



50. ročník
2013/2014

KRAJSKÉ KOLO
kategorie A a E

ŘEŠENÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)**ANORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Hustota „těžkého“ ledu****3 body**

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,00; M_r(\text{D}_2\text{O}) = 20,00$$

Při shodnosti mřížkových parametrů jsou objemy elementárních buněk ledu z lehké i těžké vody stejné, a led z těžké vody bude mít zjevně větší hustotu úměrně poměru molárních hmotností těžké a lehké vody, tj.:

$$r(\text{led, D}_2\text{O}) = r(\text{led, H}_2\text{O}) \cdot M_r(\text{D}_2\text{O}) / M_r(\text{H}_2\text{O}) = 917 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \cdot 20 / 18 = 1019 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

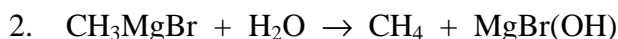
Pouze za správný a úplný výsledek včetně jednotky 2,5 bodu

Jeho hustota je tedy větší, než je hustota vody – led z těžké vody na lehké kapalně vodě neplave a potopí se.

Tvrzení 0,5 bodu

Úloha 2 Hydrolýza Grignardových sloučenin**6 bodů**

1. Methan

0,5 bodu*1,5 bodu*

3. Vzhledem ke stechiometrii reakce platí:

$$n(\text{CH}_3\text{MgBr}) = n(\text{CH}_4) = p \cdot V / (R \cdot T),$$

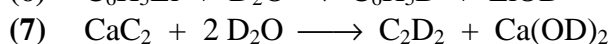
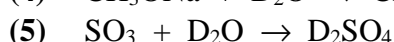
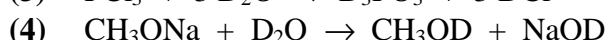
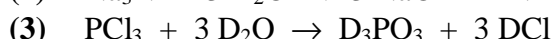
po dosazení:

$$n(\text{CH}_4) = 99,7 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot 5,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \cdot 299,7 \text{ K}) = 2,21 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$c = n / V = 2,21 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / 0,025 \text{ dm}^3 = 0,884 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$$

Pouze za správný a úplný výsledek včetně jednotky 4 body

(Pokud je výsledek chybný z důvodu jiné stechiometrie výchozí rovnice, ale jinak je postup správný, hodnotit plným počtem bodů.)

Úloha 3 Syntéza značených sloučenin**7 bodů**

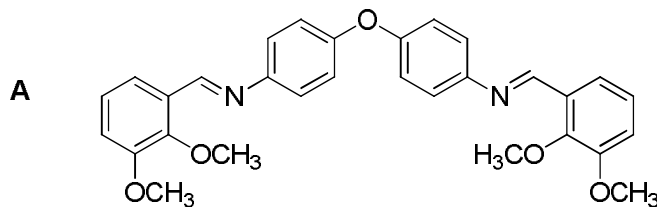
Za každou rovnici 1 bod; celkem 7 bodů

(Jsou uvedeny příklady rovnic, uznávat jakákoliv jiná chemicky správná řešení.)

Úloha 1 Dusíkaté deriváty

3 body

1.



V ^1H NMR spektru bude 8 signálů.

1 bod

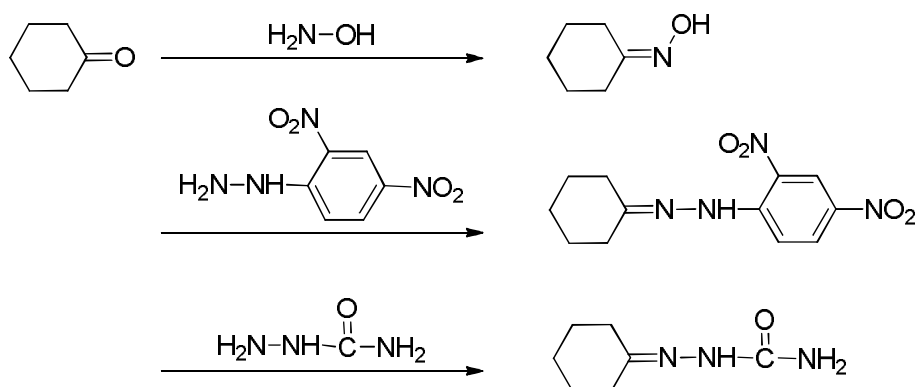
2. Proton se váže na OH skupinu primárního aduktu (hemiaminalu) a umožňuje její eliminaci v podobě vody.

