



Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 4 (2005/2006)

Série 4



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

Drahé řešitelky, drazí řešitelé, Ksicht'áci!

Ač na to venkovní počasí stále ještě nevypadá, neboť zima je letos obzvláště vypečená, tak nám 20. března úderem 19:25:54 začalo jaro. Správná klíčová otázka by pak měla znít, co všechno s sebou taková změna ročního období přináší. Pomineme-li všechno to ozeleňování holých stromů záplavou listů a náhlý výskyt myriád líbezně vonících kvítků na sněhem rozmoklých stráních, měl by především každý správný chemik vzpomenout novou sérii KSICHTu.

Pokud se však Vaše myšlenky z jakékoliv důvodu touto cestou neubíraly, nezoufejte! Sešitek, který právě držíte ve svých rukou, je důkazem toho, že autoři mysleli i na Vás. Další správnou otázkou, v pořadí již druhou, pak nejspíše bude, jaké úlohy na Vás čekají. Abych poněkud ulevil napětí zrcadlicimu se ve Vašich tvářích, tak Vám alespoň prozradím, že je jich pět. Avšak jedna z nich je přitom přítomna čtyřikrát sama o sobě. Zní to velmi podivně, že? Vše se pokusím stručně a jednoduše objasnit. Rozhodli jsme se totiž otestovat zcela nový typ úloh. Konkrétně: Jedná se o úlohu s cizojazyčným zadáním. Doufáme, že se bude líbit!

Tím jsem ovšem odpověděl pouze na část dotazu. Zcela oprávněně Vás teď nejspíše zajímá, jakého tématu se týkají zbylé čtyři. Nebudu Vás již více napínat. První z nich je již tradiční, přesto velice oblíbená osmisměrka. Po ní následuje půvabná úloha o zapáchající kapalině a hned za ní v závěsu pak hluboké fyzikální zamyšlení nad pocitem vlhka, zimy a nepohody. Vzhledem k tomu, že je tato série v tomto ročníku již poslední, tak protřelejší z Vás již tuší, že jako poslední bude přítomna úloha seriálová, vonící již z dálky sušenými houbami.

No, a protože KSICHT nejsou pouze úlohy, ale i spousta kamarádů a hlavně skvělá atmosféra KSICHTích soustředění, mám to potěšení Vás oficiálně na jedno z nich pozvat. Koná se 12. až 16. června na půdě Přírodovědecké fakulty UK v Praze. Všichni se na vás již velice těšíme. (Zvláště nedočkavým pak připomínám možnost nás zhlédnout již 7. až 9. dubna na výletě v Příbyslavi.)

Za všechny organizátory Vám všem přeji mnoho štěstí při řešení a zisk co největšího počtu bodů, které mohou ještě velmi zamíchat s výsledkovou listinou. Vše závisí pouze na Vás!

Honza Havlík

Anketa

Anketu vyplnilo celkem 50 řešitelů, to je zatím nejvíce v historii KSICHTu! Děkujeme. Z letošních nových řešitelů se vás s KSICHTem seznámilo 21 ve škole, 7 na Běstvině, 5 na chemické olympiádě a čtyři jinde. Většinou od jiných řešitelů a z Internetu.

V loňském ročníku se vám nejvíce líbily úlohy „Podzimní hýření“ a „Vystřihovaná“, které uvedlo shodně po 7 řešitelích, na třetím až pátém místě skončily s pěti body úlohy „Ako použit' teplomer namiesto buzoly“, „Ecce Homunkulus!“ a „Pravděpodobný příběh“.

Z letošních tří sérií se vám nejvíce líbila úloha „Zajímavý protokol“, kterou zvolilo 10 řešitelů, druhé a třetí místo patří „Dominu“ a „Aspirinu“, pro které se vyslovilo shodně po sedmi řešitelích. Oproti předchozím ročníkům se také zvýšil počet úloh, které jste volili jako nejlepší. V prvním a druhém ročníku jste zvolili jako nejlepší 11 úloh, ve třetím ročníku to bylo 12 úloh a v letošním už 14 úloh (z patnácti možných).

Váš názor na úlohy na přemýšlení je v naprosté většině kladný, jen 4% řešitelů se nelíbí. S tímto typem úlohy se proto setkáte i v této sérii.

