

Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta



Vzdělávací ikurz pro budoucí chemiky

Zadání 4. série

9. ročník (2018/2019)

Korespondenční seminář ViBuCh probíhá pod záštitou [Ústavu chemie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity](#) a [Národního centra pro výzkum biomolekul](#).

Recenze úloh:

Céline Degrendele (A4), Erik Kalla (C4), Lenka Karpíšková (C4, S7 a S8), Kamil Maršálek (B4) a Marek Martínek (A4)

© 2019 Jiří Doležel, Pavla Fialová, Simona Rozárka Jílková, Simona Krupčíková, Jana Lapešová, Lisa Melymuk, Milan Říha a Jiří Vlach

© 2019 Masarykova univerzita

Úvodník

Milí vibušníci!

Na čele výsledkové listiny se bojuje o každý bod a teprve čtvrtá série rozhodne o vítězi. Spousta z vás může také stále bojovat o titul úspěšného řešitele a pozvánku na Letní soustředění.

V této brožurce si s chemikem Vaškem užijete zábavu v bazénu a s horníkem Lojzou zase budete bádát nad záhadou zlatých valounů. V novém hotelu na Vysočině pomůžete vyřešit problémy s chemickými látkami, které hostům způsobují zdravotní problémy. S bambusurily a pandou Fandou se rozloučíte tak nějak pohádkově. A nakonec se seznámíte se zpracováním ropy.

Věřím, že většina z vás již postřehla, že se chystá jarní setkání ViBuChu, tentokrát v nádherné přírodě Vysočiny. Kdo se ještě nepřihlásil, tak ať dlouho neváhá, kapacita je omezená. Pokud jste se ještě nerozhodli, tak vezte, že vás čeká nabitý víkend v přírodě plný her, přednášek a dalších zajímavých aktivit.

Hodně štěstí při řešení a těšíme se na setkání s vámi.

Pavla Fialová

S7 – Plovoucí chemik Vašek (sedmá úvodní úloha)

Autor: Jiří Vlach (e-mail: vlach.jura@seznam.cz)

5 bodů

Vašek má tři oblíbené koníčky: chemii, jídlo a plavání. Jednou si chtěl jít večer zaplavat, vyrazil proto na bazén. Jakmile vlezl do vody, okamžitě ucítil vůni chloru. Začal plavat a zamyslel se nad tím, kolik může být chloru v takovém bazénu.

Úkol 1: Kolik g chloru (Cl_2) se vejde do bazénu o rozměrech $25 \text{ m} \times 15 \text{ m} \times 2 \text{ m}$, jestliže průměrný obsah chloru v bazénech bývá $0,5 \text{ mg/l}$?

Úkol 2: Pokud by se veškerý chlor z bazénu dostal ven ve formě plynného Cl_2 , kolik balonků o objemu 10 litrů bychom jím naplnili? Teplota na bazénu je $28 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlak 1 atm.

Vaška přestal trápit chlor, protože se objevil jiný problém. Vašek před plaváním večeřel, a protože je zdatný jedlík, snědl celou porci lasagní. Lasagne jsou těžké jídlo, nejen co se týče pocitu v žaludku. Vašek přemýšlel nad tím, kolik lasagní by musel sníst, aby byl sám tak těžký, že ho voda přestane nadnášet.

Úkol 3: Kolik 400g porcí lasagní Vašek musí sníst, aby přestal samovolně plavat na vodě? Vašek váží 75 kg, hustota chlorované vody při $28 \text{ }^\circ\text{C}$ je 996 kg m^{-3} , průměrná hustota lidského těla 985 kg m^{-3} a hustota lasagní 1040 kg m^{-3} . Nezapomeňte, že po sněžení lasagní Vašek změní objem.

S8 – Od horníka chemikem! (osmá úvodní úloha)

Autor: Jiří Doležel (e-mail: dolezelj99@gmail.com)

8 bodů

Rád bych vám představil horníka Lojzu, který celý život hledal zlato, aby měl ve stáří vystaráno. Během několika let zvládl najít několik zlatých valounů o celkové váze půl kilogramu. Avšak pár měsíců před důchodem, kdy už Lojza myslel na dovolenou v exotických zemích, mu bylo veškeré zlato odcizeno.

Úkol 1: Kolik gramů čistého zlata obsahovaly valouny, jestliže průměrně měly 16 karátů? Kolik peněz by Lojza dostal, kdyby všechno zlato prodal? Počítejte s průměrnou cenou čistého zlata 28 tisíc Kč za římskou unci.

