,20<br><b>Pb</b><br>1,50<br>Olovo    | 83<br>208,98<br><b>Bi</b><br>1,70<br>Bismut  | 84<br>-209<br><b>Po</b><br>1,80<br>Polonium | 85<br>-210<br><b>At</b><br>1,90<br>Astat   | 86<br>-222<br><b>Rn</b><br>Radon     |
| 7<br>87<br>-223<br><b>Fr</b><br>0,86<br>Francium   | 88<br>226,03<br><b>Ra</b><br>0,97<br>Radium   |   | 104<br>261,11<br><b>Rf</b><br>Rutherfordium    | 105<br>262,11<br><b>Db</b><br>Dubnium       | 106<br>263,12<br><b>Sg</b><br>Seaborgium     | 107<br>262,12<br><b>Bh</b><br>Bohrium        | 108<br>270<br><b>Hs</b><br>Hassium             | 109<br>268<br><b>Mt</b><br>Meitnerium        | 110<br>281<br><b>Ds</b><br>Darmstadtium        | 111<br>280<br><b>Rg</b><br>Roentgenium       | 112<br>277<br><b>Cn</b><br>Kopernicium       | 113<br>-287<br><b>Nh</b><br>Nihonium          | 114<br>289<br><b>Fl</b><br>Flerovium          | 115<br>-288<br><b>Mc</b><br>Moskovium        | 116<br>-289<br><b>Lv</b><br>Livermorium     | 117<br>-291<br><b>Ts</b><br>Tennessin      | 118<br>293<br><b>Og</b><br>Oganesson |

Diagram illustrating the structure of an element box for Vanadium (V):

- 50,942: Relativní atomová hmotnost
- V: Značka
- 23: Protonové číslo
- 1,50: Elektronegativita
- Vanad: Název

|   |             |   |  |  |   |  |   |   |   |  |   |  |   |   |  |  |
|---|-------------|---|--|--|---|--|---|---|---|--|---|--|---|---|--|--|
| 6 | LANTHANOIDY | 57<br>138,91<br><b>La</b><br>1,10<br>Lanthan  | 58<br>140,12<br><b>Ce</b><br>1,10<br>Cer     | 59<br>140,91<br><b>Pr</b><br>1,10<br>Praseodym   | 60<br>144,24<br><b>Nd</b><br>1,10<br>Neodym | 61<br>-145<br><b>Pm</b><br>1,10<br>Promethium  | 62<br>150,36<br><b>Sm</b><br>1,10<br>Samarium | 63<br>151,96<br><b>Eu</b><br>1,00<br>Europium | 64<br>157,25<br><b>Gd</b><br>1,10<br>Gadolinium | 65<br>158,93<br><b>Tb</b><br>1,10<br>Terbium | 66<br>162,50<br><b>Dy</b><br>1,10<br>Dysprosium | 67<br>164,93<br><b>Ho</b><br>1,10<br>Holmium   | 68<br>167,26<br><b>Er</b><br>1,10<br>Erbium | 69<br>168,93<br><b>Tm</b><br>1,10<br>Thulium    | 70<br>173,04<br><b>Yb</b><br>1,10<br>Ytterbium | 71<br>174,97<br><b>Lu</b><br>1,10<br>Lutecium  |
| 7 | AKTINOIDY   | 89<br>227,03<br><b>Ac</b><br>1,00<br>Aktinium | 90<br>232,04<br><b>Th</b><br>1,10<br>Thorium | 91<br>231,04<br><b>Pa</b><br>1,10<br>Proaktinium | 92<br>238,03<br><b>U</b><br>1,20<br>Uran    | 93<br>237,05<br><b>Np</b><br>1,20<br>Neptunium | 94<br>{244}<br><b>Pu</b><br>1,20<br>Plutonium | 95<br>-243<br><b>Am</b><br>1,20<br>Americium  | 96<br>-247<br><b>Cm</b><br>1,20<br>Curium       | 97<br>-247<br><b>Bk</b><br>1,20<br>Berkelium | 98<br>-251<br><b>Cf</b><br>1,20<br>Kalifornium  | 99<br>-252<br><b>Es</b><br>1,20<br>Einsteinium | 100<br>-257<br><b>Fm</b><br>1,20<br>Fermium | 101<br>-258<br><b>Md</b><br>1,20<br>Mendělevium | 102<br>-259<br><b>No</b><br>1,20<br>Nobelium   | 103<br>-260<br><b>Lr</b><br>1,20<br>Lawrencium |