0,5 bodu

3. V příliš kyselém prostředí dochází k protonaci aminoskupiny, čímž je znemožněna její adice na karbonyl.

0,5 bodu

4.

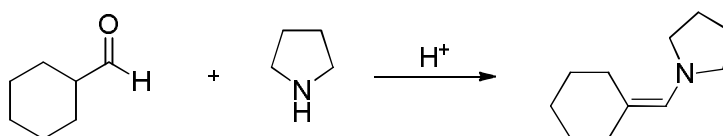


1,5 bodu

5. Jedná se o krystalické látky s ostrými body tání. Toho se využívalo k identifikaci aldehydů a ketonů. Kromě toho se tyto látky využívají k čištění těkavých aldehydů a ketonů a v rentgenostrukturní analýze.

0,5 bodu

6.

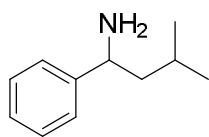


Produkt patří mezi enaminy.

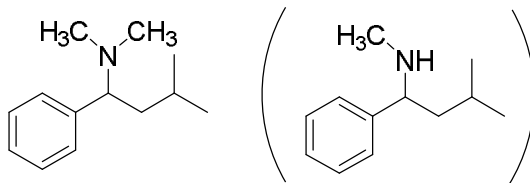
1 bod

7.

B



C



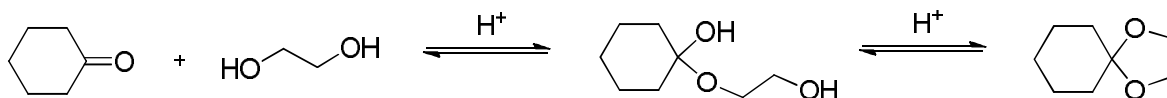
V případě sloučeniny **C**, lze uznat i monometylovaný produkt, viz produkt v závorce.

1 bod

Úloha 2 Acetaly podruhé

6 bodů

1.

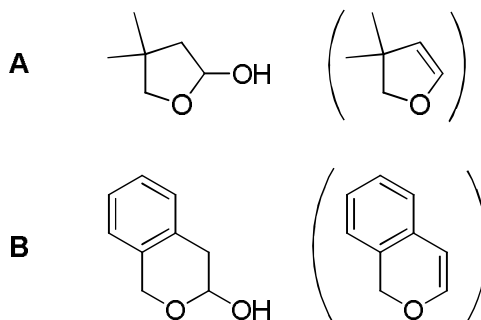


1 bod

2. Sousední esterová skupina svým záporným indukčním efektem odčerpává elektrony z uhlíku karbonylové skupiny, a usnadňuje tak adici nukleofilu.

0,5 bodu

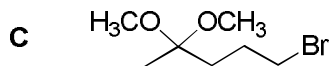
3.



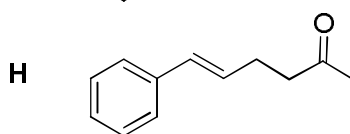
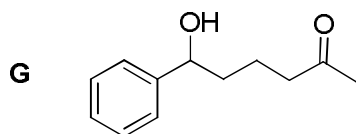
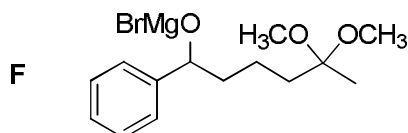
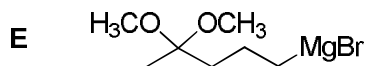
Lze uznat i produkty kondenzace (uvedené v závorkách), vzniklé následnou eliminací vody v kyselém prostředí.

1 bod

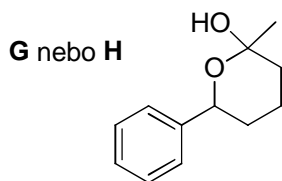
4.



D diethylether nebo THF



Látka **G** může v kyselém prostředí podléhat intramolekulární reakci za vzniku hemiacetalu. K této reakci může dojít jak v kroku vedoucím k produktu **G**, tak k produktu **H**. Proto lze jako produkty **G** i **H** uznat i následující hemiacetal:



Za každou strukturu 0,5 bodu; celkem 3 body

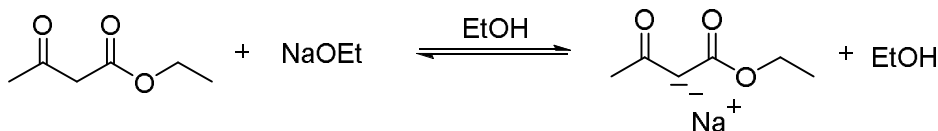
5. Karbonylová skupina by reagovala se vznikajícím Grignardovým činidlem.