Lojza ihned po prohledání svého hornického příbytku svolal všechny obyvatele osady s cílem dopadnout viníka. Po krátké diskuzi se zjistilo, že dva lidé chybí: bratři Herbert a Hanuš. Osadníci samozřejmě pojali podezření a pospíchali k jejich chatce. Tam je však našli, jak popíjejí u stolu. Prohledali celé jejich obydlí odshora dolů, ale nenašli nic. Když už chtěli všichni odejít, Herbert začal sípat a padat na zem. Po kvapném příchodu doktorky Klotyldy Hanuš kápl božskou a přiznal se, že Lojzovo zlato rozpustili ve směsi k louhování zlata a vzniklý roztok vypili, aby se zbavili všech důkazů.

Úkol 2: Jaká látka využívaná k louhování zlata je nebezpečná a co způsobuje? Zapište chemickou rovnici louhování zlata.

Doktorka Klotylda je však vzdělaná žena a na otravu touto látkou je připravena. Okamžitě tedy podala Herbertovi protilátku.

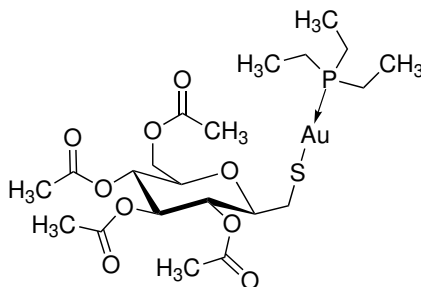
Úkol 3: Jakou protilátku použila doktorka Klotylda? Uveďte včetně strukturního vzorce.

Oběma bratrům byla podána protilátka a byli přeneseni na ošetřovnu. Lojza dostal většinu svého zlata zpátky, i když už ve formě jiné sloučeniny.

Nás ale teď budou zajímat sloučeniny zlata, které na rozdíl od zmíněného akutního jedu mohou být v určité koncentraci použity jako lék.

Úkol 4: Jak se obecně nazývá léčba zlatem a jeho sloučeninami?

Jedním z takových léků je komplex známý pod jménem *Auranofin* (viz obrázek). Tato látka nabízí bohaté spektrum farmaceutického využití, přičemž částečně nahradila starší léčivé přípravky obsahující zlato jako je například aurothiomalát sodný.



Úkol 5: Jmenujte alespoň jedno onemocnění, na jehož léčbu může být použit Auranofin.

Vraťme se ale zase zpět k Lojzovi. Představme si, že po kariéře horníka by se vydal na dráhu syntetického chemika a v laboratoři by ze svých vytěžených zlatých valounů připravil Auranofin. Získanou látku by pak podrobil takovým farmaceutickým výrobním procesům, až by získal pilulky s doporučeným obsahem 3 mg Auranofinu na jednu pilulku.

Úkol 6: Kolik balení léčiva by byl Lojza schopen připravit, jestliže v jednom balení je 20 pilulek? Pro jednodušší výpočet uvažujte 30% výtěžek Auranofinu ze zlatých valounů. Kolik by Lojza vydělal, kdyby prodal takovéto množství léků? Počítejte s cenou 2000 Kč za jedno balení.

A4 – Environmentální chemie

*Autorky: Simona Rozárka Jílková (e-mail: jilkova@recetox.muni.cz)
Lisa Melymuk (e-mail: melymuk@recetox.muni.cz)*

13 bodů

Pan Novák miluje Vysočinu a trávil zde dovolenou každé léto. Jako dlouholetý zaměstnanec Masarykovy univerzity byl zvyklý na neustálý pracovní shon, a když před časem odešel do důchodu, začal se docela nudit. Rozhodl se se svým kamarádem, panem Dvořákem, že si otevřou malý hotel na Vysočině. Pan Dvořák vlastnil na Vysočině jednu krásnou starou usedlost, ale protože pro něj byla příliš velká, tak moc nevěděl, jak ji správně využít. Plán pana Nováka se mu velmi zalíbil, a tak usedlost přestavěli na krásný hotel s 10 pokoji, malou restaurací, venkovním bazénem a hřištěm, a to vše v krásné lokalitě uprostřed lesů a polí. Oba pánové se těšili na krásná léta, která si zde v důchodu užijí. Naneštěstí, věci s hotelem nešly úplně podle plánu. . .



Pan Novák a pan Dvořák otevřeli svůj hotel v zimě a hned po otevření měli plno. Původně natěšení hosté ale nebyli s hotelem spokojeni. Neustále si stěžovali na bolesti hlavy, závratě, nevolnost, podrážděné oči, nos i krk. Někteří dokonce zvraceli, svědila je kůže a měli i alergické reakce. A to vše bez nějaké zjevné příčiny. Pánové Novák a Dvořák původně nepřisuzovali tyto reakce hotelu samotnému, ale když se případy množily a stále opakovaly, začali se více zajímat o možné příčiny. Pan Novák si vzpomněl, že jednou četl článek o „Syndromu nemocných budov“, a uvažoval, zda by to mohl být i jejich problém. Obrátil se na svou dlouholetou spolupracovnici, vědkyni v oboru životního prostředí, paní Svobodovou. Ta okamžitě začala na případu pracovat.

