



56. ročník

2019/2020

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie E

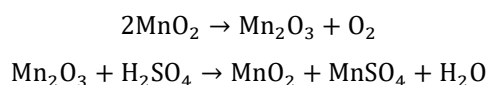
Teoretická část – Řešení

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Mangan

8 bodů

1) **Název minerálu:** pyroluzit nebo burelza správnou odpověď **0,50 bodu**2) **A:** MnSO₄, **B:** MnO₂**Vyčíslené chemické rovnice:**za každou správně identifikovanou látku 0,25 bodu
za každou správně sestavenou a vyčíslenou rovnicí 0,25 bodu**celkem 1,00 bodu**3) **Chemická rovnice:****Specifičnost reakce:** manganistanový anion má charakteristické fialové zbarveníza správné reaktanty a produkty 0,50 bodu
za správné vyčíslení 0,50 bodu
za vysvětlení 0,50 bodu**celkem 1,50 bodu**4) **Výpočty:**

$$n_{\text{plyn}} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{101325 \cdot 0,001661}{8,314 \cdot 298,15} = 0,0678956 \text{ mol}$$

$$n_{\text{kutnohorit}} = \frac{n_{\text{plyn}}}{2} = \frac{0,0679}{2} = 0,0339483 \text{ mol}$$

$$M_{\text{kutnohorit}} = \frac{m_{\text{kutnohorit}}}{n_{\text{kutnohorit}}} = \frac{7,3}{0,0339483} = 215,033 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m_{\text{MnO}} = n_{\text{kutnohorit}} \cdot M_{\text{MnO}} = 0,0339483 \cdot 70,937 = 2,4082 \text{ g}$$

$$m_{\text{XO}} = m_{\text{oxidy}} - m_{\text{MnO}} = 4,3119 - 2,4082 = 1,9037 \text{ g}$$

$$M_{\text{XO}} = \frac{m_{\text{XO}}}{n_{\text{kutnohorit}}} = \frac{1,9037}{0,0339483} = 56,077 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_{\text{X}} = M_{\text{XO}} - M_{\text{O}} = 56,077 - 15,999 = 40,078 \text{ g mol}^{-1} \text{ (Ca)}$$

$$M_{\text{Z}} = \frac{M_{\text{kutnohorit}} - M_{\text{Mn}} - M_{\text{Ca}}}{2} = \frac{215,033 - 54,938 - 40,078}{2} = 60,008 \text{ g mol}^{-1}$$

Mezi nejběžnější anionty v minerálech patří uhličitan, který zároveň odpovídá vypočtené molární hmotnosti



za výpočet vedoucí k identifikaci a identifikaci neznámého aniontu 2,00 bodu

za výpočet vedoucí k identifikaci a identifikaci neznámého kationtu 2,00 bodu

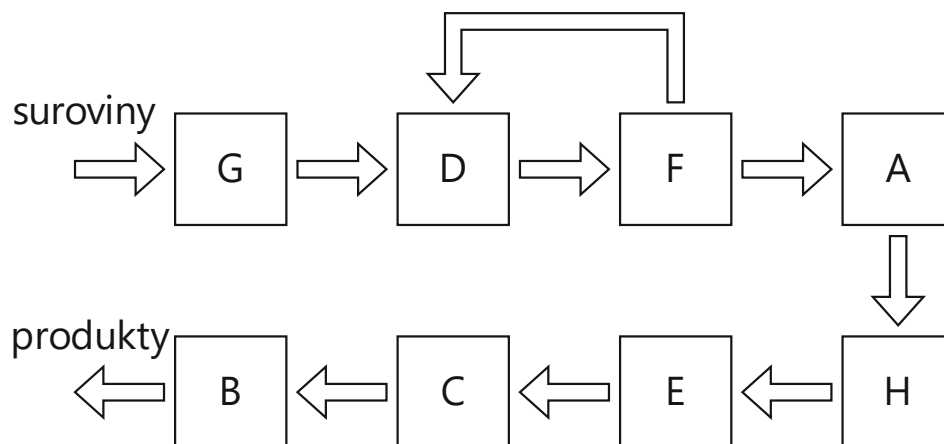
za vzorec kutnohoritu 1,00 bodu

celkem 5,00 bodu

Úloha 2 Kobalt

8 bodů

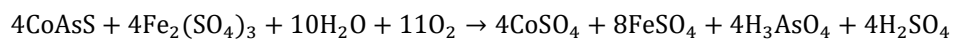
1) Přiřazení uzlů:



za každý správně přiřazený uzel 0,25 bodu

celkem 2,00 bodu

2) Chemická rovnice:



za správné reaktanty a produkty 1,00 bodu

za správné vyčíslení 0,50 bodu

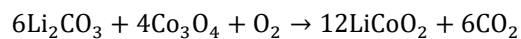
celkem 1,50 bodu

3) Zdůvodnění:

Trojmocné železo má schopnost oxidovat arsen na arseničnan a sulfid na síran. Vzniklé dvojmocné železo je při tom zpětně oxidováno vzdušným kyslíkem a zprostředkovává tedy oxidaci aniontů. Samotná kyselina sírová by mohla uvolňovat jedovaté plyny.

0,50 bodu4) Prekurzor: LiCoO_2

Chemická rovnice:



za identifikaci prekurzoru 0,50 bodu

za správné reaktanty a produkty 0,50 bodu

za správné vyčíslení 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

5) Výpočet:

Zprvu je třeba si uvědomit nadbytek zbytečných informací v zadání a počítat jen s potřebnými. Lze aplikovat zákon zachování hmotnosti pro celý systém.

$$m_{\text{CoSO}_4}^{\text{vstup}} = m_{\text{CoSO}_4}^{\text{výstup}}$$

$$m_{\text{CoSO}_4}^{1\text{h}} = m_{\text{roztok}}^{1\text{h}} \cdot w_{\text{CoSO}_4} = 154 \cdot 0,015 = 2,31 \text{ kg}$$

$$m_{\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}^{1\text{h}} = m_{\text{CoSO}_4}^{1\text{h}} \cdot \frac{M_{\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{CoSO}_4}} = 2,31 \cdot \frac{281,1}{155} = 4,19 \text{ kg}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{1\text{h}} = m_{\text{roztok}}^{1\text{h}} - m_{\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}^{1\text{h}} = 154 - 4,19 = 149,81 \text{ kg}$$

$$m_{\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}^{12\text{h}} = m_{\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}^{1\text{h}} \cdot t = 4,19 \cdot 12 = 50,27 \text{ kg}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{12\text{h}} = m_{\text{H}_2\text{O}}^{1\text{h}} \cdot t = 149,81 \cdot 12 = 1797,73 \text{ kg}$$

za správný postup 1,50 bodu
za správný výsledek 1,00 bodu

celkem 2,50 bodu

ORGANICKÁ CHEMIE

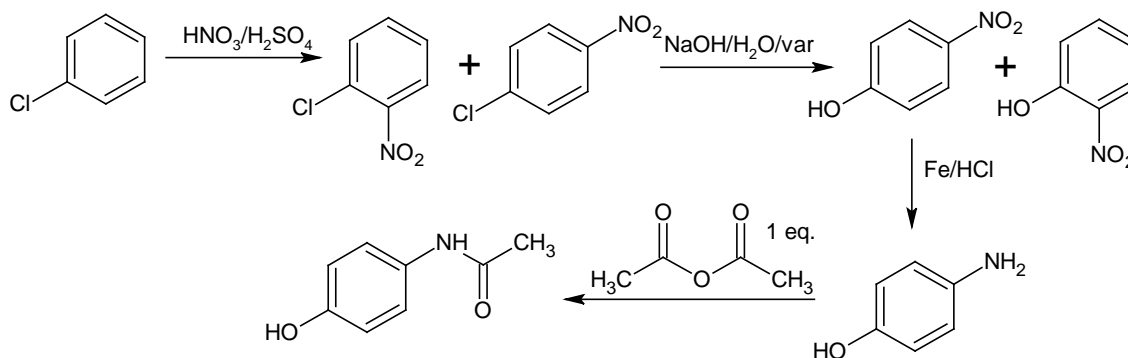
16 BODŮ

Úloha 1 Léčiva

6 bodů

1) Návrh syntézy:

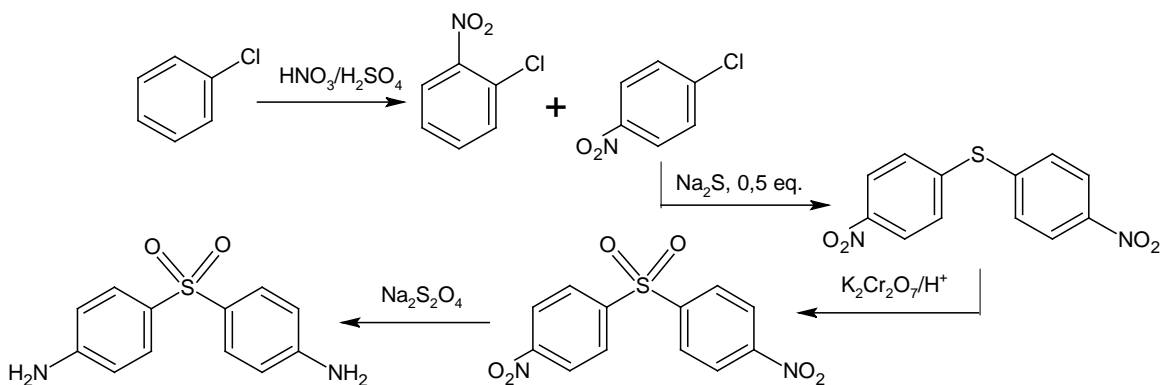
Pro získání paracetamolu z chlorbenzenu je prvním krokem nitrace chlorbenzenu, která vede ke vzniku 2-nitrochlorbenzenu a 4-nitrochlorbenzenu. Tuto směs lze pouze obtížně rozdělit pomocí rektifikace, neboť rozdíl teplot varu obou látek je poměrně malý. Snazší je směs izomerů nukleofilně substituovat s hydroxidem sodným za vzniku 2-nitrofenolu a 4-nitrofenolu. Jak již víme, tato směs se dá od sebe oddělit pomocí destilace s vodní parou. *Para*-derivát je následně zredukován a vzniklý amin acetylován acetanhydridem.



za návrh syntézy maximálně 3,00 bodu

2) Návrh syntézy:

První krok syntézy dapsonu z chlorbenzenu je stejný jako při výrobě paracetamolu, tedy nitrace. V tomto případě však nemáme na výběr a musíme směs isomerů oddělit rektifikací. Následně provedeme reakci *para*-isomeru se sulfidem sodným za vzniku bis(4-nitrofenyl)sulfidu. Ten dále oxidujeme okyseleným roztokem dichromanu draselného a nakonec redukujeme nitroskupiny za vzniku našeho produktu.