Úlohy byste většinou chtěli takové, jaké souvisí s každodenním životem a které se týkají novinek ve výzkumu a laboratoři. V jiných typech úloh jste zmínili snad všechna možná odvětví chemie, takže se pokusíme tuto rozmanitost dodržet. Je třeba si ale uvědomit, že každý má jiné záliby a že to, co se líbí jednomu, se nemusí líbit druhému. Věříme, že z nabízených úloh vás aspoň jedna potěší a že ty, které nepotěšily vás, potěší někoho jiného.

Cizojazyčnou úlohu většina z vás chce, takže jsme ji do této série zařadili. Jedná se o jednoduchou úlohu bez složitých pojmů, takže vám snad nebude dělat problém. A protože jsme si vědomi toho, že ne každý umí anglicky, přeložili jsme úlohu i do dalších světových jazyků.

V příštím ročníku bude vycházet seriál o chemii v kuchyni. Pro tento návrh jste se vyslovili 155 body. 140 bodů získala alchymie, následovaná nukleární magnetickou rezonancí se 112 body. 101 bodů získala chromatografie a 92 bodů fyzikální chemie.

Co se týče olympiád, z 37 nových řešitelů se účastní 30 řešitelů olympiády chemické, 8 matematické, 7 fyzikální a 6 biologické. Jedenáct z vás se účastní dalších jiných olympiád.

Závěrem mnohokrát děkujeme za vaše děkovné dopisy. Budeme se i nadále snažit vést KSICHT k vaší spokojenosti.

Soustředění KSICHTu

Od 12. do 16. 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 napište, bez ohledu na to, kolik máte bodů.

Pokud se chcete soustředění zúčastnit, vyplňte prosím přiložený formulář a pošlete nám ho zpět spolu s řešením 4. série. Podrobné informace vám pošleme v květnu, kdy se také objeví na www stránkách.

Formulář je k dispozici také na Internetu (<http://ksicht.wz.cz/formular.doc>), takže nám ho můžete poslat i e-mailem.

4. série úloh 4. ročníku KSICHTu

Série bude ukončena **1. 5. 2006**, úlohy je třeba odeslat nejpozději v tento den (rozhoduje datum poštovního razítka).

Úloha č. 1: Osmisměrka

(10 bodů)

autor: Michal Řezanka, Pavel Řezanka

E	P	O	I	T	J	B	A	R	Y	T	T	I	T	A	N	I	T	
U	Y	K	U	N	I	T	L	A	M	S	I	I	L	S	F	T	I	I
K	R	E	V	E	L	N	A	R	Y	R	L	W	Y	E	N	O	D	
R	H	N	N	M	D	E	E	K	E	Y	E	A	E	R	R	E	D	N
Y	O	I	F	G	I	D	L	F	T	H	Y	O	O	E	O	A		
P	T	T	L	I	T	U	I	Ě	A	R	O	C	W	N	O	B	L	
T	I	R	U	P	I	A	J	M	N	G	A	E	K	U	I	L	B	T
I	N	E	O	I	B	C	D	U	O	H	H	B	A	K	E	E	N	
T	S	A	R	R	L	H	H	R	S	C	N	T	I	L	L	A	G	E
T	O	L	A	U	A	A	M	A	U	E	S	O	E	P	C	T	P	
I	D	G	P	A	L	L	A	L	K	D	L	N	X	L	K	I	O	
R	D	A	A	I	K	K	H	L	G	K	E	D	E	N	A	O	O	T
E	Y	R	T	L	O	O	A	D	E	N	O	A	K	T	R	K	L	
I	I	S	I	H	T	P	B	T	R	E	Z	O	I	U	O	A		
H	T	T	T	U	I	Y	I	A	F	D	U	T	Í	E	N	N	R	B
T	U	R	M	E	R	R	N	F	L	T	I	B	O	N	A	D	K	O
R	O	S	I	F	U	I	I	Y	T	T	C	E	V	I	Z	A	K	
E	I	T	H	I	A	T	I	N	O	M	I	T	N	A	E	S	R	
B	O	N	Í	V	L	Y	S	M	O	L	I	N	E	C	C	C	K	.

- V letošní osmisměrce se zaměříme na minerály. Každému minerálu přiřadíte název a ten potom zaškrtnete v osmisměrce. Osmisměrku nám posílat nemusíte, stačí, když nám napíšete číslo minerálu a k němu příslušný název (vždy jednoslovný). Pokud pro dané chemické složení existuje více názvů, uveďte ten, který je v osmisměrce.