V hotelu byly 4 pokoje ve staré části a 6 pokojů v nové části. V každé části paní Svobodová provedla měření koncentrací vybraných chemických látek ve vzduchu. Zjištěné koncentrace jsou uvedeny v tabulce níže.

Chemikálie	Stará část hotelu	Nová část hotelu
Formaldehyd	0,003 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TCE	0,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oxid uhelnatý	35 mg/m^3	4 mg/m^3
Naftalen	0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,009 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
BAP	0,02 ng/m^3	0,004 ng/m^3
Chlorpyrifos	0,31 mg/m^3	0,32 mg/m^3
2,4-D	0,1 mg/m^3	0,12 mg/m^3

Úkol 1: Které chemické látky mají vyšší koncentraci ve vzduchu než jsou doporučené limity? Odpovězte pro každou část hotelu zvlášť. Pro zjištění daných limitů použijte Tabulku 1 v příloze.

Některé z naměřených chemikálií jsou považovány za semivolatilní (tedy částečně těkavé; někdy se označují Semivolatile Organic Compounds, SVOC). Nacházíme je tedy jak ve vzduchu, tak v organickém filmu na okenním skle nebo na prachových částicích, kde jsou tyto látky sorbovány. Z toho vyplývá, že těmto chemikáliím jsou otevřeny i další expoziční cesty pro člověka. Mimo inhalaci se jedná i o dermální kontakt s povrchy nebo o ingesci (požití) či inhalaci prachu.

Množství chemické látky v prachu (typicky se jedná o prach v domácnostech a jiných vnitřních prostorách) lze počítat pomocí rovnice:

$$X_{prach} = \frac{f_{OM-prach} \cdot K_{OA-chem} \cdot C_{g-chem}}{\rho_{prach}}$$

A množství chemické látky na povrchu okna (tj. v organickém filmu na okenním skle) lze počítat jako:

$$S_{film} = C_g \cdot K_{OA-chem} \cdot f_{OM-okno} \cdot t$$

X_{prach}	hmotnostní zlomek chemické látky v domácím prachu
$f_{OM-prach}$	organická frakce v domácím prachu, počítejte s hodnotou 0,2
$K_{OA-chem}$	rozdělovací koeficient oktanol-vzduch dané chemické látky
C_{g-chem}	koncentrace chemické látky ve vzduchu
ρ_{prach}	hustota usazeného domácího prachu, pro jednoduchost počítejte s průměrnou hodnotou $2,0 \times 10^6 \text{ g/m}^3$
$f_{OM-okno}$	organická frakce v okenním filmu, počítejte s typickou hodnotou 0,3
S_{film}	množství chemické látky v okenním filmu
t	tloušťka okenního filmu, počítejte s hodnotou 50 nm

Hodnoty pro rozdělovací koeficienty dané chemické látky jsou uvedeny v Tabulce 2 v příloze.

Úkol 2: Pro chemikálie, které překročily limity pro vnitřní vzduch, vypočítejte jejich hmotnostní zlomek v prachu a jejich množství na oknech. Počítejte se systémem, který je v rovnováze.

Vědkyni, paní Svobodovou, zajímal tento problém čím dál tím víc. Rozhodla se tedy kromě měření znečištění najít i možné zdroje chemických látek, které naměřila ve zvýšených koncentracích v hotelu. Pro tento účel pečlivě zkontrolovala jak staré a nové interiéry hotelu, tak i přilehlé okolí.

Úkol 3: Podívejte se na propagační brožuru hotelu a pro každý obrázek (čísla 1–8) zjistěte, jaké vybavení nebo činnosti mohou být zdrojem naměřených chemických látek. Využijte např. informace v Tabulce 1.



Vědkyni, paní Svobodovou, dále zajímalo, jak velké množství chemických látek se z prostředí dostane do těla rekreatantů. Rozhodla se proto vypočítat denní příjem (daily intake; *DI*) látek, jejichž koncentrace přesáhly limity.

Pro výpočet denního příjmu chemické látky lze použít následující rovnici:

$$DI = \frac{CA \cdot IR \cdot ET}{BW}$$

<i>DI</i>	denní příjem (daily intake), (mg/kg/den)
<i>CA</i>	koncentrace chemické látky ve vzduchu, (mg/m ³)
<i>IR</i>	inhalované množství, 0,83 m ³ /hod
<i>ET</i>	doba expozice (exposition time), 12 hod/den
<i>BW</i>	váha těla (body weight), dospělý člověk 70 kg

Úkol 4: Pomozte jí s výpočtem denního příjmu pro oxid uhelnatý jak pro novou, tak pro starou část hotelu. Uvědomte si, že oxid uhelnatý je plyn, a tedy se bude jednat o inhalační expoziční cestu.

