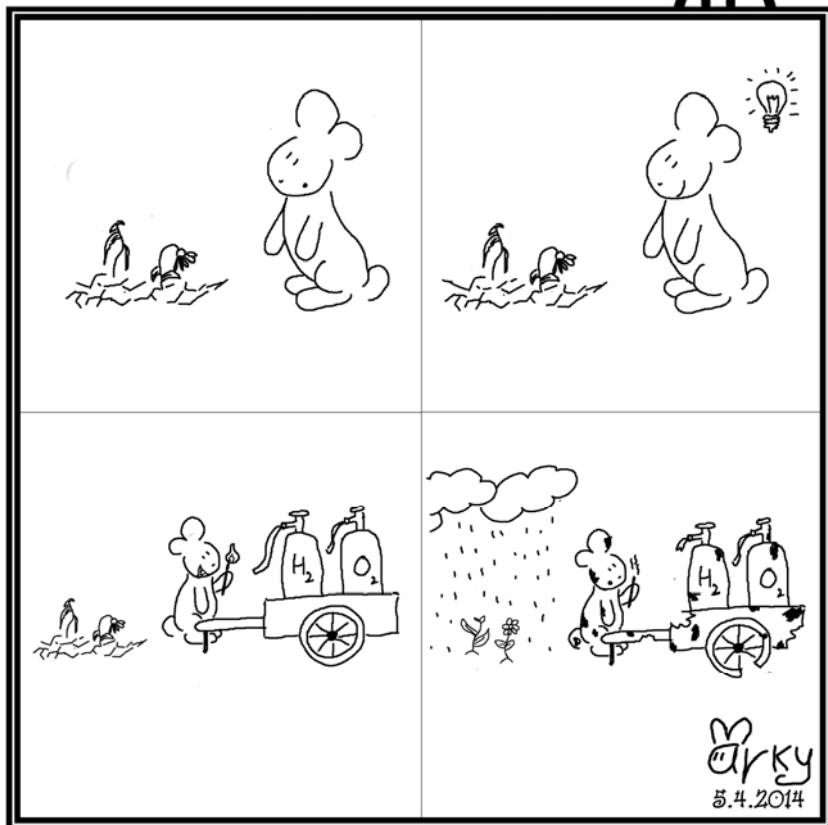


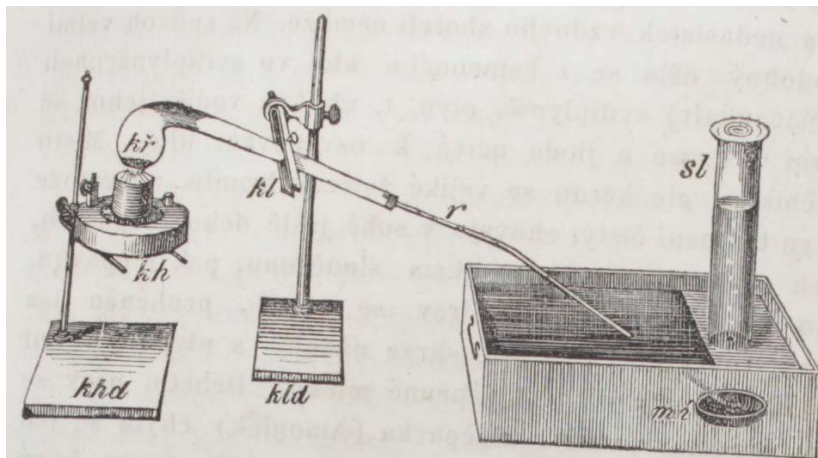
Zajíček chemik



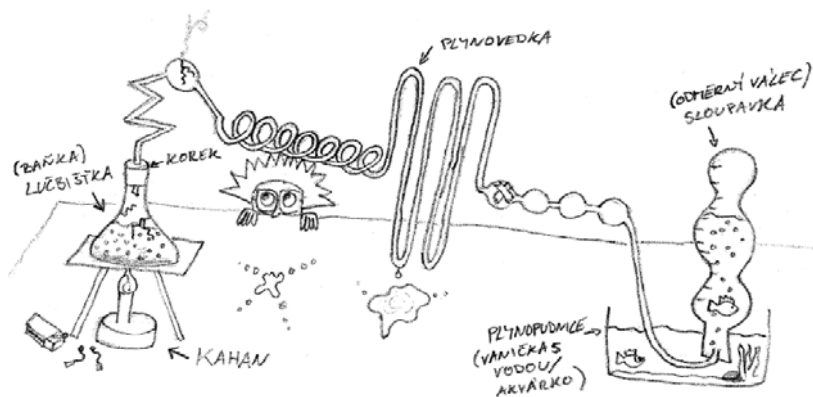
Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 12 (2013/2014)

Série 4



Nejllepší aparaturu nakreslila Zuzana Gašparínová:



17. Text popisuje aparaturu na vývoj plynu tepelným rozkladem látky a jeho jímáním pod vodní hladinou.

Otázka 1 – 2,4 bodu, 2 – 0,25 bodu, 3 – 1,5 bodu, 4 – 0,25 bodu, 5 – 0,25 bodu, 6 – 0,25 bodu, 7 – 0,5 bodu, 8 – 0,25 bodu, 9 – 0,25 bodu, 10 – 0,25 bodu, 11 – 0,5 bodu, 12 – 0,25 bodu, 13 – 0,5 bodu, 14 – 0,25 bodu, 15 – 2 body, 16 – 0,25 bodu, 17 – 0,1 bodu. Celkem 10 bodů.



Korespondenční seminář
probíhá pod záštitou
Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy
Hlavova 2030
128 43 Praha 2

Milí příznivci chemie i ostatních přírodovědných oborů!

Právě držíte v rukou zadání úloh Korespondenčního Semináře Inspirovaného Chemickou Tematikou, KSICHTu. Už dvanáctým rokem pro vás, středoškoláky, KSICHT připravují studenti a zaměstnanci Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, Univerzity Palackého v Olomouci, Technické univerzity v Liberci a Univerzity Pardubice.

KSICHT na Internetu

Na webových stránkách KSICHTu¹ naleznete brožurku ve formátu PDF a rovněž aktuální informace o připravovaných akcích.

Pokud máte dotaz k úloze, můžete se zeptat přímo autora na e-mailové adrese ve tvaru jmeno.prijmeni@ksicht.natur.cuni.cz. Jestliže má úloha více autorů, pište prvnímu uvedenému.

Anketa

Milí řešitelé, jsme rádi, že se účastníte KSICHTu. Snažíme se, aby vám řešení úloh nepřineslo jen pochvalu vyučujícího chemie, protože jste řešili úlohy zrovna z jeho předmětu, ale aby vám seminář přinášel co nejvíce znalostí, možností k zamyšlení a snad i trochu zábavy. Potřebujeme proto znát váš názor. Byli bychom velmi rádi, kdybyste si našli chvílku na zodpovězení několika málo otázek². Předem vám děkujeme za pomoc a přejeme vám hodně úspěchů nejen při řešení úloh KSICHTu.

¹ <http://ksicht.natur.cuni.cz>

² <http://ksicht.natur.cuni.cz/anketa>

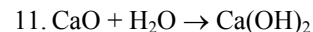
Závěrečné soustředění KSICHTu

Od 15. do 20. června se v Praze na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy uskuteční soustředění KSICHTu. Na programu budou přednášky z různých oblastí chemie a práce v laboratoři. Laboratorní úlohy se budeme snažit sestavit tak, aby si na své přišel jak začátečník, tak i zkušený chemik. Samozřejmě nebudou chybět ani hry na odreagování. Ubytování bude hrazeno. Máme kapacitu pro 30 účastníků, pokud se vás přihlásí víc, bude rozhodovat počet bodů. Máte-li zájem, určitě se přihlaste bez ohledu na to, jak si ve výsledkové listině stojíte. Pokud se chcete soustředění zúčastnit, vyplňte prosím formulář³ na webových stránkách KSICHTu nejpozději do **5. května**. Podrobnosti o soustředění zveřejníme na odkazované stránce v květnu, kdy vás rovněž budeme informovat e-mailem.