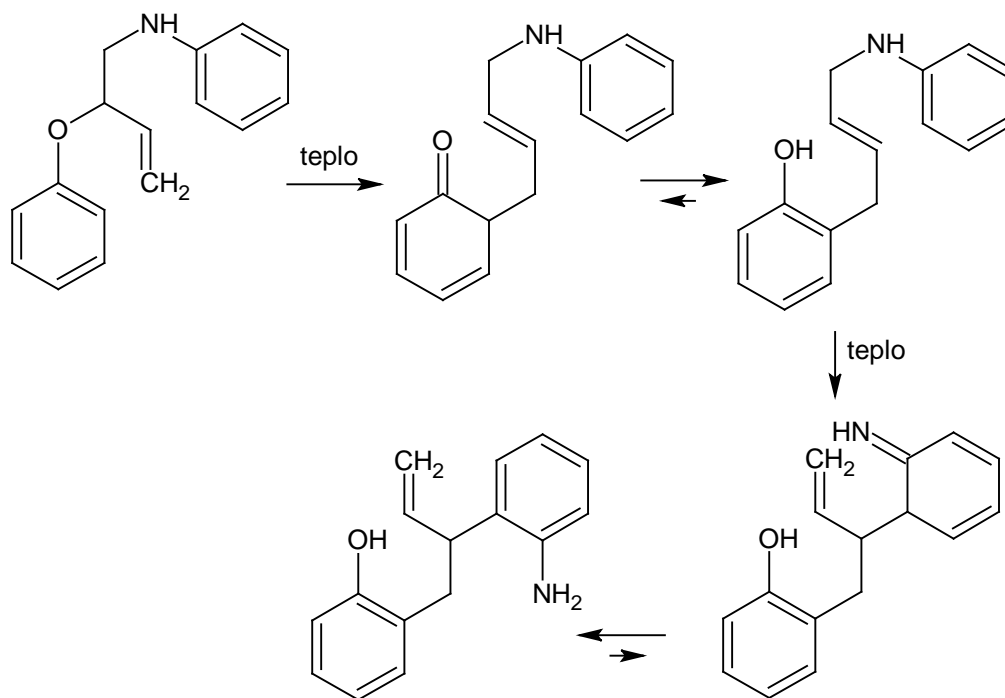


za návrh syntézy maximálně 3,00 bodu

Úloha 2 Claisenův přesmyk aromatický II

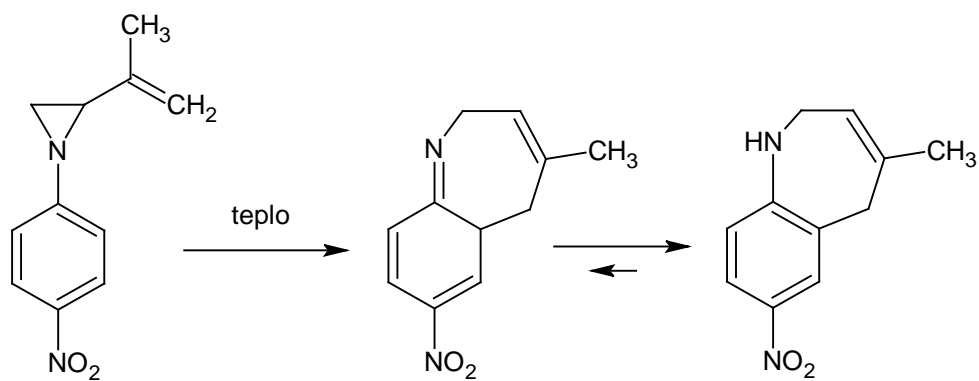
3 body

1) Doplnění reakční přeměny:



za doplnění reakční přeměny 2,00 bodu

2) Doplnění reakční přeměny:



za doplnění reakční přeměny 1,00 bodu

Úloha 3 Výbušniny

7 bodů

1) Vysvětlení rozdílu:

Trhavina je látka poměrně stálá, není příliš citlivá ke zvýšeným teplotám ani fyzickým podnětům. V případě zapálení plamenem trhavina pouze deflagruje (pomalu shoří). Díky těmto vlastnostem se s trhavinami v praxi pracuje ve velkém množství a nacházejí využití v mnoha oblastech, od těžebních prací až po vojenské využití. K detonaci trhavin je potřeba rozbuška tvořená třaskavinou.

Třaskavina je látka, která je na rozdíl od trhavin poměrně nestálá. Třaskaviny bývají citlivé k fyzickým podnětům, jako je tření, zvýšený tlak nebo statická elektřina. Při zahřátí nebo při styku s plamenem třaskaviny ochotně detonují. Díky těmto vlastnostem nacházejí využití v náplni rozbušek. Nemohou však být použity ve velkém množství, neboť hrozí nebezpečí nechtěného výbuchu.

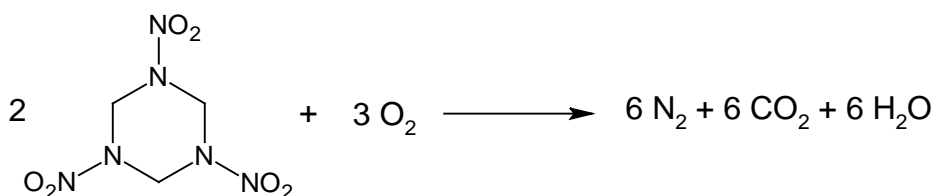
za vysvětlení rozdílu **1,00 bodu**

2) Vysvětlení pojmu:

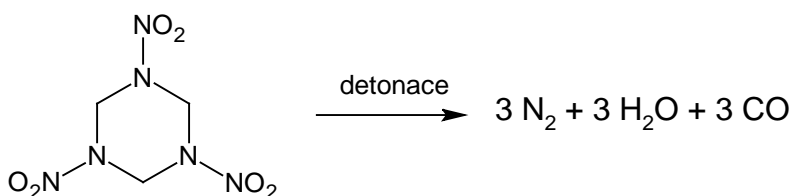
Brizance je míra schopnosti výbušniny ničit věci ve svém bezprostředním okolí. Tento pojem je odvozený z keltského slova „brissin“ (ničit, tříštit) a do češtiny může být přeložen jako tříštivost nebo trhavost. Brizance je přímo úměrná hustotě výbušniny, detonační rychlosti a množství energie uvolněné při explozi. V praxi se měření brizance provádí pomocí řady testů. Jedním z nich je například zkouška brizance dle Hesse. Ta spočívá v měření deformace ocelového válečku způsobené explozí výbušniny za speciálně určených podmínek. Změřená brizance se uvádí v mm.