Skvělé, tak teď už znáte denní příjem oxidu uhelnatého hostů hotelu pánů Nováka a Dvořáka. Ale co toto číslo znamená? Pokud bychom chtěli vědět, zda tento příjem může člověku ublížit, je zapotřebí jej porovnat s referenční dávkou (reference dose; *RfD*). Referenční dávka je taková dávka dané chemické látky, která pravděpodobně nepůsobí žádným nežádoucím efektem na organismus. Referenční dávka pro oxid uhelnatý je 4,58 mg/kg/den.

Úkol 5: Porovnejte vypočtené hodnoty *DI* s uvedenou *RfD* a rozhodněte, zda zvýšené koncentrace oxidu uhelnatého mohou být pro zdraví škodlivé. Uvažujte typického hosta: dospělého s hmotností 70 kg.

B4 – Bambusurily – Fanda a konec pohádky

Autorka: Jana Lapešová (e-mail: 474482@mail.muni.cz)

13 bodů

Fanda se probudil z noční můry. Je konec! Připravil bambusuril, prozkoumal jeho supramolekulární vlastnosti... ale co teď? Co by tak člověk (nebo panda) mohl dělat s receptorem aniontů? O svoji zvědavou otázku se podělil se mnou. A mně nezbývalo, než sednout k emailu a využít Fandovu zvědavost k tomu, abych svého schönbrunnského kamaráda (a řešitele ViBuChu) naposledy poučila o bambusurilech.

„Lieber Fanda!

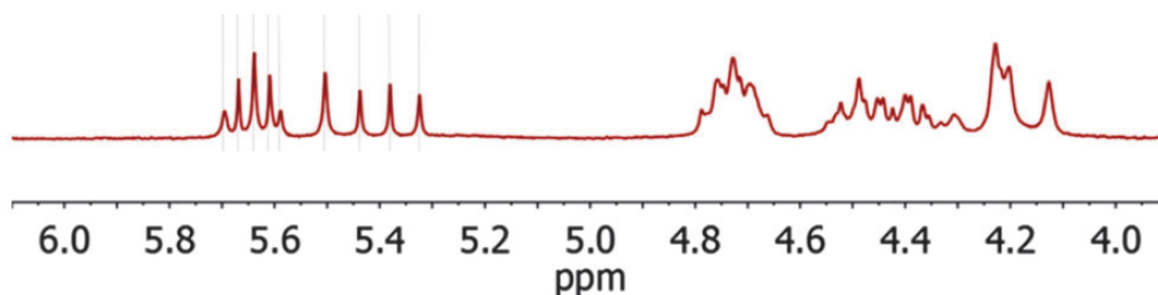
Jak jistě víš, práce v laboratoři občas vyžaduje nadbytek trpělivosti. Pamatuj si, že trpělivost by nikdy neměla být limitujícím reagentem.

O tom, že se někdy vyplatí věnovat problému velké úsilí, by nám mohl vykládat i princ z pohádky o Popelce. Měl k dispozici výsledky několika málo pozorování, ale poměrně selektivní metodu pro kvalitativní důkaz Popelky na svém panství. Byla založena na „rozpoznávání nohou“, což je něco podobného, jako rozpoznávání aniontů.

Jak jistě chápeš, pomalu mířím k jedné oblasti chemie, kde se využití receptorů iontů, a tedy i bambusurilů, přímo nabízí. Pomocí bambusurilů můžeš nejen kvalitativně dokázat přítomnost některých aniontů, dokážeš i určit jejich koncentraci.

Úkol 1: Jakou oblast chemie, která se zabývá důkazy a stanoveními, mám na mysli? Co se dozvíte o směsi aniontů z kvalitativních důkazů a co z kvantitativního stanovení? (Vysvětlete na tomto příkladu rozdíl mezi pojmy kvalitativní × kvantitativní.)

Od plošného využití nás zatím odrazuje finanční stránka věci – tyto důkazy či stanovení se provádějí pomocí NMR spektroskopie, která přestože v akademickém prostředí je poměrně dostupnou metodou, je obecně finančně náročná. Dokážeš podle tabulky v příloze určit, jaké anionty jsou navázány v benzylovaném bambus[6]urilu v následujícím spektru naměřeném ve směsi tvořené DMSO- d_6 a 5 % D₂O?