**53. ročník**

**2016/2017**

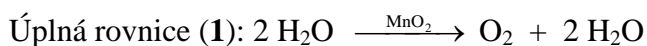
**TEST ŠKOLNÍHO KOLA**  
**kategorie A a E**

**ŘEŠENÍ: 60 BODŮ**

**časová náročnost: 120 minut**

**ANORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Nejslavnější katalyzátor****7 bodů**1. Vzorec látky A:  $\text{MnO}_2$ 

0,25 bodu



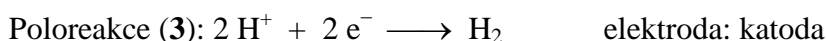
1 bod

2. Úplná rovnice (2):  $2 \text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 3 \text{O}_2 + 2 \text{KCl}$ 

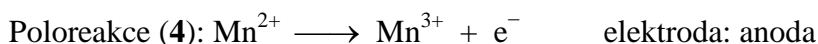
celkem 1 bod

3. Mineralogický název A: burel, pyroluzit

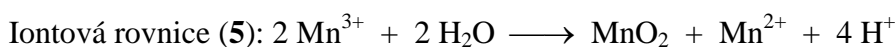
0,25 bodu



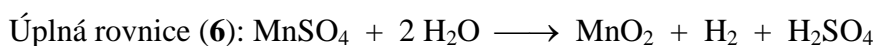
1 bod + 0,25 bodu



1 bod + 0,25 bodu



1 bod



1 bod

**Úloha 2 Platina jako katalyzátor****4 body**

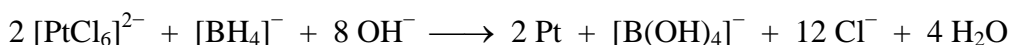
1. (1) spalování amoniaku (oxidace kyslíkem)

(2) hydrogenace a dehydrogenace

(3) reakce vodíku a kyslíku, oxidace vodíku na vodíkové elektrodě, rozklad peroxidu vodíku, oxidace výfukových plynů (automobilový katalyzátor), redukce kyslíku nebo oxidace uhlovodíků/methanolu v palivových článcích a další

3 x 0,25 bodu, celkem 0,75 bodu

2. Iontová rovnice (4):



celkem 1 bod

3. 95 % hmotnosti je uhlík:  $m(\text{C}_{\text{uhlí}}) = 5 \cdot 0,95 = 4,75 \text{ g}$ Zbývající 5 % je platina, vzniká s 88 % výtěžkem a její hmotnostní zlomek ve výchozí surovině je  $A(\text{Pt})/M(\text{K}_2[\text{PtCl}_6])$ . Platí tedy:

$$m(\text{K}_2[\text{PtCl}_6]) = \frac{5 \cdot 0,05}{0,88} \cdot \frac{M(\text{K}_2[\text{PtCl}_6])}{A(\text{Pt})} = \frac{5 \cdot 0,05}{0,88} \cdot \frac{486,0}{195,1} = 0,71 \text{ g}$$

 $m(\text{C}_{\text{uhlí}}) = 4,75 \text{ g}$ 

0,75 bodu

 $m(\text{K}_2[\text{PtCl}_6]) = 0,71 \text{ g}$ 

1,5 bodu

## Úloha 3 18-ti elektronové pravidlo

5 bodů

1.