za smysluplné vysvětlení **1,00 bodu**

3) Rovnice spalování:



Rovnice detonace:

za každou rovnici včetně správného vyčíslení **1,00 bodu****celkem 2,00 bodu**

4) Vysvětlení

Pro nitraci do prvního stupně postačí kyselina dusičná o koncentraci 65 %. Kyselina sírová se však používá koncentrovaná (96 %). Hmotnostní poměr kyseliny dusičné a kyseliny sírové bývá nejčastěji 1 : 3 (postačí však i 1 : 2). Reakce se provádí za studena v rozmezí teplot 0 – 25 °C.

Pro nitraci do druhého stupně by teoreticky stačila opět kyselina dusičná o koncentraci 65 %, nicméně koncentrované kyseliny sírové by bylo potřeba přidat větší množství. Používá se tedy dýmavá kyselina dusičná (90 – 100 %) a poměr kyselin minimálně 1 : 2. Pro úplný průběh nitrace se reakce zahřívá. (Na teplotu 50 – 80 °C)

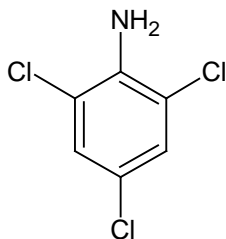
Oleum se do nitrační směsi přidává z důvodu, že při nitraci vzniká jako vedlejší produkt voda, která snižuje koncentraci kyselin. Oxid sírový obsažený v oleu s vodou reaguje za vzniku kyseliny sírové a umožňuje tak další průběh nitrace.

za každou dílčí správnou odpověď 0,50 bodu

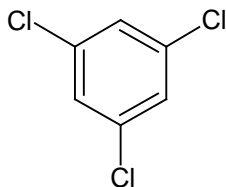
celkem 1,50 bodu

5) Identifikace látek:

A:



B:



C:



za každou správně doplněnou látku 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE**18 BODŮ****Úloha 1 S omezením!****6 bodů**

- 1) **Počet fází v oblastech:** Nad křivkou (oblast 1) se jedná pouze o jednu fázi, pod křivkou (oblast 2) 2 fáze.

*za každý správný počet po 0,25 bodu***celkem 0,50 bodu**

- 2) **Vysvětlení:**

Jedná se o stav, kdy nad touto teplotou při určitém složení se směs, např. kapalin, stává homogenní – kapaliny se tedy smísí ve všech poměrech a v systému je jen jedna fáze. Pod touto teplotou jsou v určitém složení v systému stále 2 nemísitelné kapaliny.

za správné vysvětlení 0,50 bodu

- 3) **Výpočet:**

Jedná se o dvousložkový systém, tedy $C = 2$. Jelikož se bod nachází v oblasti pod křivkou, kde jsou přítomny 2 fáze, pak $P = 2$. Z Gibbsova zákona fází tedy vypočteme

$$F + P = C + 2$$

$$F + 2 = 2 + 2$$

$$F = 2$$

Počet stupňů volnosti: 2*za správný výpočet 0,50 bodu**za numericky správné řešení 0,50 bodu***celkem 1,00 bodu**

4) Výpočty:

$$n_{\text{hexan}} = \frac{m_{\text{hexan}}}{M_{\text{hexan}}} = \frac{50}{86,18} = 0,58 \text{ mol}$$

$$n_{\text{nitrobenzen}} = \frac{m_{\text{nitrobenzen}}}{M_{\text{nitrobenzen}}} = \frac{50}{123,06} = 0,41 \text{ mol}$$

$$x_{\text{nitrobenzen}} = \frac{n_{\text{nitrobenzen}}}{n_{\text{nitrobenzen}} + n_{\text{hexan}}} = 0,42$$