Termín odeslání 4. série

Série bude ukončena **5. května** 2014. Vyřešené úlohy je třeba odeslat nejpozději v tento den (rozhoduje datum poštovního razítka či čas na serveru KSICHTu).

10. Vápenka je vápenná voda.



12. Zjišťování kyselosti a zásaditosti látek pomocí chuťových buněk odporuje bezpečnostnímu opatření, které praví, že se v laboratoři nesmí nic strkat do pusy (navíc už tímto předpokládáme nějaké poleptání jazyka). Kyselost a zásaditost roztoků se dá nejjednodušeji ukázat pomocí lakmusových papírků.

13. Do baňky obsahující destilovanou vodu za míchání přisypte oxid vápenatý. Baňku uzavřete zátkou a vzniklou suspenzi nechte stát (do druhého dne). Láhev se suspenzí otevřete a čirou kapalinu dekantujte (zfiltrujte) do uzavíratelné nádoby. Část připravené vápenné vody odlejte do nádoby, kterou necháte otevřenou. Pozorujte změny v uzavřené a neuzavřené nádobě s vápennou vodou.

14. Roztok lapá oxid uhličitý ze vzduchu. Vzhledem k tomu, že v nádobě nedochází k velkému promíchávání (difúze je pomalá), k vzniku nerozpustné sraženiny dochází nejprve na hladině.

15. Vzhledem k tomu, že množství ledu (sněhu) a teplé vody je stejné, pokus nebude závislý na tom, kolik kapaliny (a pevné látky) se použije.

Předpokládáme, že žádné teplo se nerozptýlí do okolí a tedy veškeré teplo předá teplá voda sněhu a toto teplo se použije na roztátí ledu.

Roztáním 1 kg sněhu se spotřebuje 334 000 J tepla

Ochlazením 1 kg vody z 75 °C na 0 °C se uvolní $75 \times 4186 = 313\,950$ J tepla.

Porovnáním těchto čísel vidíme, že teplo dodané teplou vodou by nestačilo na roztavení veškerého ledu. Nicméně rozdíl tepel je poměrně nepatrný, takže tento pokus poměrně dobře demonstruje vlastnosti ledu.

16. Původní náskres převzatý z knihy je na následujícím obrázku. Jen místo lučbišťky (zkumavky) je zde vyobrazena křivule.

³ <http://ksicht.natur.cuni.cz/akce-ksichtu>

Úloha č. 4: Lučba čili chemie zkusná**(10 bodů)**

Autor: Luděk Míka

1.

spojení z textu	moderní výraz	vzorec
lučba	chemie	-
lučebna	laboratoř	-
kostik	fosfor	P
kostec	kyselina fosforečná	H ₃ PO ₄
chaluzík	jód	I
dvojuhlan vápničitý	hydrogenuhlíčan vápenatý	Ca(HCO ₃) ₂
uhlec	oxid uhličitý	CO ₂
jednohlan vápničitý	uhlíčan vápenatý	CaCO ₃
překapování	destilace	-
žžení	destilace	-
voda žžená	destilovaná voda	H ₂ O
živé vápno	oxid vápenatý	CaO
vápenka	roztok hydroxidu vápenatého	Ca(OH) ₂ (aq)
žíravina	báze	-
kys	kyselina	-

2. Svícení fosforu ve tmě způsobuje jeho oxidace vzdušným kyslíkem.
3. $P_4 + 5 O_2 \rightarrow P_4O_{10}$
 $P_4O_{10} + 6 H_2O \rightarrow 4 H_3PO_4$
 $2 H_3PO_4 + 3 CaCO_3 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 3 CO_2 + 3 H_2O$
4. Nepozorovali, dnes už se školní křídly na psaní nevyrobějí u z uhlíčanu vápenatého, ale ze síranu vápenatého.
5. Použití světlocitlivého halogenidu stříbra.
6. Prapůvodním zdrojem jódu byly mořské řasy, odtud také jeho název odvozený od slova chaluha. Dnes je surovinou pro výrobu jódu mořská voda a různé minerální prameny.
7. $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$
8. Žžená č. destilovaná voda neobsahuje rozpuštěné ionty.
9. Destilovaná voda připravovaná destilací se dnes téměř nedělá z důvodu energetické náročnosti procesu destilace. Používá se voda demineralizovaná – vyčištěná pomocí reverzní osmózy a deionizovaná – vyčištěná pomocí iontoměníčů.

Úvodníček

Drahé Ksicht'ačky, draží Ksicht'áci,

obvykle touto dobou ještě společně v úvodníčku zaháníme poslední zbytky sněhu a mrazíků. Letos, jako by nám tím příroda chtěla vynahradit minulé jaro, už po bílé pokrývce nejsou ani památky. Některé zimní typy autorů dokonce nezvykle krátká zima zaskočila natolik, že nestihli dokončit všechny naplánované úkoly. Budete tedy muset posečkat s pokračováním vašeho oblíbeného seriálu až na příští sérii, kdy už by pro vás měl být další díl opravdu připraven. Druhému typu našich autorů naopak vysoké teploty vlily do žil překvapivě velké množství energie, což se projevilo obzvláště vypečenými úlohami v této sérii. Na co se můžete těšit?

Hned ze začátku si důkladně procvičíte své závity. A to doslova. V první úloze vás totiž čeká pořádně zamotaná šnečkosměrka. V motání vašich hlav budeme volně pokračovat i úloze následující. Již v Bibli se totiž píše, co všechno se stane s prosperující civilizací, kterou potká zmatení jazyků. Dovedete si tedy snadno představit, co stane, pokud do toho autoři zamíchají i trochu chemie. Po vydatném historickém exkurzu se spolu podíváme k vodě. Tedy lépe řečeno na vodu i pod vodu zároveň. Zkrátka, abych se v tom neutopil jak ve lžičce vody, řeč bude o potápění. Do druhé půlky jarních úloh nás přenese téma mimořádně otravné. Nikoliv však svou formou, ale svým obsahem. Prozkoumáme spolu totiž bohatou chemii sloučenin arsenu. Na samotný závěr se s vámi pak rozloučíme pořádným šálek kávy z oblasti teoretické chemie. Citlivější z vás kvůli ní nebudou moci několik dní usnout, ale ten pocit z řešení za to určitě stojí. Přejeme proto mnoho úspěchů při řešení a budeme se těšit se na vaše odpovědi prosycené jarní inspirací.

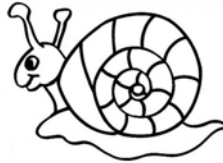
Honza Havlík

Zadání úloh 4. série 12. ročníku KSICHTu**Úloha č. 1: Periodická šnečkosměrka**

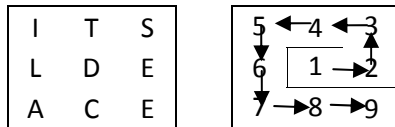
Autor: Luděk Míka

(7 bodů)

Jako každý rok vám v poslední sérii KSICHTu přinášíme tradiční osmisměrku. Pokud jste si připravili pravítko, abyste ze změní písmenek mohli vyškrtávat různá slova, můžete ho zase schovat zpátky do šuplíku a hledat jinou pomůcku, a tou může být buď křivítko, nebo šnečí ulita.