| Komplexní částice   | splňuje 18-e <sup>-</sup> pravidlo (ANO/NE) |
|---|---|
| [Fe(CO) <sub>4</sub> ]                                      | ne  |
| [Co(η <sup>5</sup> -Cp) <sub>2</sub> ]                      | ne  |
| [Mn(η <sup>5</sup> -Cp)(Br)(CO) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup> | ano   |
| [W(CO) <sub>7</sub> ] <sup>+</sup>                          | ne  |
| [Fe(CO) <sub>6</sub> ] <sup>2+</sup>                        | ano   |
| [Mn(CO) <sub>5</sub> (Me)]                                  | ano   |

Cp = cyklopentadienylový anion, (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sup>-</sup>*za správnou odpověď 0,5 bodu, celkem 3 body*

## 3. Struktura: trojúhelník

Celkový počet valenčních elektronů činí 3×8 za atomy osmia a 12×2 za karbonylové ligandy, tedy celkem 48. Tři osmia by v případě splnění 18-tielektronového pravidla vyžadovala 54 elektronů. Rozdíl 6 elektronů odpovídá počtu vazebných elektronových párů – tj. třem vazbám mezi atomy osmia. Tři vrcholy propojené třemi vazbami tvoří trojúhelník.

Tuto úvahu vyjadřuje i dosazení do vzorce:

$$4. \quad \frac{18 \times N - V - L}{2} = \frac{18 \times 3 - 3 \times 8 - 12 \times 2}{2} = 3 \quad \text{vazby M-M}$$

Alternativní úvaha: celkový počet valenčních elektronů 48 odpovídá 16 elektronům na jedno osmium. Každé z atomů osmia se tak snaží vytvořit dvě vazby s ostatními atomy, aby doplnilo svou valenční sféru na 18 elektronů. Tři dvojnásobné fragmenty logicky vytvoří trojúhelník.

*za správně určenou strukturu 0,5 bodu, za zdůvodnění 0,5 bodu, celkem 1 bod*

## 5. Obsahuje vazbu kov-kov.

Celkový počet valenčních elektronů činí 2×7 za atomy kobaltu a 10×2 za karbonylové ligandy, tedy celkem 34, tj. 17 elektronů na každý z atomů kovu. Zbývající elektron pro splnění 18-tielektronového pravidla tedy atomy získají vytvořením vazby M–M.

Nebo dosazením do vzorce:

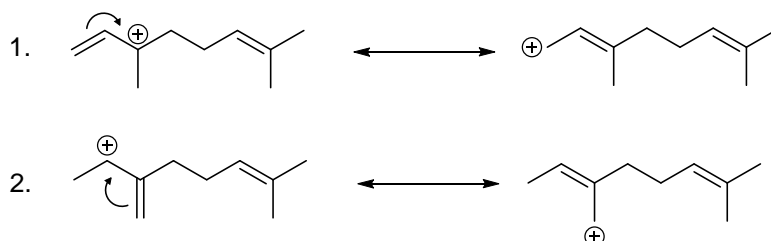
$$\frac{18 \times N - V - L}{2} = \frac{18 \times 2 - 2 \times 7 - 10 \times 2}{2} = 1 \quad \text{vazba M-M}$$

*za správné určení existence vazby 0,5 bodu, za zdůvodnění 0,5 bodu, celkem 1 bod*

**ORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Myrcen****6 bodů**

1. Počet konjugovaných karbokationtů: 2

Struktura karbokationtů se všemi rezonančními strukturami:



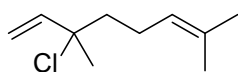
každá struktura 0,5 bodu, celkem 2 body

2. Stabilnější karbokationt: Stabilnější je 1. karbokation (viz řešení úkolu 1).

Obě rezonanční struktury jsou allylický karbokation, jeden primární a druhý terciární. Podobně i 2. karbokation je allylového typu, z toho jeden primární, ale druhá rezonanční struktura je sekundární karbokation, který je méně stabilní než terciární (má méně hyperkonjugujících substituentů).