Úkol 2: Ve studijních materiálech najdete úvod do využití ¹H NMR spektroskopie pro studium supramolekulárních vlastností. Na konci souboru je přehled chemických posunů CH vodíků komplexů Bn₁₂BU[6] s vybranými anionty ve směsi tvořené DMSO- d_6 a 5 % D₂O. Pomůžete Fandovi určit, jaké anionty byly v roztoku? Základy NMR si v případě potřeby nejprve nastudujte na: <http://vibuch.math.muni.cz/upload/zadani/2015/Z2-NMR.pdf>

Jenže nejenom princ byl nadšeným chemikem. Sama Popelka vyvinula poměrně slušnou metodu oddělování hrachu od čočky. Využila k tomu dosud v chemii neobvyklého prostředku – holubů, kteří selektivně vybírali čočku ze směsi, ve které postupně zbyl pouze čistý hrášek.

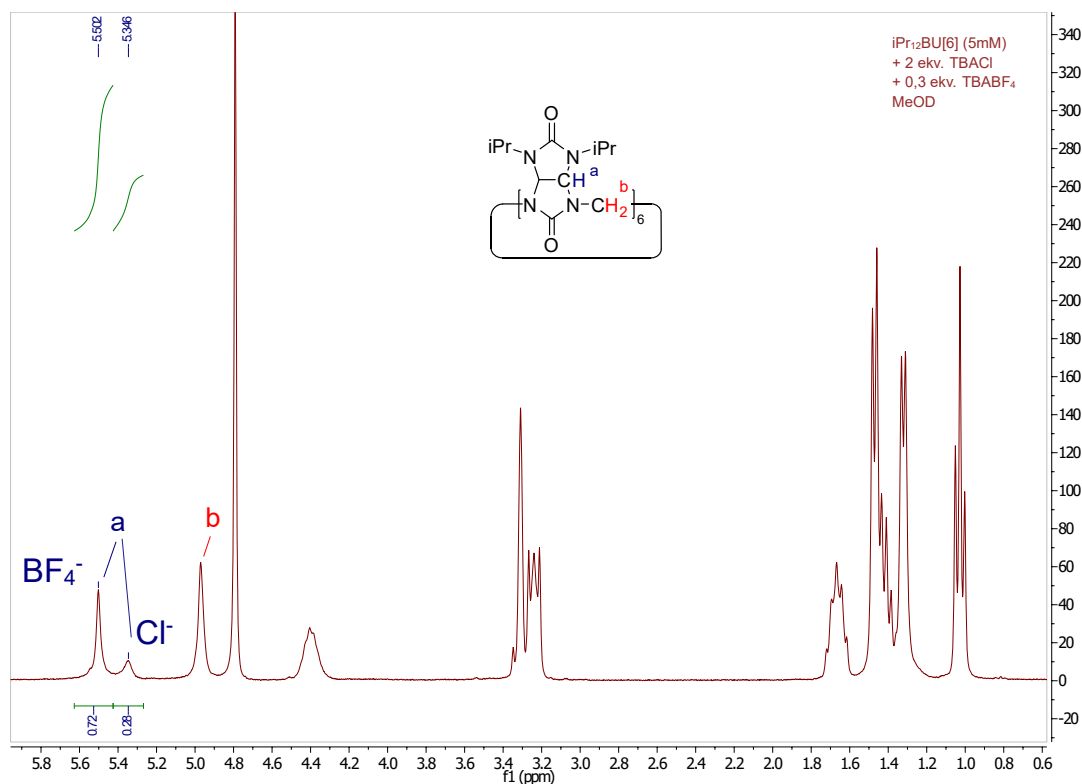
Úkol 3: Fanda začal přemýšlet, k čemu všemu by mohl holuby použít. Vymyslel metodu, jak určit koncentraci jednotlivých složek ve směsi čočka-hrách vyjádřenou v hmotnostním či molárním zlomku. Nejprve si zvážil směs čočka-hrách, nechal holuby, aby ze směsi vybrali čočku, potom zvážil hrášek a vypočítal koncentraci hrášku ve směsi. K určení molárního zlomku ale potřeboval vypočítat molární hmotnosti.

Určete molární hmotnost čočky a hrášku, víte-li, že 50 kuliček hrášku váží 12,17 g a současně 60 kuliček čočky váží 4,25 g.

Nápověda: Kuličku hrášku považujte za částici, kolik kuliček hrášku obsahuje 1 mol?

Úkol 4: Kolik hmotnostních procent hrášku obsahuje ekvimolární směs čočka-hrách (molární zlomek čočky i hrášku je 0,5)?