Princip řešení šnečkosměrky je stejný jako řešení tradiční (a pro mnohé fádni) osmisměrky. Z tabulky plné písmenek na následující stránce vyškrtáte všechny názvy prvků, které se v ní nachází. Ve šnečkosměrce vám pak zbydou písmenka, která čtená po pravotočivé spirále od levého horního rohu dávají řešení. Toto řešení je zároveň koncem textu následujícího kresleného vtipu. Na rozdíl od osmisměrky ale nejsou jednotlivá písmena hesel za sebou v řádku, jsou psaná do spirály a obtáčejí se okolo prvního písmena (podobně jako šnečí ulita). Slovo DESTILACE může tedy vypadat třeba takhle:



Spirála může být levotočivá nebo pravotočivá, stejně jako může být různě natočena (z prvního písmenka na druhé se může jít nahoru, dolů, doleva nebo doprava), heslo se ale vždy čte od středu ke kraji.

Jak již bylo řečeno, ve šnečkosměrce jsou schovány názvy prvků. Abyste věděli, které prvky hledat, připravili jsme malou nápovědu ve formě tabulky. V této tabulce ale nejsou přímo názvy prvků, jen některé jejich fyzikálně-chemické vlastnosti; každému prvku náleží jeden řádek.

8. Jedny z nejlepších fotek karbanátků nám zaslali:

Katarzyna Pinkas



Ngoc Anh Nguyenová



Otázka 1 – 2,25 bodu, 2 – 0,25 bodu, 3 – 0,25 bodu, 4 – 0,25 bodu, 5 – 0,5 bodu, 6 – 0,5 bodu, 7 – 0,5 bodu a 8 – 5,5 bodů. Celkem 10 bodů.

Úloha č. 3: Smažíme s KSICHTem**(10 bodů)**

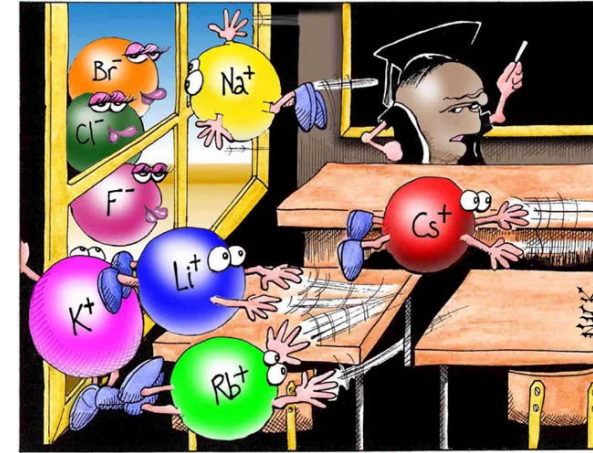
Autoři: Klára Navrátilová a Pavel Řezanka

1. Názvy ingrediencí, pod kterými je lze sehnat v běžném obchodě, jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Ingredience potřebné pro přípravu produktu

Ingredience	Název
1	mleté maso
2	cibule
3	vejce
4	česnek
5	sůl
6	majoránka
7	pepř
8	strouhanka
9	slunečnicový olej

2. Běžný název produktu je karbanátek.
3. Nad 227 °C by se z oleje začalo kouřit. Kouř je způsoben akroleinem vzniklým z glycerolu, na který se rozkládá triglycerid.
4. Nad 327 °C by olej vzplanul.
5. Olej není možné použít bez zdravotního rizika znovu, neboť při zahřívání dochází k izomerizaci cis dvojných vazeb na trans, které jsou zdraví škodlivé.
6. Řepkový a olivový (kromě extra virgin) olej. Jejich kouřový bod musí být nad teplotou smažení. Obecně se pro smažení při vyšších teplotách používají rafinované oleje, tj. zbavené těkavých látek a látek nestabilních při vysokých teplotách. Oleje extra virgin nejsou rafinované, jen promyté vodou.
7. Olivový olej extra virgin, sádlo a máslo. Všechny tyto triglyceridy mají kouřový bod nižší než 195 °C, a tudíž by při uvedené teplotě smažení došlo k rozkladu triglyceridů na glycerol a vyšší mastné kyseliny. Z glycerolu vzniká při této vysoké teplotě akrolein, který způsobuje tmavý kouř a je zodpovědný za zdravotní problémy.



Pánové, můžete mi laskavě sdělit, co vás za oknem (*tajenka šnečkosměrky*)

O	S	T	O	B	D	E	A	Ó	J	S	Í
D	Í	K	R	Y	M	N	A	D	N	A	R
H	Č	H	Z	L	O	U	R	I	S	K	Í
M	Ř	O	T	A	U	J	M	U	M	V	N
U	E	C	Ř	Í	B	U	E	I	M	Á	P
I	T	H	T	S	R	R	O	P	U	A	D
C	E	N	L	K	O	F	F	O	I	G	O
A	R	I	K	Í	V	O	S	B	N	I	L
T	T	I	?	D	O	L	E	R	B	Ď	K
N	A	T	O	M	P	O	N	O	M	Ě	M
I	K	P	R	U	I	N	G	A	I	L	U
Ř	T	I	N	I	P	A	M	N	T	H	I

1. Vyluštěte šnečkosměrku a napište nám celé znění vtípu. (Šnečkosměrku samotnou neposílejte.)
2. Přiřaďte k jednotlivým řádkům nápovědy správné prvky. (Nedohledávejte chybějící fyzikálně-chemické vlastnosti).

Původní znění zákona, který prezentoval na konci 19. století Mendělejev, říká, že vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich atomových hmotností.

- Vysvětlete, proč bylo nutné toto znění lehce přeformulovat.
- Co by se dělo, kdyby se částice zobrazené na obrázku ve třídě dostaly do styku s vodou?
- Podle čeho jsou seřazeny prvky v tabulce s nápovědou?

$T_t / ^\circ\text{C}$	$\rho / \text{kg/m}^3$	A_r	$T_t / ^\circ\text{C}$	$\rho / \text{kg/m}^3$	A_r
700	5,5	226,025	961,9	10,49	
180,54	0,53		1064	19,32	
	5,25	151,964	327,5	11,34	
97,81	0,97		1244	7,44	54,938
839	1,54				63,546
	6,77	140,116	1453		58,693
1313		157,250	254		208,982
	15,37	231,036		6,69	121,760
	2,99	44,956	2075		10,811
1132	18,97		44,1	1,82	
648,8	1,74		-259,14	0,000084	
	8,58	92,906	113,5	4,94	
2617		95,940	112,8	2,06	
	4,51	47,867	-7,2	3,14	
		97,907			

$A = \frac{m}{n} = 256 \text{ g/mol}$, čemuž nejbližší je molární hmotnost fermia. (Nepřesnost je způsobena zaokrouhlováním, ale jelikož molární hmotnost einsteinia je 252 g/mol a mol. hmotnost mendělevia je 258 g/mol, jedná se jistě o fermium.)