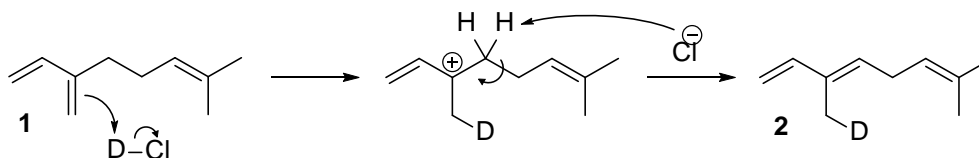
za určení stabilnějšího karbokationtu 0,5 bodu, za zdůvodnění 0,5 bodu, celkem 1 bod

3.



celkem 1 bod

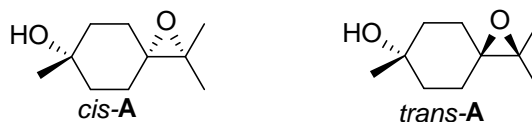
4.



za meziprodukt (karkation) 1 bod, za zahnuté šipky 1 bod, celkem 2 body

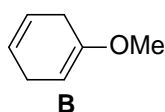
**Úloha 2 Oxidujeme organické molekuly podruhé****3 body**

1.



každá struktura 1 bod, celkem 2 body

2.



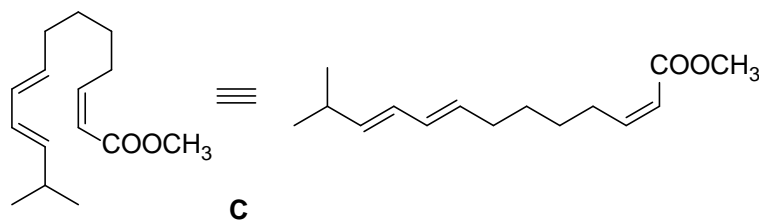
celkem 1 bod



**Úloha 3 Intramolekulární Dielsova-Alderova reakce**

**7 bodů**

1.



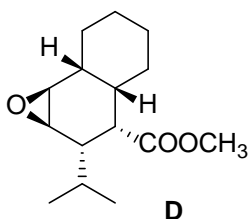
Dien musí mít konfiguraci (*E, E*), dienofil (*Z*).

*strhnout po 0,5 bodu za každou chybnou konfiguraci dvojně vazby, celkem 2 body*

2. Katalyzátor – Lewisova kyselina. Uznat i variantu, kdy řešitel explicitně nenapíše slovo „katalyzátor“ nebo „Lewisova kyselina“, ale správně popíše účinek (koordinuje se k esteru a zvyšuje elektrofilitu dienofilu, snižuje energii HOMO orbitalu, apod.).

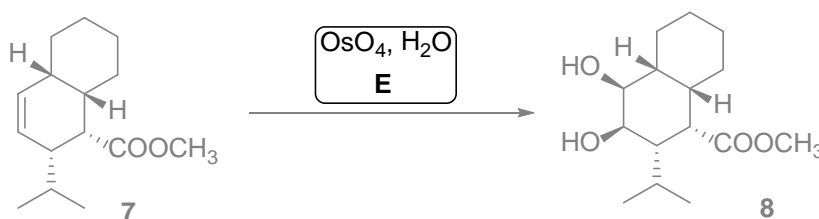
*celkem 1 bod*

3.



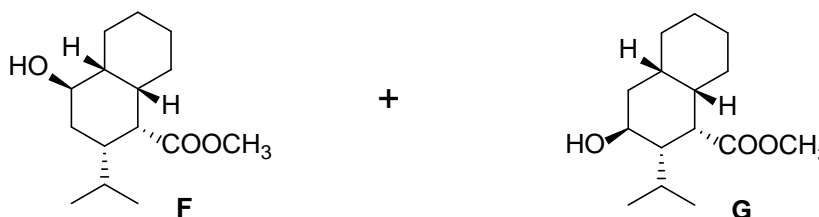
*celkem 1 bod*

4. V obrázku jsou uvedeny nejjednodušší uznatelné podmínky. Uznávat jakoukoliv standardní variantu *syn*-dihydroxylace alkenů. V úvahu připadá mj. např. a) 1. OsO<sub>4</sub> (kat.), NMO (1 ekv.) nebo jiný stechiometrický oxidant, 2. NaHSO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O; nebo b) KMnO<sub>4</sub>, NaOH (nebo jiná báze), H<sub>2</sub>O, chlazení.