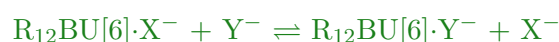
Pokud může jeden receptor vázat několik různých aniontů (což je i případ bambusurilů), je důležité vědět, zda receptor při tvorbě komplexu upřednostňuje některý z aniontů více než jiné. To můžeme vyjádřit pomocí veličiny zvané selektivita. V následujícím ^1H NMR spektru si můžeš porovnat, jak selektivním receptorem je $\text{iPr}_{12}\text{BU}[6]$ v methanolu pro BF_4^- v porovnání vůči Cl^- .



Úkol 5: Selektivita je definována vztahem

$$S_{\frac{X^-}{Y^-}} = \frac{K_{X^-}}{K_{Y^-}}$$

kde K_{X^-} představuje asociační konstantu komplexu $\text{R}_{12}\text{BU}[6] \cdot \text{X}^-$, K_{Y^-} asociační konstantu komplexu $\text{R}_{12}\text{BU}[6] \cdot \text{Y}^-$ a zároveň K_{X^-} je větší než K_{Y^-} . Rovnováhu v roztoku popisuje rovnice:



Asociační konstanty už umíme z koncentrací bambusurilu, komplexů a aniontů spočítat (z minulé série), dosaďte za ně do vztahu pro výpočet selektivity a vyjádřete tak selektivitu pro daný pár aniontů v závislosti na koncentracích jednotlivých komplexů a volných aniontů.

Úkol 6: Vypočítejte selektivitu $iPr_{12}BU[6]$ k BF_4^- v methanolu vůči Cl^- , víte-li z 1H NMR spektra, že koncentrace komplexů $iPr_{12}BU[6] \cdot BF_4^-$ a $iPr_{12}BU[6] \cdot Cl^-$ jsou v poměru 72:28. Celková koncentrace bambusurilu v roztoku je $5,0 \text{ mmol dm}^{-3}$, celková koncentrace chloridových aniontů je 10 mmol dm^{-3} a celková koncentrace tetrafluoroboritanových aniontů je $1,5 \text{ mmol dm}^{-3}$.

Úkol 7: Z definičního vztahu pro selektivitu určete asociační konstantu $iPr_{12}BU[6] \cdot BF_4^-$, víte-li, že asociační konstanta $iPr_{12}BU[6] \cdot Cl^-$ je $2,1 \times 10^4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Popelka také musela dosáhnout toho, aby z holubů čočku zase získala zpátky (přesvědčit je, aby ji nesnědli). Je sice hezké, že víme, jak se anion váže v bambusurilu, musíme ale také přijít na to, jak jej z kavity opět uvolnit. Pokud totiž navážeme do bambusurilu nějaký anion, který je potřebný pro lidský organismus, můžeme jej použít k tomu, abychom anion do těla dopravili například pro lékařské účely. Současně ale musíme znát způsob, jakým se anion z bambusurilu uvolňuje, jinak by ho pacient ve formě komplexu $R_{12}BU[6] \cdot A^-$ nemohl využít.

Z medicínského pohledu je zajímavý anion HS^- , protože H_2S má v organismu několik důležitých funkcí. H_2S , NO a CO (přestože je obvykle vnímáme jako nebezpečné látky) působí jako tzv. gasotransmitery, což jsou plynné látky, jejichž molekuly snadno procházejí přes membrány. Podílejí se např. na vedení nervového vzruchu, relaxaci cév, uvolňování inzulínu, vzniku zánětů, proliferaci buněk, apoptóze (programovaná buněčná smrt).

Úkol 8: Pojmenujte správně sloučeniny a ionty z předešlého odstavce: HS^- , H_2S , NO , CO . Vyberte si jeden gasotransmitter a popište, čím je (ve větší koncentraci) nebezpečný pro lidský organismus. Napadá vás nějaký další anion, který by se mohlo hodit dopravit do těla?

Malinko jsme se dotkli transportu. Přenos iontů přes fosfolipidové membrány obvykle zajišťují proteiny, poruchy v takovém transportu jsou příčinou několika nemocí (channelopathies), např. cystické fibrózy. Jako umělé přenašeče mohou fungovat lipofilní fluorované bambusurily, které selektivně přenášejí chloridové a hydrogenuhlíčitanové anionty. Bylo dokonce zjištěno, že dva anionty se mohou v bambusurilu vázat současně, pokud mohou být vzájemně vázány vodíkovými můstky.

Úkol 9: Nakreslete si strukturní vzorec hydrogenuhlíčitanového aniontu a zamyslete se nad možností vzniku vodíkových můstků. Načrtněte Fandovi (strukturními vzorci), jak mohou vzniknout vodíkové můstky mezi Cl^- a HCO_3^- a mezi dvěma anionty HCO_3^- .

Jak vidíš, takový receptor aniontů se v chemickém světě neztratí... A to jsme ani nestihli vyjmenovat všechno.