0,5 bodu

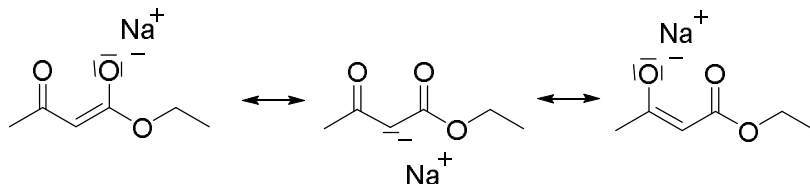
Úloha 3 Acetoacetátová syntéza

4 body

1.

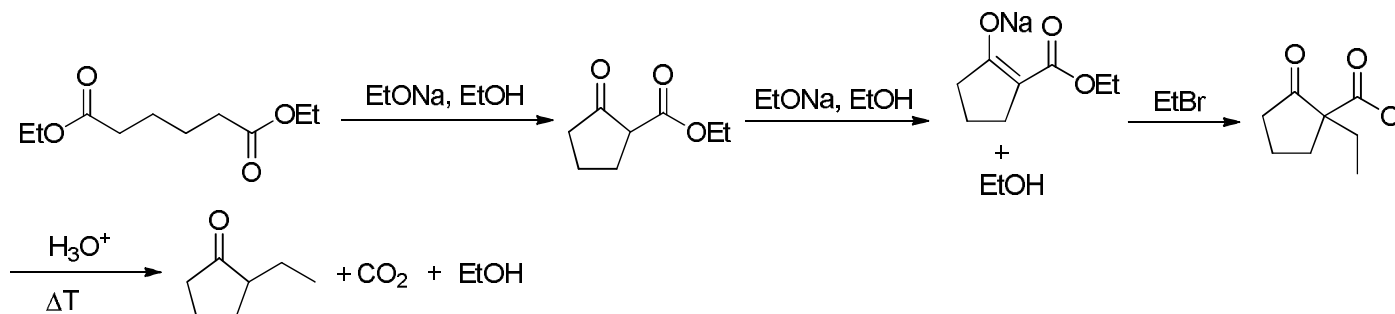


Produktem reakce je sodná sůl.



0,5 bodu za správnou rovnici, 0,5 bodu za rovnovážnou šipku, 0,5 bodu za rezonanční struktury; celkem 1,5 bodu

2.



0,5 bodu každý správný reakční krok, 0,5 bodu za správná činidla, celkem 2,5 bodu

Úloha 1 Moře

9 bodů

1. Nejdříve je třeba zjistit molární koncentraci „vody ve vodě“:

$$c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{r}{M} = \frac{997 [\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}]}{18 [\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}]} = 55,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Absorbance metrové vrstvy vody bude rovna:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = -\log T = e \cdot c(\text{H}_2\text{O}) \cdot l = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 55,4 \cdot 100 = 0,1108$$

Procento pohlceného záření bude rovno:

$$1 - T = 1 - 10^{-A} = 1 - 10^{-0,1108} = 0,225 \rightarrow 22,5 \%$$

*Za správně vypočítanou koncentraci vody 0,5 bodu
Za správně aplikovaný Lambertův-Beerův zákon 0,5 bodu
Za výpočet transmitance 0,5 bodu
Za numericky správné řešení 0,5 bodu
Celkem 2 body*

2. Na vodní hladinu o ploše 1 m^2 dopade za jednu hodinu světelná energie:

$$E_0 = I_0 \cdot S \cdot t = 680 [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \cdot 1 [\text{m}^2] \cdot 3600 [\text{s}] = 2,448 \cdot 10^6 \text{ J} = 2,45 \text{ MJ}$$

Z toho se ale jedna třetina odrazí. Zbylé záření se absorbuje z 22,5 % v prvním metru hloubky. 1 m^3 vody tedy za jednu hodinu pohltí energii:

$$E = 2,45 \cdot 0,225 \cdot \frac{2}{3} = 0,368 \text{ MJ.}$$

Pokud předpokládáme, že se veškerá tato energie přemění teplo ($Q=E$), dostaneme pro změnu teploty:

$$\Delta T = \frac{Q}{c_{p,spec} \cdot m} = \frac{Q}{c_{p,spec} \cdot r \cdot V} = \frac{0,368 \cdot 10^6 [\text{J}]}{4150 [\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \cdot 997 [\text{kg} \cdot \text{m}^3] \cdot 1 [\text{m}^3]} = 0,089 \text{ K}$$

V případě, že řešitel předpokládal pohlcení veškeré neodražené energie, změna teploty by vyšla $0,089/0,225=0,396 \text{ K}$.