Látkové množství hexanu: 0,58 mol

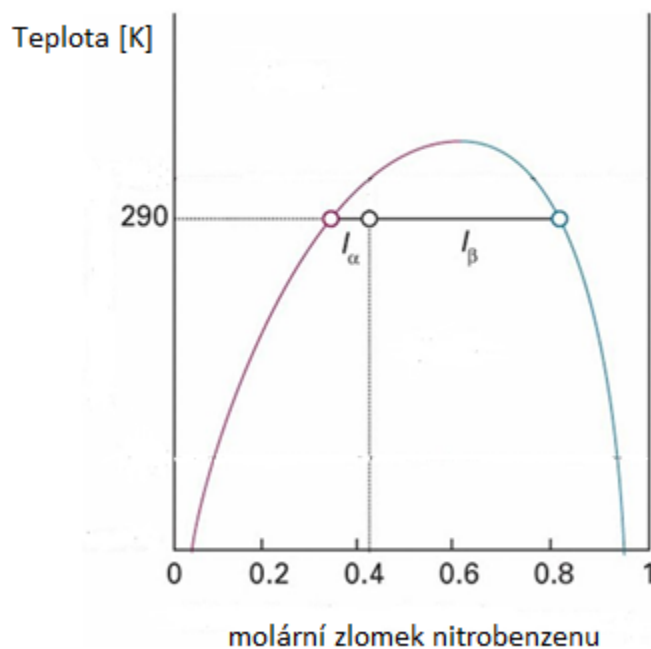
Látkové množství nitrobenzenu: 0,41 mol

Molární zlomek nitrobenzenu: 0,42

za správná látková množství dohromady 0,50 bodu
za správný molární zlomek 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

5) Složení fází:



Pro lepší přehlednost je uveden obrázek. Z něj vyplývá, že při 290 K, kde molární zlomek nitrobenzenu je 0,42 odpovídá složení rovnovážných fází asi 0,36 a 0,84.

za správné určení složení fází **1,00 bodu**

6) Výpočet:

$$\frac{n_{\alpha}}{n_{\beta}} = \frac{l_{\beta}}{l_{\alpha}} = \frac{0,84 - 0,42}{0,42 - 0,36} = \frac{0,42}{0,06} = 7$$

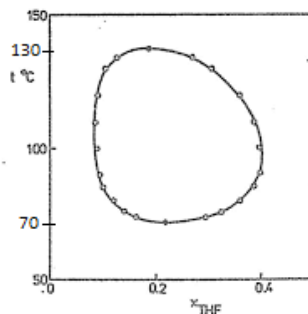
Pro výpočet je uplatněno pákové pravidlo, které dává do poměru látková množství fází, resp. poměr vzdáleností l_{α} a l_{β} .

Závěr: Směs bude obsahovat 7x více hexanu než nitrobenzenu.

za správný postup a numerické řešení 0,50 bodu
za správnou interpretaci výsledku 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

7) Diagram:



Ilustrativní obrázek. Důležitá je přibližně vyznačená teplota, popsané osy a také fakt, že se bude jednat o jednu křivku ve tvaru kružnice/elipsy/brambory.

za obrázek splňující parametry **1,00 bodu**

Úloha 2 Pan Henry podruhé a naposled

4 body

1) Výpočet molárního zlomku dusíku ve vzduchu:

Je potřeba vypočítat látkové množství všech plynů ve vzduchu. Nejprve je nutné vypočítat hmotnost jednotlivých plynů z jejich zastoupení ve vzduchu. Pro jednodušší výpočet si zvolíme hmotnost směsi 100 g, je ale možné si zvolit jakoukoliv hmotnost.

$$m_A = w_A \cdot m_{\text{celk}}$$

$$m_{\text{N}_2} = w_{\text{N}_2} \cdot m_{\text{celk}} = 0,7552 \cdot 100 = 75,52 \text{ g}$$

$$n_A = \frac{m_A}{M_A}$$

$$n_{\text{N}_2} = \frac{m_{\text{N}_2}}{M_{\text{N}_2}} = \frac{75,52}{28,014} = 2,696 \text{ mol}$$

Analogicky pro všechny ostatní plyny.

$$n_{\text{O}_2} = 0,7235 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Ar}} = 0,0320 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 0,0010 \text{ mol}$$

$$n_{\text{celk}} = 3,4615 \text{ mol}$$

$$x_{\text{N}_2} = \frac{n_{\text{N}_2}}{n_{\text{celk}}} = \frac{2,696}{3,4615} = 0,7789$$

za správně vypočtené celkové látkové množství 0,75 bodu

za správně vypočtenou molalitu 0,50 bodu

za správné numerické řešení celého příkladu 0,75 bodu

celkem 2,00 bodu

2) Výpočet parciálního tlaku:

$$p_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} \cdot p_{\text{celk}} = 0,7789 \cdot 91,2 = 71,04 \text{ kPa}$$

za správný postup a numerické řešení **0,50 bodu**

Dílčí body se neudělují.