- Jedná se o potenciální energii, tedy

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h = 360,42 \cdot 25 \cdot 1,5 = 13515,81 \text{ J} = 13,52 \text{ kJ}$$

- $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Slučovací enthalpie oxidu uhličitého odpovídá spalnému teplu uhlíku, tedy

$$n_C = \frac{E_{pot}}{\Delta H} = \frac{13,5158}{393,522} = 34,35 \text{ mmol}$$

$$m_C = n \cdot M = 34,35 \cdot 10^{-3} \cdot 12,01 = 0,412 \text{ g}$$

Nyní jsme vypočetli hmotnost čistého uhlíku, který tvoří 94 %, hmotnost antracitu (100 %) tedy je: $m_{antr} = \frac{m_C \cdot 100}{94} = 438,9 \text{ mg}$

- Jedná se o izotop ^{257}Fm . Ze znalosti poločasu rozpadu můžeme podle rovnice $N(t) = N_0 \cdot e^{-kt}$ spočítat rychlostní konstantu a následně vypočítat i procento rozpadlých jader za určitý čas. Poločas označíme řeckým písmenem tau (τ).

$$N(\tau) = N_0 \cdot e^{-k\tau} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-k\tau}$$

N_0 můžeme zkrátit a po zlogaritmování dostáváme vztah pro k:

$$k = \frac{\ln 2}{\tau} = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ den}^{-1}$$

Po 14 dnech zbude x % počátečního množství:

$$\frac{x}{100} \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-kt} \Rightarrow x = 100 \cdot e^{-6,9 \cdot 10^{-3} \cdot 14} = 90,8 \%$$

Rozpadu tedy podle 9,2 % atomů, tedy 9,2 % z 14,0709 mol - přibližně 1,29 mol. Po vynásobení Avogadrovou konstantou dostáváme počet rozpadlých atomů: $N = n \cdot N_A = 7,79 \cdot 10^{23} \text{ atomů}$

- V, P, S, G, P, A, T, O, F

Otázka 1 – 0,8 bodu, 2 – 1,6 bodu, 3 – 1,6 bodu, 4 – 1 bod, 5 – 0,4 bodu, 6 – 1 bod, 7 – 1,4 bodu, 8 – 0,2 bodu. Celkem 8 bodů.

Úloha č. 2: Mjöllni**(8 bodů)**

Autorka: Lenka Šimonová a kolektiv nejvyššího severského božstva

1. Kladivo je tvořeno krychlí o straně 26 cm a dvěma komolými jehlany se základnami 26 cm a 22 cm a výškou 2 cm.

$$V_{\text{krychle}} = a^3 = 26^3 = 17576 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{komjehl}} = \frac{1}{3} \cdot v \cdot (S_1 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_2) = \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (484 + \sqrt{484 \cdot 676} + 676) = 1154,66 \text{ cm}^3$$

$$\text{Tedy celkový objem } V = V_{\text{krychle}} + 2V_{\text{komjehl}} = 17576 + 2309,33 = 19885,33 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho \cdot V \cong 360,4 \text{ kg}$$

2. Pro výpočet hmotnosti/látkového množství použijeme vztah $m = n \cdot M$ a jeho obměny, tabulka tedy vypadá takto:

prvek	A [g/mol]	látkové množství [mol]	hmotnost [g]	hm%
W	183,8	78,4	14 409,92	4
Pt	195,1	221,7	43 248,79	12
Sg	263,1	27,4	7 208,94	2
Ga	69,7	103,4	7 208,43	2
Pr	140,9	204,6	2 8829,71	8
As	74,9	192,4	14 410,76	4
Ti	47,9	677,6	32 457,04	9
Pb	207,2	1008,9	209 044,57	58

3. a) Pb , b) Pr , c) Ga , d) W , e) Sg , f) Pt , g) Ti , h) As
 4. Hmotnost srdce kladiva můžeme vypočítat několika způsoby. Například: suma hm.% je 99 hm.% kladiva, tedy srdce tvoří 1 %.

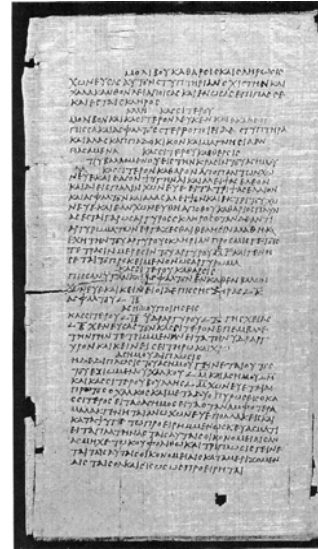
$$m_{\text{srdce}} = \frac{m_{\text{kladivo}}}{100} = 3604,22 \text{ g}$$

Látkové množství srdce je 0,5565 % celkového látkového množství. Z toho plyne, že suma látkových množství ostatních prvků je 99,4435 %. Trojčlenkou vypočítáme látkové množství srdce:

$$n = \frac{0,5565}{99,4435} \cdot 2514,4 = 14,0709 \text{ mol}$$

Úloha č. 2: Srozumitelnost nade vše**(10 bodů)**

Autoři: Jan Bartoň a Miroslav Položij



Už se vám jistě někdy stalo, že jste se ocitli v kuchyni. A že jste se s kuchařkou v ruce škrábali na hlavě nad nesmyslným postupem přidávání mouky do vody a ne naopak. Vězte, že v laboratoři se občas dostanete do podobné situace. Vaším úkolem bude správně interpretovat několik návodů přípravy chemických sloučenin, jež byly sepsány v různých obdobích chemických dějin. Vždy je nutné vědět, co se vlastně pokoušíte připravit...

Čekají vás čtyři návody, některé jsou uvedené v původním jazyce, některé přeloženy.

Přečtěte si následující čtyři návody a pokuste se co nejpřesněji datovat jejich sepsání (tedy sepsání originálu).

Všechny postupy pojmenujete, a pokud to lze, nalezněte i název spisu a jméno autora. Určete

výsledný produkt a popište jeho použití.

Návod A

Mix 1/2 a drachma of copper green, an equal quantity of Armenian blue, 1/2 a cup of the urine of an uncorrupted youth, two-thirds of the fluid of a steer's gall, and put into it the stones weighing 1/12 of a drachma each. Place the cover upon the wessel, lute the cover with clay, and heat for 6 hours with a gentle fire of hard olive wood. However provided that this sign appears---(namely) that the cover becomes green---then heat no further but let the stones cool down, lift them out and you will find that they have become emeralds. The stones are of crystal. If crystal is boiled in castor oil it becomes black.

1. Kolika gramům odpovídá *drachma* a jak byla tato jednotka původně definována?
2. Přeložte následující slovní spojení: „*the urine of an uncorrupted youth*“ a „*steer's gall*“. Vysvětlete, proč se tyto chemikálie přidávají do reakce.
3. Jakým minerálům mohou odpovídat „*copper green*“ a „*Armenian blue*“. Napovíme, že oba jsou odvezeny od mědi.

Návod B

Vezme se sto Pfund dvaceti osmiprocentního Chlorkalk, smíchá se s čtyřmi sty Pfund vody a přidá se dvanáct a půl Pfund devadesátiprocentního alkoholu. Směs se přenese do nádoby tak, aby ta byla naplněna jen z poloviny, nádoba se dobře utěsní a nechá dvanáct hodin stát. Poté se mírně zahřeje (na ohni), ale jakmile se v důsledku prudké reakce začne bouřlivě uvolňovat plyn, oheň se uhasí, protože jinak by směs překypěla. Destilace probíhá téměř do konce bez zahřívání, pouze zbytek směsi je opět nutno přivést k varu. Syntéza trvá asi pět hodin a získá se z ní přibližně sedm kilogramů surové látky A.

Ta (látky A) se vede pod vodou do nádoby, provede se skleněným chladičem do vodou naplněné jímací lahve a projde skleněnou trubicí do další takové lahve... Surová látka A, od které se odlije voda (ta se použije při další přípravě jako obyčejná voda do reakce), se protřepe se sodou od zbylé vody a pak se na vodní lázni dvakrát rektifikuje nad koncentrovanou kyselinou sírovou. Látka A je čirá, ve vodě málo rozpustná, mísitelná s alkoholem a etherem, vaří při asi šedesáti stupních tepla.