*Za správně vypočítanou pohlcenou energii 0,5 bodu,
u numericky nesprávného výsledku srážka 0,25 bodu
Za správně vypočítanou změnu teploty 0,5 bodu,
u numericky nesprávného výsledku srážka 0,25 bodu
Celkem za 1 bod*

V případě, že student správným postupem došel k chybnému výsledku v důsledku dosažení chybné hodnoty procenta pohlceného záření z úkolu 1.1, hodnotí se úloha 1.2 plným počtem bodů. Tj. chyba z úlohy 1.1 se dále nepropaguje.

3. c)

Za 0,5 bodu

4. libovolné dva z (dle csfd.cz v abecedním pořadí):

Avatar, Černý anděl, Earthship.TV, Expedice Bismarck, Piraña 2: Létající zabijáci, Pravdivé lži, Propast, Reach, Terminátor, Terminátor 2: Den zúčtování, Tajemné hlubiny 3D, Tajemství Titaniku 3D, The time is war, Titanic, Titanic: Poslední slovo s Jamesem Cameronem, T2 3-D: Battle across time, Vetřelci, Xenogenesis

0,5 bodu za dva správné filmy (0,25 za každý správný film)

5. Uvažujeme ideální plyn.

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

1 mol klatrátu II obsahuje 24 mol CH₄

$$V = \frac{24 \cdot n(\text{klatrát}) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{24 \cdot m(\text{klatrát}) \cdot R \cdot T}{p \cdot M(\text{klatrát})}$$

$$M(\text{klatrát}) = 24 \cdot (4 \cdot 1 + 12) + 136 \cdot (2 \cdot 1 + 16) = 2832 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V = \frac{24 \cdot 1 [\text{kg}] \cdot 8,314 [\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}] \cdot 298 [\text{K}]}{10^5 [\text{Pa}] \cdot 2,832 [\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}]} = 0,21 \text{ m}^3$$

Princip řešení stavové rovnice 0,5 bodu
Molární hmotnost klatrátu 0,25 bodu
Numericky správné řešení 0,25 bodu
Celkem 1 bod

6.

- a) NEPRAVDA
- b) PRAVDA
- c) PRAVDA
- d) NEPRAVDA

0,25 bodu za každou správně určenou pravdivostní hodnotu

7. Hustota je definována jako

$$\rho = m / V$$

V jedné kubické buňce o hraně délky $a=1730$ pm je 24 molekul CH₄ a 136 molekul H₂O:

$$\rho = (24 \cdot m(\text{CH}_4) + 136 \cdot m(\text{H}_2\text{O})) / a^3 = (24 \cdot m_u \cdot M_r(\text{CH}_4) + 136 \cdot m_u \cdot M_r(\text{H}_2\text{O})) / a^3$$

Dosazením numerických hodnot:

$$\rho = (24 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]} \cdot 16 + 136 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]} \cdot 18) / (1730 \cdot 10^{-12})^3 = 908 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Hustota klatrátu II je $907 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Protože má nižší hustotu než voda ($1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$), na vodě plave. Ve skutečnosti by ale plaval jen do doby, než by se rozpustil, protože je stabilní jen za vysokých tlaků.

*Princip řešení 0,75 bodu
Numericky správné řešení 0,5 bodu
Správné porovnání s hustotou vody 0,25 bodu
(0,25 bodu i v případě, že hustota chybně vyšla vyšší než $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
a soutěžící určil/a, že klatrát se potopí)
Celkem 1,5 bodu*

8. Odečtením rovnic (2) a (4) dostaneme:



což je rovnice tání n molů ledu.