3) Výpočet rozpustnosti dusíku ve vodě:

Z Henryho zákona se nejdříve vypočítá molalita, která se následně přečítá na molární koncentraci.

$$p_{\text{N}_2} = K_H \cdot b_{\text{N}_2}$$

$$b_{\text{N}_2} = \frac{p_{\text{N}_2}}{K_H} = \frac{71,04}{1,56 \cdot 10^5} = 0,4554 \text{ mmol kg}^{-1}$$

$$c_{\text{N}_2} = b_{\text{N}_2} \cdot \rho = 0,4554 \text{ mmol kg}^{-1} \cdot 997,09 \text{ kg m}^{-3} = 0,4541 \text{ mmol dm}^{-3}$$

za správný postup a numerické řešení **1,00 bodu**

Dílčí body se neudělují.

4) Výpočet rozpustnosti dusíku ve vodě:

Postup výpočtu je analogický předchozím výpočtům.

$$p_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} \cdot p_{\text{celk}} = 0,7789 \cdot 54,7 = 42,61 \text{ kPa}$$

$$b_{\text{N}_2} = \frac{p_{\text{N}_2}}{K_H} = \frac{42,61}{1,56 \cdot 10^5} = 0,2731 \text{ mmol kg}^{-1}$$

$$c_{\text{N}_2} = b_{\text{N}_2} \cdot \rho = 0,2731 \text{ mmol kg}^{-1} \cdot 997,09 \text{ kg m}^{-3} = 0,2723 \text{ mmol dm}^{-3}$$

za správný postup 1,00 bodu
za numerické řešení 0,50 bodu

celkem 1,50 bodu

5) Název nemoci:

Dekompresní nemoc nebo také kesonová nemoc.

Vysvětlení příčiny:

Ve větších hloubkách, tedy při vyšším tlaku je podle Henryho zákona rozpustnost plynů vyšší. Dusík rozpuštěný v tkáních se při rychlém vynořování a tedy i rychlém poklesu tlaku uvolňuje ve formě bublinek, které tělo nedokáže vstřebat a ty pak způsobují příznaky nemoci. (Funguje to stejně, jako když se otevře láhev sodovky, přičemž unikají bublinky CO_2 .)

Předejití nemoci:

Postupné a pomalé vynořování, aby se dusík stíhal vstřebávat a nevytvářel bublinky.

za správný název nemoci 0,25 bodu
za vysvětlení příčiny 0,50 bodu
za vysvětlení, jak lze předejít nemoci, 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu

Úloha 3 Vícenásobné extrakce organických polutantů

6 bodů

1) Výpočet:

Označme c° původní koncentraci fenolu ve vodě, c_{\min} požadovanou výstupní koncentraci fenolu ve vodě. Pro celkové množství fenolu platí, že je součtem hmotnosti fenolu ve vodě a v organické fázi:

$$m_{\text{total}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{org}} \rightarrow c^\circ \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} = c_{\min} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{org}}$$

Rozdělovací koeficient je dán jako:

$$K = \frac{c_{\text{H}_2\text{O}}}{c_{\text{org}}}$$

Pro situaci, kdy je dosaženo extrakce fenolu z vody na požadovanou koncentraci ve vodě:

$$K = \frac{c_{\min}}{c_{\text{org}}} = \frac{c_{\min}}{\frac{m_{\text{org}}}{V_{\text{org}}}} = \frac{c_{\min}}{\frac{c^\circ \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} - c_{\min} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}}{V_{\text{org}}}} = \frac{V_{\text{org}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \frac{c_{\min}}{c^\circ - c_{\min}} \rightarrow V_{\text{org}} = K \cdot \frac{c^\circ - c_{\min}}{c_{\min}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}$$

Pro benzen tedy:

$$V_{\text{PhH}} = K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/\text{PhH})} \cdot \frac{c^\circ - c_{\min}}{c_{\min}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,50 \cdot \frac{20,0 - 0,010}{0,010} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}$$