Upozornění: Tučně označený minerál považujte za zaškrtnutý.

- Nevyškrtnuté znaky (včetně mezer apod.) tvoří tajenku. Napište ji.

Upozornění: Písmeno CH považujte za dva znaky, tzn. za C a H!

- Seřazení minerálů není náhodné. Podle čeho jsou tedy seřazeny?
- Vtip (včetně tajenky) přeložte do češtiny.



Dear professor Schmidt – I'm extremely sorry to bother you this late at night, but the library is closed and as there is a test tomorrow, ...

Dokončení vtipu je uvedeno v tajence.

Tabulka 1. Vzorce minerálů vyskytujících se v osmisměrce

Číslo	Vzorec	Číslo	Vzorec	Číslo	Vzorec
1	$\text{Na}_3[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	16	FeCO_3	31	CoS
2	KCl	17	Al_2O_3	32	Cu_2S
3	NaCl	18	CuGaS_2	33	PbCrO_4
4	$\text{Ca}_{10}\text{Si}_{18}\text{O}_{46} \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$	19	CuFeS_2	34	$\text{Ni}_9\text{Bi}_2\text{S}_8$
5	KAlSi_3O_8	20	TiO_2	35	CoAsS
6	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	21	MnO_2	36	CoAs_2
7	LiAlSiO_4	22	Sb_2S_3	37	RuS_2
8	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	23	FeSb_2S_4	38	PbS
9	CaF_2	24	FeS	39	HgS
10	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	25	$(\text{UO}_2)_2\text{SiO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	40	UO_2^*
11	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	26	CuNiSbS_3	41	$\text{Hg}_6\text{Si}_2\text{O}_7$
12	As_2S_3	27	Fe_3O_4	42	Cu_7Hg_6
13	CaTiSiO_5	28	$\text{TiPbAs}_3\text{S}_6$	43	Pt_2FeNi
14	As_4S_4	29	Fe_2O_3		
15	$\text{BaCa}(\text{CO}_3)_2$	30	Co_9S_8		

*V literatuře se lze setkat i se složením U_3O_8

Úloha č. 2: Zapáchající kapalina

(12 bodů)

autor: Zbyněk Rohlík



Ostře zapáchající dýmavá kapalina **A** hustoty $\rho(25^\circ\text{C}) = 1,73 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a indexu lomu $n_D^{25} = 1,61$ je důležitou surovinou v chemii i technologii prvku **B**. Na základě následujících indicií se pokuste určit totožnost **A** i ostatních látek vystupujících v následujícím textu, nazvat je a odpovědět na otázky jich se týkající.

A reaguje s kovovým hořčíkem za zvýšené teploty a poskytuje prvek **B**, této reakce se přitom používá i k výrobě prvku. S ekvivalentem **B** při zahřívání poskytuje **A** černou látku **C**, nestálou vůči působení vzduchu i vody.

Rozpuštěním **B** v horké kyselině chlorovodíkové vzniká červenofialový roztok citlivý na vzduch. Lze z něj získat fialové krystalky **D**. Z roztoku **D** v kyselině sírové krystalují po přidavku síranu cesného dobře vyvinuté světle fialové osmistěny **E**.

Vnášením **A** do tetrahydrofuranu (THF) lze připravit žlutou sloučeninu **F**, která podle elementární analýzy obsahuje 14,3 % prvku **B** a 28,8 % uhlíku.

Reakcí **A** s cyklopentadienidem sodným (NaCp , $\text{Na}^+\text{C}_5\text{H}_5^-$) vzniká podle molárního poměru několik látek, z nichž **G** poskytuje s jedním ekvivalentem kyseliny šťavelové za vhodných podmínek neutrální látku **H** neobsahující chlor. Kryoskopicky bylo stanoveno, že $M(\mathbf{H})$ činí přibližně $270 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Hydrolyzou **A**, která probíhá velice ochotně, vzniká látka **I** používaná jako pigment.

S roztokem chloridu amonného v kyselině chlorovodíkové poskytuje **A** nažloutlou látku iontové povahy, již bylo přisouzeno písmeno **J**.