Hodnotu n získáme vydělením entalpií tání:

$$n = (\Delta H_{R,2} - \Delta H_{R,4}) / \Delta H_{\text{tání}}$$

$$n = (53,68 \text{ [kJ} \cdot \text{mol}^{-1}] - 19,05 \text{ [kJ} \cdot \text{mol}^{-1}]) / 6,01 \text{ [kJ} \cdot \text{mol}^{-1}] = 5,76$$

Na jednu molekulu methanu připadá 5,76 molekul vody. Ve skutečnosti má struktura I stechiometrii $8\text{CH}_4 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$, což odpovídá číslu $n = 5,75$. Odchyłka je dána nepřesností měření termodynamických údajů.

*Princip řešení 1 bod
Numericky správné řešení 0,5 bodu
Celkem 1,5 bodu*

Úloha 2 Voda-lích

7 bodů

- Uvažujme, že roztok vznikl z 86 ml vody (tj. 85,7 g či 4,76 molů) a 14 ml ethanolu (tj. 11,0 g či 0,239 molů). Z těchto údajů můžeme vypočítat hmotnostní zlomek ethanolu:

$$w_{\text{ethanol}} = \frac{11,0}{85,7 + 11} = 0,114$$

a molární zlomek ethanolu:

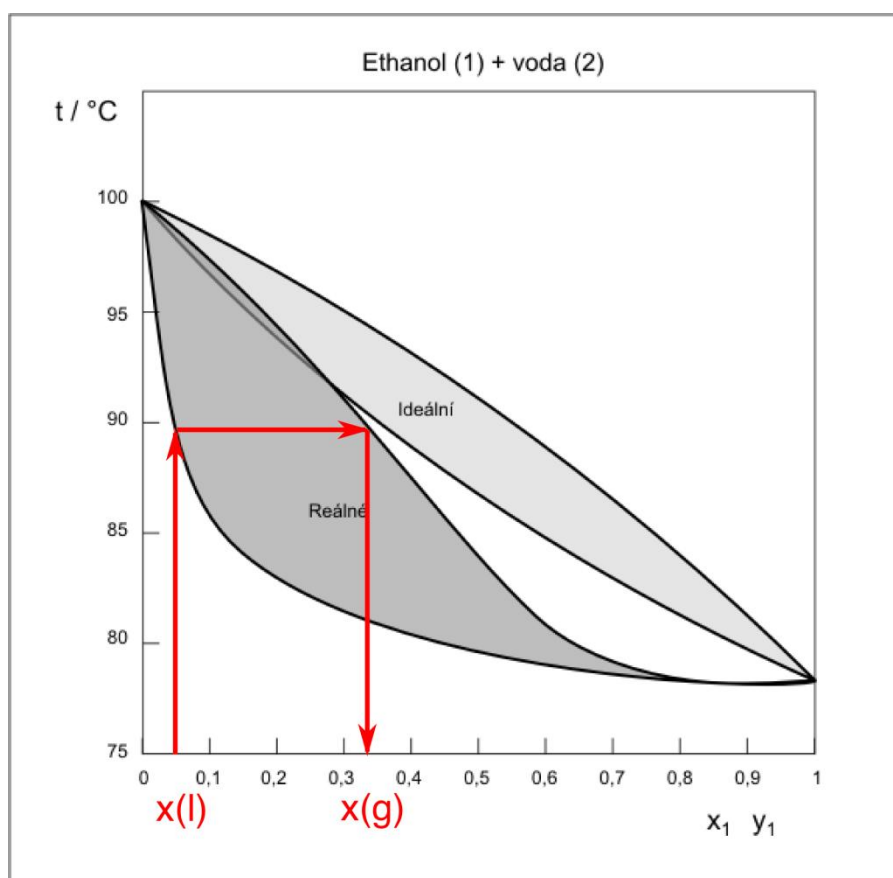
$$x_{\text{ethanol}} = \frac{0,239}{4,76 + 0,239} = 0,0478$$

Za hmotnostní zlomek 1 bod

Za molární zlomek 1 bod

Celkem za 2 body

2. Odečtem z grafu na Obrázku 1 získáme molární zlomek v destilátu okolo hodnoty 0,3 (pro velkou nejistotu při odečítání z grafu lze akceptovat hodnoty v rozmezí 0,3–0,4, což odpovídá $w = 0,52$ –0,63). To odpovídá hmotnostnímu zlomek 0,52. V případě, že soutěžící správným způsobem odečte graf vycházející ze špatného výsledku v bodě 1, bude úloha plně hodnocena.