Měj se moc hezky a doufám, že se brzy uvidíme.

Deine Jana“

Pohádky většinou končí dobře, dočkáme se věty „Žili spolu šťastně až do smrti. . .“?

Žádné „Žili spolu šťastně až do smrti. . .“ nebude. I asociační konstanta popisuje stav v rovnováze. A co si budeme povídat, vyvést z rovnováhy nás dokáže někdy i sebemenší změna podmínek. Pro některé systémy to ale vyžaduje docela dost energie, tu si ostatně z asociační konstanty už umíme vypočítat.

Jaká je ale asociační konstanta mezi Fandou a zoologickou zahradou v Schönbrunnu? Je možné překonat Gibbsovu energii, která jej drží ve vázaném stavu, a potkat jej mimo ZOO? Například zhruba 150 km severně od Vídně. . .

C4 – Chemické technologie

Autor: Milan Říha (e-mail: milan.riha.23@gmail.com)

12 bodů

Poslední úloha z chemických technologií se bude týkat ropy. Ropa je tmavohnědá až černá olejovitá kapalina tvořená směsí uhlovodíků. Technologicky se jedná o vysoce důležitou kapalinu, která patří mezi neobnovitelné zdroje energie.

Z hlediska původu ropy ji můžeme rozdělit na ropu anorganického či organického původu. Ve společnosti se zpravidla mluví pouze o ropě organické (tedy ropě vzniklé ze zbytků pravěkých rostlin a živočichů), nicméně ani anorganická ropa, která vznikla působením přehřáté vodní páry na karbidy kovů, by neměla být opomíjena. Ropa se získává těžbou z ropných ložisek, přičemž existuje hned několik způsobů, jak ropu z jejího ložiska těžít. Vzhledem k tomu, že ropná ložiska se nacházejí (v dostatečně velké míře) jen na určitých místech na Zemi, je potřeba ropu po celém světě dopravovat. K dopravě ropy se využívají ropovody či tankery.

Úkol 1: Kolik ropovodů zásobuje Českou republiku ropou? Jak se tento ropovod/tyto ropovody nazývají?

Ve chvíli, kdy je surová ropa doručena na místo určení, může začít její zpracování. Ropa je směs obrovského množství látek, které je zapotřebí oddělit na tzv. ropné frakce. Každá ropná frakce dále nachází své použití. Vzhledem k tomu, že je ropa kapalina, nabízí se zde možnost jejího dělení pomocí destilace (resp. rektifikace). Před samotným dělením směsi je však potřeba ropu elektrostaticky „odsolit“. Ropa obsahuje 5 až 60 mg kg⁻¹ solí (obvykle sírany a chloridy sodíku, hořčíku a vápníku).

Úkol 2: Stručně popište rozdíl mezi prostou destilací a rektifikací. Co je to teoretické patro?

Úkol 3: Jaké nežádoucí efekty způsobují zmíněné soli při zpracování ropy (případně i při využívání ropných produktů)?

Rektifikací ropy za atmosférického tlaku se nejprve (tzn. při nejnižších teplotách) oddělí ropné plyny, dále (v tomto pořadí): lehký benzín, těžký benzín, petrolej a plynový olej (frakce s nejvyšším bodem varu, cca 300 °C). Po atmosférické destilaci zůstává destilační zbytek, který se nazývá mazut. Ten lze dále rektifikovat za sníženého tlaku, přičemž se nejprve oddestilují olejové frakce (lehký, střední a těžký olej), a zůstává vakuový zbytek, kterému se říká asfalt.

Úkol 4: Na základě znalosti termodynamiky varu vysvětlíte, proč se pro látky s vysokým bodem varu využívá vakuová destilace. Jaký v domácnosti běžně používaný přístroj pracuje na opačném efektu (tedy zvýšení tlaku za účelem zvýšení bodu varu kapaliny)?

Úkol 5: Jak se nazývá rovnice, která udává vztah mezi okolním tlakem a teplotou varu kapaliny? Napište integrovaný tvar této rovnice.