- Kolik litrů vody je třeba přidat do reakce, pokud jsme použili 12,26 litru 96% lihu (neuvažujte vodu potřebnou na zředění lihu)?
- Jaký plyn se uvolňuje z reakční směsi?
- Jak se jednoslovně nazývá aparatura komplikovaně popsaná na začátku druhého odstavce návodu?
- K čemu byste v domácnosti použili vodný roztok, který autor recykluje v reakci? Jak byste upravili vodu před zachycením plynu, abyste získali komerční přípravek běžně používaný v domácnosti?

Návod C

<i>Rp. Resinae Benzoës Sumatra</i>	100,0
<i>Resinae Aloës</i>	50,0
<i>Acidi salicylici</i>	25,0
<i>uprachujeme a smísíme.</i>	
<i>Ke směsi přidáme</i>	
<i>Olei Spicae</i>	50,0
<i>Olei Anisi</i>	10,0
<i>Spiriti Vini</i>	1.000,0
<i>macerujeme den za občasného třepání a přimísíme</i>	
<i>Acidi oleinici venale</i>	100,0
<i>Natrii hydroxydati venale</i>	60,0
<i>rozpuštěné v</i>	

- V úloze 2 jsme vypočetli, že 1 dm³ plynného vodíku uzvedne 1,10 g. Na udržení 1800 kg ve vzduchu je tedy potřeba:

$$1800 / 1,10 = 1636 \text{ m}^3 \text{ vodíku.}$$

Objem koule lze vypočítat jako

$$V = 4/3 \pi r^3.$$

Průměr kulového balónu je:

$$d = 2 \times \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \underline{14,6 \text{ m}}$$

- Jednou z možností je plyn zahřívát (ochlazovat) – tím mění svůj objem (a tedy i nosnost). Další možností je změna objemu balonu odebráním plynu a jeho uskladněním v tlakové nádobě. S výhodou se dá použít čpavek, který se jednoduše zkapaňuje a může se uchovávat v kapalném stavu.
- Vodík reaguje s kyslíkem podle rovnice:

$$2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$$
 Z jedné molekuly vodíku, tedy vznikne jedna molekula vody.

V balónu bylo 200 000 m³ vodíku, tedy 8,180 Mmol vodíku, ze kterého vzniklo 8,180 Mmol vody, což odpovídá 147 tunám.
- V dané zeměpisné šířce převládají východní větry. Balón bez vlastního pohonu musí letět tam, kam fouká vítr.

Otázka 1 – 0,5 bodů, 2 – 1 bod, 3 – 1,5 bodu, 4 – 0,5 bodu, 5 – 1,5 bodu, 6 – 1 bod, 7 – 0,5 bodu, 8 – 0,5 bodu, 9 – 1 bod, 10 – 0,5 bodu, 11 – 1 bod, 12 – 0,5 bodu. Celkem 10 bodů.

5. Při výpočtu vyjdeme ze stejné rovnice jako v příkladu 3, hmotnost závaží je v tomto případě hmotnost balónku:

$$m_{\text{závaží}} + MpV/(RT) = V \times \rho_{\text{vzduch}}$$

Po úpravě dostaneme:

$$V = \frac{m_{\text{závaží}}}{\rho_{\text{vzduch}} - \frac{Mp}{RT}}$$

Tlak vzduchu uvnitř balónku je $p = 101325 + 5100 = 106425$ Pa.

Objem balónku tedy je 2,396 dm³.

6. Nejjednodušší bude výpočet přes látkové množství. Nejprve si vypočteme kolik je plynu v tlakové lahvi:

$$n_{\text{plná}} = pV / RT = 177,6 \text{ mol.}$$

Aby bylo možné nafouknout poslední balónek, musí zůstat v tlakové lahvi minimálně takový tlak, jako je v balonku, tedy 106425 Pa. V tlakové lahvi tedy zbyde:

$$n_{\text{zbytek}} = pV / RT = 0,859 \text{ mol.}$$

Na naplnění balonku se tedy použije

$$n_{\text{láhev}} = 177,6 - 0,859 = 176,7 \text{ mol.}$$

Látkové množství plynu v balónku je:

$$n_{\text{balónek}} = pV / RT = 0,1029 \text{ mol.}$$

Prostým vydělením předchozích dvou čísel zjistíme, že nafoukneme:

$$176,7 / 0,1029 = 1717,25 \text{ tedy } \underline{1717 \text{ balónků}} \text{ a v lahvi nám zbyde o něco větší tlak.}$$

7. Balónek je naplněn plynem tak, aby se právě vznášel, když k němu přivážeme provázek, který není nehmotný, balónek půjde k zemi.
8. Takový balónek stoupá vzhůru. Se zvyšující se nadmořskou výškou ale klesá tlak okolního vzduchu, helium v balónku se roztahuje, zvyšuje svůj objem až do okamžiku, kdy balónek tento tlak nevydrží a praskne. (Ostatně proto jsou balóny pro výškové průzkumy plněny plynem jen z části – na zemi vypadají splaskle.)

<i>Aquae</i>	500,0
<i>zároveň s</i>	
<i>Natrii biborici</i>	250,0
<i>Směs za stálého míchání den digerujeme a k vychladlé přimísíme</i>	
<i>Acidi carbolici crudi (90—95%)</i>	3.000,0
<i>a mísíme ještě půl hodiny. Pak necháme na chladném místě týden v klidu.</i>	
<i>V tomto čase se tekutina dekantuje.</i>	

8. Přeložte názvy použitých chemikálií do češtiny.
9. Co znamená slovo digerovat?
10. Takto připravený roztok je charakteristického zápachu, jakého? S jakým prostředím je běžně spojován (nebo alespoň našimi rodiči ☺)?

Návod D

A dry, 500-ml., three-necked, round-bottomed flask equipped with a mechanical stirrer and a reflux condenser topped with a nitrogen-inlet tube is charged with 250 ml. Of 1,2-dimethoxyethane (Note 1) and 46.0 g. (0.411 mole) of potassium tert-butoxide. A nitrogen atmosphere is established in the system, and 2.2 ml. (0.12 mole) of water is added with stirring, producing a slurry, to which the crude (2-chlorobenzoyl)ferrocene (B) is added. The red solution is stirred and refluxed under nitrogen. As the reaction proceeds the color fades to tan, and after 1 hour at reflux the reaction mixture is cooled and poured into 1 l. of water. The resulting solution is washed with three 150-ml. portions of diethyl ether, which are combined and back-extracted with two 50-ml. portions of 10% aqueous sodium hydroxide. The aqueous phases are then combined and acidified with concentrated hydrochloric acid. The precipitate is collected by filtration and air dried, yielding 17.0–19.2 g. (74–83% from A) of C as an air-stable yellow powder, m.p. 214–216°.

Notes: 1. 1,2-Dimethoxyethane was distilled from calcium hydride immediately prior to use.

11. Nakreslete 1,2-dimethoxyethane. Proč byl destilován z CaH₂? Zapište také chemickou rovnici.
12. Co za operace jsou „*solution is washed*“ a „*back-extracting*“. Jak se tyto procesy liší?
13. U podtržené věty se nejednomu „*vařiči*“ zamotá hlava. Co s čím bylo smícháno, kolikrát a co bylo s čistým svědomím vylito? Pro přehlednost vyjádřete vývojovým diagramem („*flowchart diagram*“).
14. Zapište schéma celé reakce (A→B→C). Na konci návodu je uveden výtěžek látky C vypočítán dle A. Vypočítejte navážku prekurzoru A.