*celkem 1 bod*

5.



Označení **F** a **G** je možné zaměnit.

*každá struktura 1 bod, celkem 2 body*

## FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

## Úloha 1 Methanový pětimetr

11 bodů

1. Objem všech nádrží  $V_n$  je

$$V_n = \text{počet nádrží} \cdot V_{\text{nádrž}} = 40 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 40 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 1^3 [\text{m}^3] = 167,55 \text{ m}^3.$$

Látkové množství v nádržích  $n_n$  za tlaku  $p_n$  je

$$n_n = \frac{p_n \cdot V_n}{R \cdot T} = \frac{25,0 \cdot 10^6 [\text{Pa}] \cdot 167,55 [\text{m}^3]}{8,314 [\text{J mol}^{-1} \text{ mol}^{-1}] \cdot 283,15 [\text{K}]} = 1,78 \cdot 10^6 \text{ mol}.$$

Jeden občan si odnese  $15 \text{ m}^3$  methanu za tlaku 1 atm a zároveň na  $N$  občanů je  $n_n$  molů methanu (ekvivalentně celkový objem methanu za atmosferického tlaku  $V_{\text{methan}}$ ). Tudíž celkový objem methanu  $V_{\text{methan}}$  je

$$V_{\text{methan}} = \frac{n_n \cdot R \cdot T}{P_{\text{atm}}} = \frac{1,78 \cdot 10^6 [\text{mol}] \cdot 8,314 [\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}] \cdot 283,15 [\text{K}]}{101325 [\text{Pa}]} = 41355,2 \text{ m}^3,$$

což stačí pro  $N$  občanů

$$N = \frac{V_{\text{methan}}}{V_{\text{balón}}} = \frac{41355,2 [\text{m}^3]}{15,0 [\text{m}^3]} = 2757 \text{ občanů}.$$

Počet čínských občanů  $N = 2757$ .

*maximálně 0,5 bodu za sestavení rovnic nebo úvahu, 0,5 bodu za numerický výsledek (nelze dělit), celkem 1 bod*

2.

a) za nízké teploty a enormního tlaku.

**b) za enormní teploty a nízkého tlaku (správně).****c) když je druhý viriální koeficient  $B$  blízký nule (správně).**d) když se druhý viriální koeficient  $B$  blíží k nekonečnu.

e) nic z výše uvedeného

*1 bod za označení všech správných odpovědí a zároveň neoznačení všech nesprávných odpovědí, tj. u všech možností musí být správně zvolena jejich pravdivostní hodnota, jinak 0 bodů, celkem 1 bod*

3.

**a) lze stlačit do libovolného objemu (správně).**

b) lze zkapalnit.

**c) lze popsat van der Waalsovou rovnicí s koeficientem  $a = 0 \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$  a  $b = 0 \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$  (správně).**d) lze popsat viriální stavovou rovnicí s druhým viriálním koeficientem  $B$  rovným nule.

*stejně bodování jako u otázky 2, celkem 1 bod*

4.

- a) zaujímá vždy větší objem než ideální.  
 b) popisuje viriální rovnice s druhým viriálním koeficientem rovným jedné.  
**c) někdy smrdí (správně).**  
 d) lze nad kritickým bodem zkapalnit.  
 e) nic z výše uvedeného.

stejně bodování jako u otázky 2, celkem 1 bod

5.