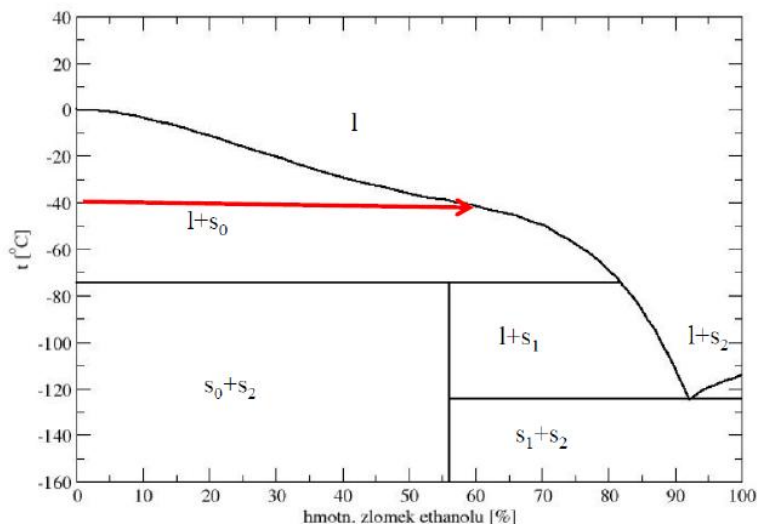


za správné odečtení grafu 0,75 bodu

za správně určený hmotnostní zlomek 0,25 bodu

celkem 1 bod

3. Odečtem z grafu Obrázku 2 zjistíme, že při $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ je v kapalně fázi asi 60 hm. % ethanolu (hmotnostní zlomek 0,60). Jako správné je možné považovat řešení v rozsahu 0,55–0,65. V případě, že soutěžící správným způsobem odečte graf vycházející ze špatného výsledku v bodě 1, bude úloha plně hodnocena.



za správné odečtení grafu 1 bod

4. Provedeme hmotnostní bilanci pro ethanol a pro celý systém:

$$m_{\text{kapalina}} \cdot w_{\text{kapalina}} = (m_{\text{led}} + m_{\text{kapalina}}) \cdot w_{\text{kvas}}$$

$$m_{\text{led}} + m_{\text{kapalina}} = m_{\text{kvas}}$$

Řešením soustavy dvou rovnic pro dvě neznámé hmotnosti m_{led} a m_{kapalina} zjistíme, že takto získáme asi 20 kg koncentrované „pálenky“ či spíše „mraženky“.

Formulace hmotnostní bilance či jakákoliv adekvátní úvaha 1,5 bodu

Numerické řešení 0,5 bodu

Celkem 2 body

5. Odečtem grafu zjistíme, že v pevné fázi nalezneme ethanol o hmotnostním zlomku 0,56, což odpovídá dvěma molekulám vody na jednu molekulu ethanolu.

Za 1 bod

BIOCHEMIE

12 BODŮ

Úloha 1 pH vně a uvnitř buněk

5 bodů

1. Objem buňky: $3,14 \cdot (0,5 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 2,355 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3 = 2,355 \cdot 10^{-15} \text{ l}$

1 bod

Fyzikální smysl má pouze pokud tam bude alespoň 1 proton, tj. při koncentraci 1 proton na 1 buňku. To odpovídá na 1 liter:

$$(1/2,355 \cdot 10^{-15}) / (6,023 \cdot 10^{23}) = 7,05 \cdot 10^{-10} \text{ mol na liter, tj. pH} = -\log[\text{H}^+] = \mathbf{9,15}$$

1 bod

Tato hodnota není biologicky možná.

V takto malých objemech, zejména v alkaličtějším pH, je pH významně kvantováno, protože fyzikální význam má pouze celočíselný počet protonů.

1 bod

2. Ionoforní efekt vede k vyrovnání pH v žaludečním obsahu a uvnitř buněk žaludeční sliznice, což žaludeční sliznici poškodí.
3. Zkratováním gradientu protonů na mitochondrii dojde k propálení metabolické energie v podobě protonového gradientu, která by se jinak přeměnila na ATP, na teplo. Protože se nedostává ATP, tělo zvyšuje intenzitu katabolického metabolismu.

1 bod

1 bod

Úloha 2 Karbonáthydratáza, CO₂ a pH

7 bodů

1. Výraz pro disociační konstantu K_A můžeme následovně upravit:

$$K_A = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$$

Koncentrace aniontů a protonů je vzhledem ke stechiometrii stejná, předpoklad konstantní koncentrace kyseliny umožňuje nahradit hodnotu [HA] analytickou koncentrací. Platí tedy:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_A c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$$

a odtud již jednoduchým dosazením a výpočtem

$$\text{pH} = 5,68$$

Případně je možné použít k výpočtu vzorec pro pH slabé kyseliny, pokud někdo zná.