- Napište vzorce a názvy látek **A** až **H**.
- Jakým způsobem se lze dostat z **I** zpět k **A**?
- Nachází se některá výše uvedená sloučenina prvku **B** v přírodě?
- a) Podle způsobu izolace z roztoku v HCl lze získat rovněž zelené krystalky (**D***), které mají stejné složení jako **D**. Nazvěte látku **D***. Jak se nazývá typ izomerie představovaný vztahem mezi **D** a **D***?
b) K čemu se látka **D** používá v analytické chemii?
c) Je **D** paramagnetikum či diamagnetikum?
d) Čím je způsobena barva látky **D**?

- THF je běžné laboratorní rozpouštědlo. Lze připravit analoga látky **F** také s DMSO, DMF, hexanem, CHCl_3 , Et_2O , DIOX, EtOH, PhMe, CCl_4 a H_2O ?
- Jaký je tvar aniontu v **J**?
- Jistý prvek **b**, ačkoli je prvku **B** v periodické tabulce dosti vzdálen, vykazuje překvapující podobnosti v chemickém chování. Například existuje analogická kapalina **a** (hustoty $\rho(25\text{ °C}) = 2,23\text{ g.cm}^{-3}$ a indexu lomu $n_D^{20} = 1,51$), která poskytuje látky **f**, **i**, **j** analogické **F**, **I** a **J** stejnými reakcemi.
 - Identifikujte **a**, **b**, **f**, **i** a **j** a doplňte názvy a rovnice.
 - Jak bude **a** reagovat s fenylmagnesiumbromidem?
 - Zodpovězte otázku 3) pro prvek **b**.
 - Chová se **a** vůči rozpouštědlům uvedeným v otázce 5) stejně jako **A**?
 - Sloučeniny **a** a **j** mají hezké triviální názvy. Uveďte je.

Úloha č. 3: Teploměr**(10 bodů)**

autoři: Karel Berka, Jan Havlík, Peter Košovan



Jang představuje mužský princip; zároveň i teplo, sílu, velikost, pohyb a aktivitu.

Jin je ženský princip, ale také chlad, prázdnota, malost, slabost, nehybnost a pasivita.

Tak jako jin a jang patří k sobě i pojmy teplo a teplota. Pokud jim porozumíte, najdete v sobě i odpovědi na otázky v této úloze.

Část A – Větrno

Venku bylo relativně chladno, pod mrakem a bezvětří. Teploměr ukazoval +15 °C. I přes to, že Peter sice nebyl příliš oblečený, bylo mu vcelku teplo a sucho. Najednou však začal foukat silný vítr.

Teploměr sice i po dalších deseti minutách ukazoval stejných +15 °C, ale Petrovi náhle začala být pěkná zima. Běžel se proto rychle přiblížnout.

- Je teploměr pokažený, když ukazoval stále stejnou teplotu, i když se podle Peterových smyslů zjevně ochladilo? Nebo je chyba v něčem jiném?
- Změnila se teplota vzduchu nebo ne?
- V jakém případě by mohla nastat opačná situace, tedy, že by bylo Petrovi tepleji, pokud by začal foukat vítr a teploměr při tom stále ukazoval stejnou teplotu?

- Když se Peter otřásl zimou, tak mu naskočila tzv. „husí kůže“, tedy zvedly se mu chloupky na zimou zasažených místech. Jakou myslíte, že má husí kůže funkci?

Část B – Slunečno

Sluníčko se schovávalo za mraky, když si Richard chystal běžky. Nebyla mu v těch -5 °C vůbec zima, ale už se těšil, že se příjemně projede. Náhle vysvitlo sluníčko a Richardovi začalo být po chvíli teplo. A to ještě ani nevyjel. Tak si rozeplnul bundu a jal se voskovat lyže.

- Změnila se teplota okolního vzduchu?
- Lišily by se hodnoty na teploměru vystaveného slunci a na teploměru ve stínu? Odpověď zdůvodněte.

Richard dovoskoval lyže a vyrazil. Slunce sice zašlo, ale jemu to nevadilo, prostě bundu jenom zapnul. Pěkně si mákl a chvílemi mu bylo spíš vedro. Po nějaké době sluníčko opět vysvitlo, a protože se před ním objevil pěkný výhled, rozhodl se, že zastaví a nafotí krajinu. Jenže ouha! Když tak dlouho vybíral záběr, začala mu být zima opravdu nepříjemná, až se mu z toho klepaly ruce. A to se fotit moc nedá.

- Proč byla Richardovi najednou taková zima, i když mu před výjezdem totéž oděnění při stejné teplotě stačilo? Svou odpověď zdůvodněte.
- Pomohlo by mu víc, kdyby vyrazil v teplejším oděvu? Proč ano? Proč ne?