- a) nelze zkapalnit.  
 b) nelze zapálit.  
 c) nelze koupit.  
 d) nelze prodat.  
**e) nic z výše uvedeného (správně).**

stejně bodování jako u otázky 2, celkem 1 bod

6. Nejprve je třeba spočítat molekulovou hmotnost vzduchu. Pro ideální plyn platí mezi objemovým zlomkem a molárním zlomkem přímá úměra a tudíž můžeme psát

$$M_{\text{vzduch}} = x_{N_2} \cdot M_{N_2} + x_{O_2} \cdot M_{O_2} = 0,79 \cdot 28,0 [\text{g mol}^{-1}] + 0,21 \cdot 32,00 [\text{g mol}^{-1}] = 28,84 \text{ g mol}^{-1}.$$

Vztlak a tíha čínskému občana se musí rovnat  $\rightarrow$  je třeba spočítat hustotu vzduchu a hustotu methanu ze stavové rovnice ideálního plynu

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T.$$

Úpravou dostaneme výraz obsahující hustotu vzduchu  $\rho$

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}.$$

Dosazením dat obdržíme následující

$$\rho_{\text{vzduch}} = \frac{101325 \cdot 0,02884}{8,314 \cdot 283,15} = 1,241264 \text{ kg m}^{-3},$$

$$\rho_{\text{methan}} = \frac{101325 \cdot 0,0160}{8,314 \cdot 283,15} = 0,688635 \text{ kg m}^{-3}.$$

Nakonec použitím Archimedova zákona

$$m \cdot g = N_{\text{balonků}} \cdot V_{\text{balonků}} \cdot (\rho_{\text{vzduch}} - \rho_{\text{methan}}) \cdot g,$$

$$61,75 \cdot 9,81 = N_{\text{balonků}} \cdot 15,0 \cdot (1,241264 - 0,688635) \cdot 9,81 \rightarrow N_{\text{balonků}} = 7,449 \sim 7 \text{ balonků}.$$

Počet pětimetrů  $N = 7$ .

*maximálně 2 body za sestavení rovnic nebo úvahu, 1 bod za numerický výsledek (nelze dále dělit), celkem 3 body*

7. Nejprve je třeba spočítat hmotnost methanu  $m$  v pětimetru (použití stavové rovnice ideálního plynu)

$$m = \frac{p \cdot V \cdot M_{\text{methan}}}{R \cdot T} = \frac{101325 [\text{Pa}] \cdot 15 [\text{m}^3] \cdot 0,016 [\text{kg mol}^{-1}]}{8,314 [\text{J mol}^{-1} \text{ mol}^{-1}] \cdot 283,15 [\text{K}]} = 10,33 \text{ kg}.$$

Dále teplo získané spálením methanu z pětimetru

$$Q = \text{výhřevnost} \cdot m = 50,0 [\text{MJ kg}^{-1}] \cdot 10,33 [\text{kg}] = 516,5 \text{ MJ}.$$

Látkové množství vody  $n$ , které uvolněným teplem přivedeme k varu je

$$n = \frac{Q}{c_{p,m} \cdot (T_2 - T_1)} = \frac{516,5 \cdot 10^6 [\text{J}]}{75,0 [\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}] \cdot (373,15 [\text{K}] - 283,15 [\text{K}])} = 76518,5 \text{ mol.}$$

Přepočteno na objem vody  $V$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{n \cdot M}{\rho} = \frac{76518,5 [\text{mol}] \cdot 0,018 [\text{kg mol}^{-1}]}{997,0 [\text{kg m}^{-3}]} = 1,3815 \text{ m}^3 = 1381,5 \text{ dm}^3.$$

Objem vody  $V = 1381,5 \text{ dm}^3$

*maximálně 2 body za sestavení rovnic nebo úvahu, 1 bod za numerický výsledek a správnou jednotku (nelze dále dělit), celkem 3 body*

## Úloha 2 Destilace

5 bodů

1.

a) molární hmotnosti.

**b) bodů varu (správně).**

c) horoskopu.

**d) tlaku nasycených par (správně).**

e) žádná předchozí odpověď není správná.

*1 bod za označení všech správných odpovědí a zároveň neoznačení všech nesprávných odpovědí, tj. u všech možností musí být správně zvolena jejich pravdivostní hodnota, jinak 0 bodů, celkem 1 bod*

2.

a) Henryho zákon.

b) Murphyho zákon.

c) Raoultův zákon.

d) zákon zachování momentu hybnosti.