2 body

2. Nijak, katalyzátor neovlivňuje polohu rovnováhy.
3. Urychluje rozpouštění CO₂ ve vodě ve tkáních a v plicích naopak jeho uvolnění a následné vydýchání.

1 bod

1 bod

4. Množství protonů dodaných: $0,05 \cdot 1,85 \cdot 0,98 / 98 \cdot 2 \text{ mol} = 0,000925 \text{ mol}$
Množství protonů autoprotolýzou (pH = 7): $10\,000 \cdot 1000 \cdot 10^{-7} \text{ mol} = 1 \text{ mol}$
Koncentraci dodaných protonů lze zanedbat vůči autoprotolýze, tj. dodaná kyselina pH prakticky nezmění od hodnoty **7**. *1 bod*
5. Ve vodě je rozpuštěn na 10 mikromolární roztok (viz 1),
 $10\,000 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 4400 \text{ g} = \mathbf{4,4 \text{ kg}}$ *1 bod*
6. Platí 1 mol sodíku odpovídá 1 mol CO₂, proto maximálně $23/44 \cdot 4,4 \text{ kg} \cdot 0,1 = \mathbf{0,23 \text{ kg}}$ *1 bod*

PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Úloha 1 Stanovení chloridu sodného v mořské vodě

40 bodů

Bodové ohodnocení přesnosti práce vypočteme **pro každou titraci zvlášť** podle následující tabulky:

Odchylka	Počet bodů
0,0 – 0,3 ml	4
0,3 – 1,3 ml	4 x (1,3 – odchylka)
≥ 1,3 ml	0

Odchylka se udává v absolutní hodnotě v ml od hodnoty **experimentálně zjištěné organizátory soutěže**. Body se uvádějí s přesností na 0,5 bodu.

*Za každou přesně provedenou titraci 4 body
Celkem tedy za přesnost práce 24 bodů (3x standardizace, 3x analýza vzorku)*

1. Standardizace odměrného roztoku dusičnanu stříbrného

Číslo stanovení	1. titrace	2. titrace	3. titrace	
Spotřeba AgNO ₃ [ml]	20,1	20,0	20,1	Průměr
Koncentrace AgNO ₃ [mol·dm ⁻³]	0,0498	0,0500	0,0498	0,0499

Výpočet koncentrace připraveného roztoku dusičnanu stříbrného:

Spotřeba roztoku 0,05 mol·dm⁻³ dusičnanu stříbrného při titraci 10,00 ml roztoku 0,1000 mol·dm⁻³ chloridu sodného se pohybuje kolem 20,0 ml.

$$c_1(\text{AgNO}_3) = 0,1000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \frac{10,00 \text{ ml}}{1000} \cdot \frac{1000}{20,1 \text{ ml}} = 0,0498 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_2(\text{AgNO}_3) = 0,1000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \frac{10,00 \text{ ml}}{1000} \cdot \frac{1000}{20,0 \text{ ml}} = 0,0500 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_3(\text{AgNO}_3) = 0,1000 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \frac{10,00 \text{ ml}}{1000} \cdot \frac{1000}{20,1 \text{ ml}} = 0,0498 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Body za provedení titrací:

12

Body za správný výpočet:

4

2. Stanovení obsahu chloridu sodného v mořské vodě:

Číslo stanovení	1. titrace	2. titrace	3. titrace	
Spotřeba AgNO ₃ [ml]	13,0	12,8	12,9	Průměr
Procentuální zastoupení NaCl v hm. %	3,79	3,73	3,76	3,76

Procentuální zastoupení NaCl v kapalném vzorku ...**3,76**... hm. %.

Vzorek mořské vody může pocházet z ...**Středozevního** ... moře.