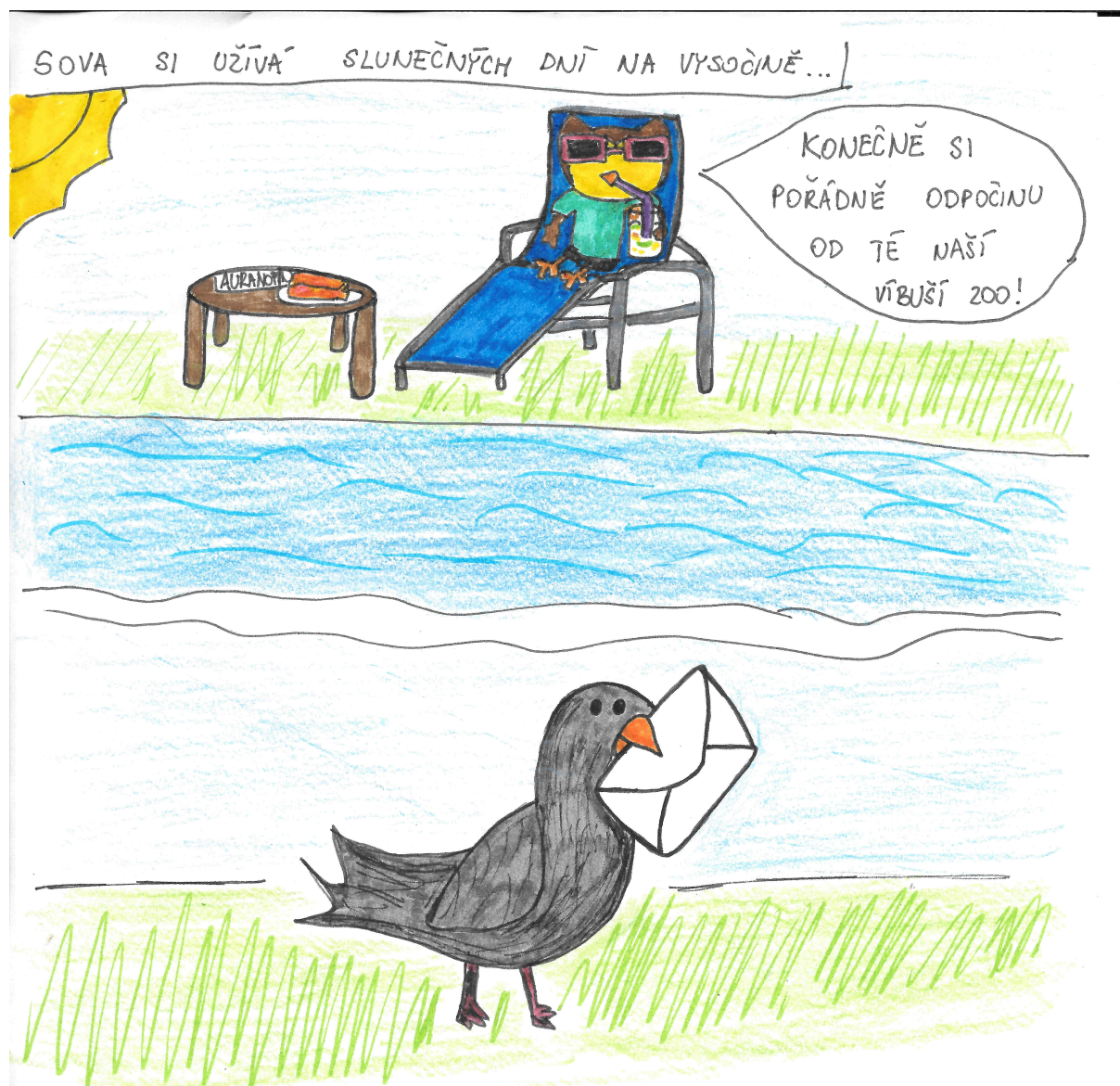
Úkol 6: Vypočítejte při jaké teplotě by vřel těžký olej za atmosférického tlaku, pokud víte, že při vakuové destilaci (tlaku 5 kPa) vřel při teplotě 350 °C a jeho molární výparná entalpie činí $\Delta H = 43\,745 \text{ J mol}^{-1}$.

Úkol 7: Která frakce atmosférické či vakuové destilace se dále využívá pro výrobu motorové nafty? Co znamená pojem oktanové číslo a jak se nazývá obdobný parametr pro hodnocení kvality nafty?

Těžké frakce (frakce získané destilací mazutu) mohou být dále převedeny na lehčí frakce krakováním, jehož podstata spočívá ve štěpení molekul na kratší a jednodušší řetězce. Krakování je neselektivní reakce a směs získanou po krakování je dále potřeba rozdělit, opět atmosférickou destilací. Z hlediska typu krakování rozlišujeme krakování termické, katalytické a katalytické hydrogenační (tzv. hydrokrakování).

Úkol 8: Co je to visbreaking a k jakému typu krakování patří?

Sova si užívá slunečných dní na Vysočině



CO BYLO NAPSÁNO V DOPISE PRO
SOVIČKU, KTERÝ JÍ PŘINESL HOLUB?
NÁPADY PIŠTE KE SVĚMU ŘEŠENÍ ÚLOHY S7,
ZA ODMĚNU DOSTANETE BONUSOVÉ BODY.