Část C – Sychravo

Kája vstoupil do vlhkého sklepa. Kouknul se na teploměr a uviděl +10 °C. Otřásl se. „Za to může to vlhko,“ pomyslel si. „U nás máme v suchém sklepě taky +10 °C, ale zima mi v něm nebyla. Jenže proč i tak relativně malé množství vody ve vzduchu (vždy pod 1 % celkového složení vzduchu) zapříčiní, že mi je zima?“

- Zkuste zodpovědět Kájovu otázku. Svou odpověď náležitě zdůvodněte.
- Představte si situaci, při které by bylo v ovzduší sklepa místo dusíku helium. Pocítil by Kája nějak tuto záměnu na tepelném komfortu? Pokud ano, zkuste vymyslet, v čem spočívá rozdíl na atomové úrovni mezi heliem a dusíkem, jenž má tuto změnu komfortu na svědomí.
- Zamyslete se nad rozdíly mezi strukturou vody, dusíku nebo kyslíku a helia. Které strukturální rozdíly způsobují vyšší tepelnou kapacitu vodní páry vůči dusíku či heliu? Vypočítejte pro tyto plyny jejich molární tepelné kapacity při konstantním objemu ze specifických tepelných kapacit při konstantním tlaku a

pokuste se je odvodit z atomové struktury daného plynu. Uvažujte všechny plyny jako ideální.

12. Z jakého důvodu tepelná kapacita vody ještě více naroste, pokud ji zkapalníme?

Část D – Vedro

Honza se odjel po úspěšném zkouškovém období uklidnit Madagaskarem. Všiml si, že je v madagaskarském tropickém počasí docela teplo, ale dokud není vlhko, tak se dá celkem snášet. Ale kombinace vedra a vlhka je nesnesitelná.

13. Proč se dá tropické teplo snášet, pouze dokud je vzduch suchý?
14. Po sledování filmu si Honza ještě zašel do sauny, kde se bohužel podíval na teploměr ukazující vražedných +100 °C. Přesto byl schopen v takovéto teplotě pobýt i 10 minut, což jak dobře věděl, je doba, za kterou by se uvařilo vajíčko. Proč se Honza taky neuvařil?

Potřebné údaje

- $c_p(\text{H}_2\text{O}, \text{g}, 0\text{ °C}) = 1,850 \text{ [J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
- $c_p(\text{N}_2, \text{g}, 0\text{ °C}) = 1,042 \text{ [J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
- $c_p(\text{O}_2, \text{g}, 0\text{ °C}) = 0,920 \text{ [J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}]$
- $c_p(\text{He}, \text{g}, 0\text{ °C}) = 5,190 \text{ [J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}]$

Úloha č. 4:

autor: Jan Havlík

Na následujících stránkách naleznete zadání čtvrté úlohy přeložené do angličtiny, francouzštiny, němčiny a ruštiny. Doufám, že je výběr postačující a že si každý z vás najde jazyk, kterému rozumí.

Odpovědi na otázky pište prosím už v češtině. K řešení připište, jaký jazyk jste si vybrali.

Uvítám také váš názor na tuto úlohu, zejména zda-li byste chtěli další cizojazyčné úlohy, případně v jakých jazycích a zda-li byste chtěli i vaše odpovědi posílat ve vybraném cizím jazyku.

Problem 4: Water, water everywhere, not a drop to drink

(6 marks)

Written by Jan Havlík & Jaroslav Žák



The Sun, at the end of its everyday journey across the sky just reached its highest point and was baking down on the poor archaeologists that were excavating the remains of a Tyrannosaurus Rex.

'Damn this job!' sighed Peter and sat down at the edge of the excavation site, gasping for breath. He took a bottle of water out of his backpack and downed it all at once. Half a litre just disappeared. 'Oh yes, life was good for the Tyrannosaurus!' he thought. There used to be a rainforest around in those times. Anyway, I wonder what the beast died of...He carried on thinking about dead dinosaurs, water and sun for a little while longer when suddenly a peculiar thought sprang to his mind. How many water molecules off the dead Tyrannosaurus got into the water cycle including what was in my bottle? It is unlikely that more than one or two molecules entered that half litre, if that. That would be a huge coincidence, but on the other hand, Rex is big, molecules small...