Analogicky pro diisopropylether:

$$V_{(\text{iPr})_2\text{O}} = K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})} \cdot \frac{c^\circ - c_{\min}}{c_{\min}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,036 \cdot \frac{20,0 - 0,010}{0,010} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} = 72 \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}$$

za správný postup výpočtu 1,50 bodu
za každý numericky správný výsledek 0,25 bodu

celkem 2,00 bodu

2) Rozhodnutí včetně zdůvodnění:

Vzhledem k tomu, že diisopropyletheru je potřeba cca $1000/72 = 14\times$ méně, je i při dvojnásobně vyšší ceně stále cca $7\times$ výhodnější, než benzen.

za správné rozhodnutí na základě vypočtených dat **0,50 bodu**

3) Výpočet:

Nejprve je třeba odvodit, jaká bude koncentrace fenolu ve vodě po j -té extrakci. Vzhledem k tomu, že extrahujeme daný objem odpadní vody stejným objemem diisopropyletheru, můžeme označit:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{(\text{iPr})_2\text{O}} = V$$

Pro hmotnostní bilanci při první extrakci platí:

$$m_{\text{total}} = m_{1/\text{H}_2\text{O}} + m_{1/(\text{iPr})_2\text{O}} \rightarrow c^\circ \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} = c_{1/\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}} + c_{1/(\text{iPr})_2\text{O}} \cdot V_{(\text{iPr})_2\text{O}}$$

Vzhledem k rovnosti objemů je ale možné psát:

$$c^\circ = c_{1/\text{H}_2\text{O}} + c_{1/(\text{iPr})_2\text{O}}$$

Z rozdělovacího koeficientu snadno vyjádříme koncentraci fenolu v diisopropyletheru (pro první extrakci):

$$K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})} = \frac{c_{1/\text{H}_2\text{O}}}{c_{1/(\text{iPr})_2\text{O}}} \rightarrow c_{1/(\text{iPr})_2\text{O}} = \frac{c_{1/\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}$$

Dosazením do koncentrační bilance je koncentrace fenolu ve vodě po první extrakci:

$$c^\circ = c_{1/\text{H}_2\text{O}} + c_{1/(\text{iPr})_2\text{O}} = c_{1/\text{H}_2\text{O}} + \frac{c_{1/\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} \rightarrow c_{1/\text{H}_2\text{O}} = c^\circ \cdot \frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}$$

Pro druhou extrakci platí analogické vztahy a tedy:

$$c_{1/\text{H}_2\text{O}} = c_{2/\text{H}_2\text{O}} + c_{2/(\text{iPr})_2\text{O}} = c_{2/\text{H}_2\text{O}} + \frac{c_{2/\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}$$

Po druhé extrakci tedy:

$$c_{2/\text{H}_2\text{O}} = c_{1/\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} = c^\circ \cdot \left(\frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} \right)^2$$

Po provedení celkem j extrakcí je tak:

$$c_{j/\text{H}_2\text{O}} = c_{j-1/\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} = c^\circ \cdot \left(\frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} \right)^j$$

Vyjádřením počtu extrakcí a požadavkem, aby koncentrace fenolu byla po j -té extrakci vhodná pro vypouštění:

$$c_{j/\text{H}_2\text{O}} = c^\circ \cdot \left(\frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} \right)^j \rightarrow \frac{c_{j/\text{H}_2\text{O}}}{c^\circ} = \left(\frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} \right)^j$$

$$\ln \frac{c_{j/\text{H}_2\text{O}}}{c^\circ} = \ln \left(\frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}} \right)^j \rightarrow \ln \frac{c_{j/\text{H}_2\text{O}}}{c^\circ} = j \cdot \ln \frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}$$

$$j = \frac{\ln \frac{c_{j/\text{H}_2\text{O}}}{c^\circ}}{\ln \frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}} = \frac{\ln \frac{c_{\text{min}}}{c^\circ}}{\ln \frac{K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}{1 + K_{\text{PhOH}(\text{H}_2\text{O}/(\text{iPr})_2\text{O})}}} = \frac{\ln \frac{0,010}{20}}{\ln \frac{0,036}{1 + 0,036}} = 2,26 \rightarrow j = 3$$

Objem diisopropyletheru: $3 \times V(\text{H}_2\text{O})$.

za jakýkoliv správný postup výpočtu 3,00 bodu
za správně stanovený počet extrakcí a násobek objemu 0,50 bodu

celkem 3,50 bodu