Úloha č. 3: Tajemství podmořských hlubin**(9 bodů)**

Autorka: Petra Hrozková



„Docela bych uvítal, aby byli žraloci povinně školení v rozlišování lachtana od člověka. Nerad bych se stal obětí zbytečného omylu.“⁴

„Občas si má potápeč připomenout, že voda se dýchat nedá.“

Určitě jste někdy hleděli do hlubin oceánu a byli fascinováni jeho krásou. Ovšem ani v těchto krásných okamžicích nesmí člověk opomenout, že je součástí světa, kde vládne fyzika a nedodržení fyzikálních zákonů může mít katastrofální důsledky. Dnes si projdeme běžné úkony, se kterými se musí potápeč potýkat, než skočí do vody, a na které nesmí zapomenout během ponoru. Zkrátka jak se chovat, aby neplaval bříškem nahoru.

„Je dobré znát Archimédův zákon a umět jej tvůrčím způsobem uplatňovat. Přesto se ale také nauč plavat.“

Povzbuzeni touto myšlenkou se chopíme první části úlohy potápeče – vyvážení. Úkolem je nalezení optimální hmotnosti zátěže, aby se potápeč mohl pohodlně zanořit. První vyvážení se provádí pouze v neoprenu, ale automaticky se počítá i s hmotností láhve. Z tohoto důvodu by se měl potápeč i se závažím zanořit přibližně do úrovně očí. Potom, během samotného ponoru, má potápeč na zádech krom lahve i tzv. žaket, kterým je možné regulovat vztlak. Plně nafouknutý žaket udrží potápeče bezpečně nad hladinou. V závislosti na objemu vzduchu v žaketu se potápeč potápí, plove, nebo stoupá.

Protože je znám Archimédův zákon, je zcela jasné, že pro dobré ponoření je nutno zmírnit vztlakovou sílu, která je vyvolána objemem lidského těla. Pro výpočet si představte potápeče jako válec o poloměru $r = 13,00$ cm, výšce $h = 180$ cm, hmotnosti $m = 85$ kg. Jako zjednodušení předpokládejte, že chcete, aby potápeč plovla a ponořená část těla (válece) byla $v = 160$ cm (viz. Obrázek 1). Hustota mořské vody je průměrně 1025 kg/m³. Pro všechny výpočty vezměte $g = 9,8$ m/s².

⁴ Všechny citace pocházejí z

<http://www.stranypotapecske.cz/humor/citaty.asp?str=200412162022550>.

Řešení úloh 3. série 12. ročníku KSICHTu**Úloha č. 1: V balónu napříč Afrikou****(10 bodů)**

Autor: Luděk Míka

1. Kniha se jmenuje Pět neděl v balóně a napsal ji jako jedno ze svých prvních děl zakladatel vědecko-fantastické literatury Jules Verne.
2. Pro jednoduchost výpočtu si vezmeme směs 4 molů N₂ a 1 molu O₂.

Hmotnost této směsi bude

$$m = 4 \times 2 \times 14 + 2 \times 16 = 144 \text{ g.}$$

Vzhledem k předpokládané ideální povaze plynů bude objem směsi při teplotě 298 K a tlaku 101325 Pa.

$$V = n R T / p = 5 \times 8,314 \times 298 / 101325 = 0,122 \text{ m}^3 = 122 \text{ dm}^3$$

Hustota vzduchu tedy je:

$$\rho = m / V = 144 / 122 = \underline{1,18 \text{ g/dm}^3}$$

Toto číslo velmi dobře koresponduje s tabelovanými naměřenými hodnotami, aproximace vzduchu jako směsi N₂ a O₂ byla vhodná.

3. Pro plyn v atmosféře platí stejný Archimédův zákon jako pro kapaliny. Soustava bude v rovnováze v okamžiku, kdy se vyrovná vztlaková síla lehkého plynu se silou gravitační. Gravitační ale působí nejen na zátěž, ale i na plyn samotný, který má nenulovou váhu. Platí tedy:

$$m \times g = V \times \rho_{\text{vzduch}} \times g,$$

$$m = m_{\text{plyn}} + m_{\text{závaží}}$$

Počítáme nosnost 1 dm³ plynu, jeho hmotnost m_{plyn} bude tedy:

$$m_{\text{plyn}} = n_{\text{plyn}} \times M_{\text{plyn}} = MpV/(RT)$$

Po dosazení dostáváme:

$$m_{\text{závaží}} = V \times \rho_{\text{vzduch}} - MpV/(RT).$$

Konkrétní hodnoty pak jsou:

$$H_2 \text{ 1,10 g/dm}^3; \text{ He 1,01 g/dm}^3; \text{ NH}_3 \text{ 0,48 g/dm}^3.$$

4. Teoreticky nejvyšší nosnost by mělo vakuum. Balonek naplněný vakuem (asi by pak nemohl být gumový:) má stejný vztlak jako jakýkoli jiný, ale netáhne ho k zemi váha plynu v balonku uzavřeného.

5. SMARTCyp ve své aktuální podobě umí odhadnout metabolity pro nejběžnější cytochromy CYP3A4 (standard), CYP2C9 a CYP2D6. Napište, který metabolit kofeinu by byl preferenčně vytvořen tím kterým izoenzymem CYP.

SMARTCyp bohužel neumí predikovat metabolismus pomocí CYP1A2, který lidské tělo nejčastěji využívá pro biotransformaci malých plochých molekul. Metabolity kofeinu vzniklé reakcí na tomto izoenzymu jsou nejčastěji zachytitelné v poměru: Px (84%), Tb (12%), Tp (4%). Ze SMARTCyp skóre můžeme spočítat, v jakém poměru zpracovávají kofein ostatní cytochromy. Stačí k tomu použít obecně platný vzorec pro vztah mezi volnou energií reakce ΔG a partičním koeficientem K :

$$\Delta G = -RT \ln K \quad (1)$$

V tomto výrazu můžeme zaměnit ΔG za SMARTCyp skóre CYP , následně převedeme na SI jednotky ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$) a zapojíme referenční koncentraci c_0 ($c_0 = 1$):

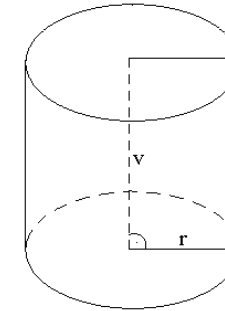
$$CYP \cdot 1000 = -RT \ln \frac{c}{c_0}, \quad (2)$$

$$c = e^{\left(\frac{-CYP \cdot 1000}{RT}\right)}, \quad (3)$$

přičemž získané vypočítané koncentrace c pro jednotlivé metabolity je pak třeba sečíst a určit, kolik procent tvoří jednotlivé metabolity při 37 °C.

- Určete, jaké bude zastoupení jednotlivých metabolitů po zpracování jednotlivými CYPy.⁵ Uvádějte jen metabolity zastoupené aspoň z 1 %.
- Přepočítejte zastoupení pro CYP1A2 na volnou energii jednotlivých reakcí. Pro součet koncentrací použijte 1 μM .
- S použitím SMARTCyp zjistěte, jak se biotransformuje jiné libovolné léčivo.

⁵ doporučujeme použít tabulkový kalkulátor typu MS Excel, OO Calc, apod.



Obrázek 1: Válec (zjednodušený obrázek potápěče).