1. Do you know the meaning of the name *Tyrannosaurus Rex* in Czech? On which continent do you think most excavations take place?
2. Make an educated guess as to how many moles of water could have been present in the body of the dead Tyrannosaurus (let us refer to him as Charles) at the time of his death, assuming the water content counted for 60 % of Charles' body by mass.
3. Write down a name of at least one analytical method suitable for measurement of the age of Charles' skeleton. Why is it not possible to use the otherwise very accurate Carbon-14 dating method in this case?
4. Will you help Peter with his molecule problem? Try to calculate how many water molecules off Charles' body he consumed when drinking from the bottle. You may neglect all changes the water molecules go through. (To make this problem less straightforward, it is up to you to find all the relevant constants. I will only tell you that there is about 1 360 000 000 km³ of water on Earth).
5. Why would it be hard to find a single original H₂O molecule if we considered the changes that the water molecules off Charles' body underwent?
6. Which biochemical process uses the greatest amount of water? By how many years is it older than Charles?

Problème N° 4: L'eau partout**(6 points)**

Auteurs: Jan Havlík, Karel Berka, Veronika Slunečková, Petra Ménová



Le soleil, sur son orbite quotidienne, culminait et brûlait pauvres archéologues qui déterraient le squelette de Tyrannosaure Rex. «La fatalité a voulu ce boulot», Pierre a soupiré et il s'est asséyé sur la fouille. Il a pris une bouteille d'eau de son sac et il l'a fait cul sec. Un demi-litre a disparu sans effort. «Le Tyrannosaurus Rex a eu de la chance. À son époque il y avait une forêt vierge et humide. Mais je suis très curieux comment ce monstre est décédé.» Pierre a réfléchi encore un peu sur les dinosaures morts, sur l'eau et sur le soleil quand l'idée étrangère l'a attaqué. Combien de molécules d'eau de Tyrannosaure mort s'est transmis dans l'eau du monde entier, ma bouteille comprise? Combien de ces molécules j'ai déjà bu? Dans ce demi-litre, il y en a à peine une ou deux, qui sait, s'il y en a. Mais ça dépend. Rex est grand, les molécules sont très petites...

1. Est-ce que vous savez ce que *Tyrannosaurus Rex* signifie en tchèque? Sur quel continent sont les excavations menés le plus probablement?
2. Faites l'estimation la plus précise, combien de mol de molécules d'eau pouvait le corps de Tyrannosaure (dénommé Charles) contenir au moment de sa mort, si on suppose que 60 % de son poids était présenté par l'eau.
3. Écrivez au moins une méthode q'on peut utiliser pour déterminer l'âge du squelette de Charles. Pourquoi on ne peut pas appliquer la méthode radiocarbone, qu'on utilise dans autres cases?
4. Pouvez-vous aider Pierre avec son problème moléculaire? Comptez combien de molécules d'eau de Charles il a bu. Négligez toutes les transformations d'eau. (Pour faire ce problème un peu plus difficile, vous devez trouver toutes les données nécessaires vous mêmes. Je vous conseille seulement, qu'il y a environ 1 360 000 000 km³ d'eau sur la Terre).
5. Pour quelle raison on ne réussira pas de trouver aucune molécule originale bientôt après sa mort, quand nous ne négligons pas les échanges d'eau?
6. Quel procédé biochimique consomme le plus d'eau du monde entier? Combien d'années est-ce que ce procédé est plus âgé que Charles?

Aufgabe Nr. 4: Lauter Wasser**(6 Punkte)**

Autoren: Jan Havlík, Václav Kubát, Zbyněk Rohlík



Die Sonne erreichte den höchsten Punkt ihrer täglichen Wanderschaft durch den Himmel und brannte die armen Archäologen, die ein Skelett vom Tyrannosaurus Rex abdeckten.

„Zum Teufel mit solcher Brigade!“, seufzte Peter und setzte sich auf den Rand der Aushebung. Aus dem Rucksack zog er eine Flasche mit Trinkwasser heraus und leerte sie bis auf den Grund. Ein halbes Liter trank er blitzschnell aus. 'So ein Tyrannosaurus, der war gut dran', dachte er. In seinen Zeiten wuchs ein Urwald herum. Ich wüsste gern, woran das Monster starb. Er überlegte noch eine Weile von toten Dinosauriern, Wasser und Sonne und plötzlich eine interessante Idee fiel ihm ein. Wie viele Wassermoleküle kamen im Laufe der Zeit aus dem Körper des toten Tyrannosaurus in die gesamten Gewässer der Erde, und sogar in das Wasser, die in meiner Flasche war? Wie viele von ihnen konnte ich vor einem Weilchen getrunken haben? In dem halben Liter konnten kaum zwei oder drei solche Moleküle gewesen sein, ob überhaupt welche. Das müsste ein grosser Zufall gewesen sein. Aber wer weiss, Moleküle sind klein, Rex ist gross...