**e) žádná předchozí odpověď není správná (správně).**

*stejně bodování jako u otázky 1, celkem 1 bod*

3.

**a) f Toluén je těkavější než xylen (správně).**

**b) Jde o diagram za konstantního tlaku (správně).**

c) Jde o diagram za konstantní teploty.

d) Toluén a p-xylen tvoří azeotropní směs.

e) Žádná předchozí odpověď není správná.

*stejně bodování jako u otázky 1, celkem 1 bod*

4. Molární zlomek toluenu v plynné fázi  $y_{\text{toluen}}$  vyjadřuje zadaná rovnice

$$y_{\text{toluen}} = -0,76 \cdot x_{\text{toluen}}^2 + 1,76 \cdot x_{\text{toluen}}$$

Rovnici řešíme pro  $y_{\text{toluen}} = 0,3$ . Kořen rovnice mimo interval  $\langle 0;1 \rangle$  nemá fyzikální smysl. Druhý kořen kvadratické rovnice má hodnotu 0,185, což odpovídá molárnímu zlomku toluenu v kapalné fázi.

Molární zlomek xyleny je  $1 - 0,185 = 0,815$

*max. 1 bod za sestavení rovnic nebo úvahu, 1 bod za num. výsledek (nelze dále dělit), celkem 2 body*

**BIOCHEMIE**

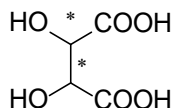
**12 BODŮ**

**Úloha 1 Kyseliny**

**12 bodů**

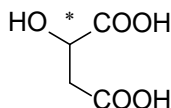
1.

vzorec **kyseliny vinné** –  
asymetrické uhlíky značené \*



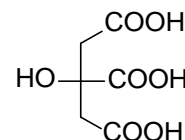
Chirální: **ano** ~~ne~~

vzorec **kyseliny jablečné** –  
asymetrické uhlíky značené \*



Chirální: **ano** ~~ne~~

vzorec **kyseliny citronové** –  
neobsahuje asymetrické uhlíky



Chirální: ~~ano~~ **ne**

*1 bod za každý vzorec, 1 bod za označení chirálních sloučenin, 1 bod za vyznačení asymetrických uhlíků, celkem 5 bodů*

2.

| Kyselina                         | vinná | jablečná | citronová     |
|----------------------------------|-------|----------|---------------|
| Počet neekvivalentních struktur: | 3     | 2        | není chirální |

*celkem 1 bod*

3. Sladkost plodů je prostředkem, jak zajistit jejich chutnost pro živočichy, kteří pak roznesou s výkaly semena v plodu obsažená; tato semena ovšem jsou klíčivá, jen když jsou zralá. Dokud je plod a semena nezralá, plod musí být kyselý, aby odrazil tyto živočichy, a po dozrání pak dojde k přeměně kyselin na cukry.

*celkem 1 bod*

4. kyselina jablečná (malát) a citronová (citrát)

*2 x 0,5 bodu*

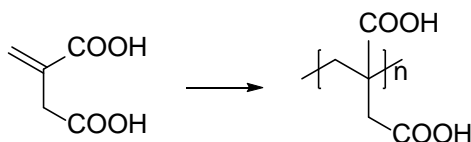
Krebsův cyklus

*0,5 bodu*

5. chelatace

*celkem 0,5 bodu*

6.



*celkem 1 bod*

7. Neutralizace kyselin ve víně uhličitánem vápenatým za vzniku vápenaté soli příslušné kyseliny, vody a oxidu uhličitého.

*0,5 bodu*

Vinan, jablečnan a citran vápenatý jsou ve vodě nerozpustné a nekontaminují proto pak víno, na rozdíl od sodných solí příslušných kyselin.

*0,5 bodu*

Kvašením se ze slupek vyluhují anthokyany, které jsou zodpovědné za zabarvení červeného vína.

*celkem 1 bod*