- Spočítejte vztakovou sílu působící na ponořenou část potápěče ($v = 1,6 \text{ m}$)? Uvažujete potápěče bez neoprenu. Jaká musí být splněna podmínka, aby těleso plovalo?
- Určete, jaká musí být hmotnost závaží potápěče, aby potápěč z fyzikálního hlediska plovat. Berte celkovou hmotnost soustavy jako hmotnost závaží a hmotnost potápěče.

„Pod vodou se blbě volá o pomoc.“

V chladnějších vodách je pro ponor do hloubek doporučeno použít neopren. Je to komfortnější pro potápěče a zároveň slouží jako ochrana proti odření o kameny nebo korály. Běžně používaný neopren má tloušťku $d = 5 \text{ mm}$.

- Jak se změní vztaková síla působící na potápěče (válec), pokud jej celého obalíte do neoprenu? Opět uvažujte pouze ponořenou část $v = 1,6 \text{ m}$ a za podmínky, že plave.
- Určete, jaká musí být hmotnost závaží, aby potápěč plovat i v neoprenu. Zanedbejte hmotnost neoprenu.
- Pokud by se našemu potápěči zachtělo potápět se v Macoše, jak těžké závaží bude potřebovat, aby plovat? Tloušťku neoprenu zvolí 3 mm. Hustota sladké vody je přibližně 1000 kg/m^3 .

„Začínáš se potápět a máš s sebou plný pytel štěstí a prázdný pytel zkušeností. Jde o to, abys pytel zkušeností naplnil dříve, než se vyprázdní pytel se štěstím.“

Potápěč už je bezpečně vyvážený, teď je vhodné zjistit jeho spotřebu vzduchu. Pro ponory do hloubek kolem 40 m nám bezpečně postačí běžná směs vzduchu, která se žene do lahví pod tlakem. Lahve jsou obvykle natlakovány na 200 barů a standardní objem je 15 l. Molární hmotnost vzduchu je 28,96 g/mol a teplota okolí je přibližně 21 °C. Hmotnost samostatné prázdné lahve je 18 kg.

6. Spočítejte látkové množství vzduchu v lahvi. Určete hmotnost vzduchu.
7. Pro správnou funkci lahve by neměl tlak uvnitř poklesnout pod 50 barů. V lahvi tak nyní máme využitelných pouze 150 barů. Jaké látkové množství je ve skutečnosti v lahvi? V dalších výpočtech zohledněte tuto rezervu a uvažujte pouze využitelný objem.
8. Jeden lidský nádech má objem 0,5 l pro teplotu 21 °C a tlak 101 325 Pa. Kolikrát se může člověk z výše uvedené lahve nadechnout? Přepočítejte pomocí znalosti látkového množství. Na jak dlouho vystačí tato lahev? Předpokládejte 18 nádechů za minutu.
9. Jak se změní spotřeba vzduchu při ponoru do hloubky 20 m? Při výpočtu spotřeby vzduchu předpokládejte izotermický děj a výsledný tlak bude roven součtu atmosférického tlaku a hydrostatického tlaku pro konkrétní hloubku. Teplota vody v hloubce 20 m je 10 °C.

„Se vzduchem pod 60 m je slyšet, kromě unikajících bublin, i vrzání nebeské brány.“

Rekreační potápěči se potápějí s lahvemi plněnými vzduchem. Limit pro rekreačního potápěče je hloubka 40 m. S narůstajícím hydrostatickým tlakem roste parciální tlak kyslíku podle Daltonova zákona. Co z toho pro potápěče vyplývá? Uvažujte běžný tlak 101 325 Pa.

10. Jaká je hodnota parciálního tlaku na hladině moře?

Tato hodnota parciálního tlaku je zcela běžná. Pokud bude parciální tlak narůstat, může dojít až k otravě kyslíkem.

11. Jaká je hodnota parciálního tlaku kyslíku v hloubce 20 m v mořské vodě?

12. Otrava kyslíkem nastává při parciálním tlaku 160 kPa. Jaké hloubce to odpovídá?

Při ponorech do větších hloubek se směs doplňuje dalšími plyny, aby parciální tlak kyslíku zůstal v bezpečných normách.

13. Vypočítejte, kolik procent dalšího plynu musí obsahovat směs pro ponor do 80 m, pokud budeme předpokládat parciální tlak kyslíku 150 kPa. Jaký další plyn byste zvolili? Svou odpověď zdůvodněte.

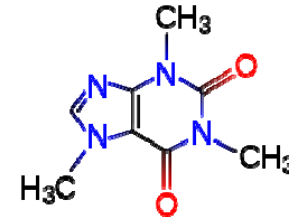
Po rychlém zavítání do fyziky potápění by potápěč ponor možná i přežil. Ted' by ale bylo vhodné trochu otestovat jeho vybavení po chemické stránce.

Neopren je pouze obchodní název pro chloroprenový kaučuk.

Úloha č. 5: Kafičko

Autor: Karel Berka

(11 bodů)



„Á, ranni kafičko,“ komentoval aktuální pracovní morálku přítomného laboranta a laborantky přednosta oddělení klinické farmakologie. „To se vlastně docela hodí,“ pokračoval, zatímco dvojice podřízených usilovně přemýšlela, co se to děje, že se za nimi do kuchyňky přednosta takhle nečekaně vydal. „Proveďte mi prosím časované odběry moči. Podíváme se, co nám z toho vašeho kofeinu v různých časech vyleze. A aspoň si vyzkoušíme tu novou mašinku na detekci drog.“

Přednosta si totiž chtěl ověřit, zda je nový analytický přístroj dostatečně citlivý na to, aby identifikoval v moči jednotlivé metabolity kofeinu.

1. Zkuste odhadnout, jaká analytická metoda by mohla být dostatečně citlivá na identifikaci jednotlivých metabolitů v moči. Připomínáme, že jde o velmi malá množství.

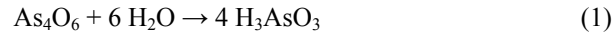
Metabolity kofeinu jsou již velmi dobře známy. V první fázi biotransformace jsou vytvářeny především *N*-demethylací nebo oxidací na karbonyl na pětičetném kruhu.

2. Nakreslete jednotlivé možné metabolity kofeinu z první fáze biotransformace a pojmenujte je pomocí triviálních názvů.
3. Nakreslete reakční mechanismus *N*-demethylace a oxidace na karbonyl pomocí cytochromu P450.
4. Uveďte, jaké další reakce (max. 2) by následně mohly potkat metabolity ve druhé fázi metabolismu.

Známé metabolity nám mohou ve výzkumu posloužit k testování přesnosti predikčních metod k určování metabolitů. To má velký význam ve vývoji nových léčiv, jak už bylo zmíněno v předchozích dílech seriálu. K predikci metabolitů může posloužit třeba server SMARTCyp (<http://www.farma.ku.dk/smartcyp/>), který umí odhadnout, jak by byla molekula metabolizována různými cytochromy P450 (CYP). Využívá databáze výpočtů reaktivity jednotlivých úseků molekul a ohodnotí je podle jejich energie a dostupnosti. Nejnižší hodnota skóre pak ukazuje, kde bude molekula nejspíše metabolizována. Dá se tak predikovat, zda například náš kofein bude *N*-demethylován, nebo oxidován na karbonyl na pětičetném kruhu.

- b) S využitím rovnovážných dat v Tab. 1 vypočítejte pH, při kterém se reakce (v podmínkách jednotkových koncentrací \approx aktivit ostatních částic) „zastaví“. Který směrem poběží v (i) silně kyselém a v (ii) silně zásaditém roztoku? Vypočítejte podmíněnou rovnovážnou konstantu reakce pro pH 0 a pH 14 (nezapomeňte v obou případech napsat konkrétní rovnováhy a přitom zohlednit za daných podmínek majoritně se vyskytující částice) a zdůvodněte své tvrzení příslušnými hodnotami.