Výpočet hmotnostního zastoupení NaCl v mořské vodě:

Spotřeba roztoku 0,05 mol·dm⁻³ dusičnanu stříbrného při titraci 10,00 ml vzorku se pohybuje kolem 12,5 ml.

$$w_1(\text{NaCl}) = \frac{13,0 \text{ ml}}{1000} \cdot 0,0499 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{1}{10 \text{ g}} \cdot 10 \cdot 100 = 3,79 \%$$

$$w_2(\text{NaCl}) = \frac{12,8 \text{ ml}}{1000} \cdot 0,0499 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{1}{10 \text{ g}} \cdot 10 \cdot 100 = 3,73 \%$$

$$w_3(\text{NaCl}) = \frac{12,9 \text{ ml}}{1000} \cdot 0,0499 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \frac{1}{10 \text{ g}} \cdot 10 \cdot 100 = 3,76 \%$$

Na základě obsahu chloridu sodného 3,76 hm. % se soutěžící správně rozhodne, že se pravděpodobně může jednat o vzorek mořské vody ze Středozevního moře (průměrná koncentrace 38 g/l).

Body za provedení titrací:

12

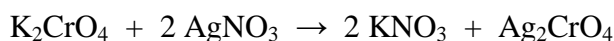
Body za správný výpočet obsahu NaCl:

4

Body za správné vyjádření hm. % a určení odhadu:

2

3. Rovnice srážecí reakce mezi dusičnanem stříbrným a chromanem draselným, vztah pro součin rozpustnosti chromanu stříbrného:



$$K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]$$

Body za správně vyčíslenou rovnici:

2

Body za vyjádření součinu rozpustnosti:

2

4. Odměrný roztok používaný při merkurimetrických titracích:

Jako odměrný roztok u merkurimetrických titrací se používá roztok dusičnanu rtuťnatého.

Body za správnou odpověď:

2

POKYNY PRO PŘÍPRAVU PRAKTICKÉ ČÁSTI

Úloha 1 Stanovení chloridu sodného v mořské vodě

Pomůcky:

- stojan s klemou na uchycení byrety
- 25ml byreta
- 10ml nedělená pipeta
- 50ml odměrný válec
- 250ml titrační baňka
- 100ml odměrná baňka
- malá nálevka
- 2× kádinka (100 ml) na doplňování byrety a odpadní roztoky
- kapátko
- pipetovací nástavec nebo balónek
- stříčka s destilovanou vodou
- ochranné latexové rukavice
- ochranné brýle

Chemikálie pro jednoho soutěžícího:

- $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$ odměrný roztok AgNO_3 (alespoň 100 ml)
- $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ roztok NaCl jako primární standard (alespoň 50 ml)
- 0,2% roztok fluoresceinu jako indikátor v lahvičce s kapátkem
- vzorek mořské vody (ve 100ml plastové vzorkovnici; 3,8% NaCl)

Chemikálie v zásobních láhvích vždy pro několik soutěžících dohromady:

0,05 mol·dm⁻³ AgNO₃ jako titrační činidlo

(asi ve 250 ml destilované vody v 1000ml odměrné baňce se rozpustí 8,4935 g pevného AgNO_3 a roztok se doplní na 1000,0 ml destilovanou vodou; 1 000 ml odměrného roztoku AgNO_3 odpovídá spotřebě pro cca 10 soutěžících)

0,1000 mol·dm⁻³ NaCl pro standardizaci odměrného roztoku AgNO₃

(asi ve 250 ml destilované vody v 1000ml odměrné baňce se rozpustí 5,8440 g pevného NaCl a roztok se doplní na 1000,0 ml destilovanou vodou; 1 000 ml roztoku NaCl odpovídá spotřebě pro cca 30 soutěžících)

3,8 % (hm.) roztok NaCl jako modelový vzorek mořské vody

(asi v 50 ml destilované vody ve 100ml odměrné baňce se rozpustí 3,8 g pevného NaCl a roztok se doplní na 100,0 ml destilovanou vodou; 100 ml 3,8 % roztoku NaCl odpovídá spotřebě pro cca 10 soutěžících)

0,2% (hm.) roztok fluoresceinu jako indikátor

(0,2 % roztok v 70% denaturovaném ethanolu)

Minimální spotřeby roztoků pro jednoho soutěžícího:

- $0,05 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ dusičnan stříbrný – minimálně 100 ml (3x 20 ml + 3x 13 ml)
- $0,1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ chlorid sodný – minimálně 30 ml (3x 10 ml)
- 3,8% chlorid sodný (model mořské vody) – minimálně 10 ml
- koncentrace fluorescein – minimálně 12 kapek (6x 2 kapky)

*Je nutné předem vyzkoušet všechny titrace alespoň třikrát a hodnotit přesnost výsledků soutěžících podle této **experimentálně zjištěné** průměrné spotřeby.*