Poznámka: Oxid arsenitý reaguje s vodou za vzniku roztoku kyseliny arsenité (1).



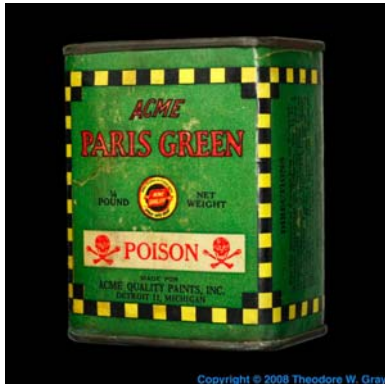
Tab. 1: Potřebné údaje

Redoxní potenciály	$E^\circ / \text{V} (25^\circ \text{C})$
$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,56
$\text{I}_3^- + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 3 \text{I}^-$	0,536
Disociační konstanty	$\text{p}K_a (25^\circ \text{C})$
$\text{H}_3\text{AsO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{AsO}_4^- + \text{H}^+$	2,24
$\text{H}_2\text{AsO}_4^- \rightleftharpoons \text{HAsO}_4^{2-} + \text{H}^+$	6,96
$\text{HAsO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{AsO}_4^{3-} + \text{H}^+$	11,50
$\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{As}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$	9,29
Iontový součin vody	$\text{p}K_w (25^\circ \text{C})$
$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$	14,00

14. Nakreslete strukturální vzorec monomeru a vzorec příslušné základní jednotky polymeru. Napište systematický název monomeru.
15. Napište název reakce, kterou se neopren vyrábí, a zapište ji rovnicí.
- Na závěr pár obecných rad pro potápěče.
16. Popište problematiku dekompresní nemoci. Jak je možno ji „léčit“?
17. Na potápěče v hloubce tlačí obrovský tlak. Pokud byste stejný tlak vyvolali na ruku položenou na stole, nastala by nevratná deformace. Z jakého důvodu není potápěč tlakem rozmačkán?
18. Mořský druh *Murex brandaris* produkuje hlen, který sloužil k výrobě jedné formy indiga, která se používala jako barvivo. Napište český název toho živočicha a název barviva. Nakreslete jeho strukturální vzorec.

Úloha č. 4: Po stopách arsenu II**(14 bodů)**

Autoři: Alice Jarošíková a Alan Liška



V průběhu věků našel člověk pro arsen nejrůznější využití, od jedu na krysy až po léčiva pro lidi. V současné době se používají sloučeniny arsenu kupříkladu jako pesticidy, látky konzervující dřevo nebo, s určitou kontroverzí, jako stimulatory růstu hospodářských zvířat (pouze v některých zemích). Tento výčet je však jen zlomkem toho, kde všude se arsen používá, a jistě se bude v budoucnu s objevem nových sloučenin dále rozrůstat. Je rovněž dobré mít na paměti, že zejména v životním prostředí není přítomnost některých forem tohoto prvku vždy zcela žádoucí.

Poznámka autorů: Ve všech výpočtech zanedbejte vliv iontové síly (ztotožněte aktivity s rovnovážnými koncentracemi).

- Arsen byl společně se dvěma těžšími homology pentelů objeven dříve než obecně rozšířenější první dva prvky této skupiny: dusík a fosfor.
 - Jak se jinak nazývají pentely? Z čeho alternativní název vzešel?
 - Kdo a kdy arsen objevil? Jakou metodu k jeho přípravě použil? Jak jinak by bylo možné arsen z výchozího materiálu izolovat? Napište vyčíslenou rovnici navrženého postupu.
 - Rozhodněte o (ne)správnosti následujících tvrzení o chemii a mineralogii arsenu:
 - Seznam dosud popsanych minerálů obsahujících arsen čítá téměř 150 položek.
 - Arsen má podobně jako bismut pouze jeden stabilní izotop.
 - Arsen patří společně s antimonem a bismutem mezi tzv. chalkofilní prvky.
- V souvislosti s arsenem je zajímavou lokalitou Kaňk (dnes městská část Kutné Hory). Kromě výskytu kontaminovaných důlních vod s obsahem arsenu okolo 60 mg/l, které zde vznikly důsledkem těžby, stojí za zmínku tamější středověké haldy, které patří mezi ojedinělá naleziště vzácných sekundárních minerálů. Nejdříve popsán byl minerál květákovitého tvaru, který vzniká zvětráváním Fe-As sulfidů, krystalizuje v triklinické soustavě a nese jméno po českém profesorovi, který tento minerál poprvé analyzoval. Složení odpovídá vzorci $\text{Fe}_2(\text{AsO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

- O který minerál se jedná a jak se jmenoval jeho objevitel?
 - Další z těchto minerálů byl pojmenován přímo po místě nálezu: kaňkit. Uveďte jeho chemické složení a vypočítejte, kolik mg arsenu by bylo rozpuštěno v 1 l důlní vody o pH 3,0. Hodnota pK_s bezvodé sloučeniny je 20,24 (při 25 °C), koeficienty vedlejších reakcí pro dané podmínky jsou $\log \alpha(\text{Fe}^{3+}) = 0,49$ a $\log \alpha(\text{AsO}_4^{3-}) = 12,53$.
- V 18. a 19. století byly používány zelené pigmenty s obsahem arsenu na tapety a dekorační textilie. Jeden z těchto pigmentů se nazýval Scheeleho, minerální nebo švédská zeleň. Ve vlhkém prostředí se však mohl arsen působením plísní uvolňovat ve formě jedovatých par arsenu, směsi arsanu či dimethyl- a trimethylarsinu. Je možné, že k úmrtí Napoleona Bonaparta přispěla právě tato skutečnost. Kromě Scheeleho zeleně se používala také tzv. svinibrodská zeleň.
 - Pokuste se vystihnout složení obou zelených pigmentů příslušnými vzorci.
 - V literatuře se objevuje také pojem pařížská zeleň. Oč se jednalo?
 - Je zřejmé, že sloučeniny arsenu měly v historii značný význam. S tím souvisela i snaha chemiků vypracovat analytické postupy, které by tento prvek umožňovaly jednoznačně identifikovat a kvantifikovat ve vzorcích všeho druhu.
 - Jaká kvalitativní zkouška na přítomnost arsenu dosáhla největšího věhlasu? Bývala dlouho používána např. v soudním lékařství. Na čem je založena? Popište jednotlivé kroky vyčíslenými chemickými rovnicemi a zdůrazněte vizuální změny, které tyto děje provázejí.
 - Bylo by možné takto dokázat přítomnost arsenu např. v (i) kaňkitu, (ii) Scheeleho zeleni nebo (iii) manganostibitu? Zdůvodněte, proč ano či ne, případně specifikujte bližší okolnosti důkazu, jejichž dodržení by mělo zásadní význam pro dosažení spolehlivého výsledku.
 - Kromě této zkoušky byla vyvinuta řada dalších. Analogicky popište principy důkazů podle (i) Bettendorfa, (ii) Gutzeita, (iii) Fleitmanna a (iv) Berzelia.
 - Ani kvantitativní analytická chemie se arsenu a jeho sloučeninám nevyhýbá. Například oxid arsenitý se používá jako primární standard pro oxidimetrické titrace. Velmi populární se v chemii stala oxidace roztoku oxidu arsenitého ve vodě jódem, protože se jedná o klasický příklad reakce, jejíž spontánní průběh lze zcela obrátit pouhou změnou pH prostředí.
 - Napište rovnici této reakce a vyčíslete ji.