1. Wisst ihr, was der wissenschaftliche Name *Tyrannosaurus Rex* in der Übersetzung bedeutet? Auf welchem Kontinent finden ihrer Meinung nach die Ausgrabungen wahrscheinlich statt?
2. Versucht es am genauesten zu schätzen, wie viele Mol Wasser konnte der Körper des toten Tyrannosaurus (nennen wir ihn einfach Karl) in der Zeit seines Todes enthalten, wenn die Masse dieses Wassers 60 % von Karls gesamten Masse bildete.
3. Schreibt mindestens eine Methode, die für die Festsetzung des Alters vom Karls Skelett geeignet ist. Warum können wir die anders sehr benutzbare Radiokohlenstoffdatierung in diesem Fall nicht benutzen?
4. Helft ihr Peter mit seinem Molekülproblem? Versucht es zu rechnen, wie viele Wassermoleküle aus Karls Körper konnte er beim Trinken aus der Flasche getrunken haben. Vernachlässigt alle chemischen Änderungen des Wassers. (Damit es nicht so einfach wäre, überlassen wir die Suche nach notwendigen Konstanten auf euch. Wir verraten euch nur, dass es auf der Erde etwa 1 360 000 000 km³ Wasser gibt.)
5. Aus welchem Grund würde es uns schon nach einer sehr kurzen Zeit wahrscheinlich nicht gelingen, „Originalwassermoleküle“ aus Karls Körper zu finden, wenn wir die Änderungen des Wassers nicht vernachlässigt hätten?
6. Welcher biochemische Prozess verbraucht weltweit die grösste Menge des Wassers? Um wie viele Jahre älter als Karl ist dieser Prozess?

Задание 4.: Одна вода**(6 баллов)**

Авторы: Ян Гавлик, Вероника Слунечкова



Солнце на своем ежедневном пути по небу как раз добралось до наивысшей точки и нещадно палило на несчастных археологов, обнажающих скелет Тыранозавра Рекса.

“И какой черт меня дернул так подрабатывать”, - вздохнул Пётр и устало сел на край раскапываемой ямы. Вытащил из рюкзака полную бутылку воды и выпил её залпом. Пол-литра воды, как будто бы исчезло в нем. “Какой там Тыранозавр, тому все было нипочем”, - подумал он. В его времена кругом были тропические джунгли. Однако интересно, из-за чего это чудовище сдохло. С минуту ещё размышлял о мертвых динозаврах, воде и солнце, и вот тогда и пришла ему на ум немного необычная мысль. Сколько молекул воды из этого мертвого Тыранозавра за эти годы попало, до всей воды включая и эту в моей бутылке. Сколько я сейчас мог их выпить? В поллитровке могла быть всего лишь одна или две, если вообще были. Это было бы невероятной случайностью. Хотя с другой стороны. Рекс большой, молекулы маленькие...

1. Знаете ли вы, что в переводе на чешский означает *Тыранозавр Рекс*, на каком континенте по-вашему с наибольшей вероятностью проводятся раскопки?
2. Попробуйте как можно точнее рассчитать, сколько моль воды могло содержать тело (чтоб проще было, звать его Карлом будем) во время его кончины, если вода составляла 60 % его веса.
3. Напишите хотя бы один метод по определению возраста Карлова скелета. Почему в данном случае нельзя использовать столь эффективный радио карбоновый метод?
4. Помогите Петру с его молекулярной проблемой. Попробуйте подсчитать, сколько молекул воды, поводом из Карла, он только что выпил. Пренебрегите всеми изменениями воды (чтобы задание не было настолько лёгким, оставлю на вас поиск всех необходимых данных. Припомню только, что на Земле находится примерно 1 360 000 000 км³ воды).
5. Почему бы нам, наверно, уже коротко после его смерти не получилось найти исходной молекулы воды в теле Карла, если бы мы не пренебрегли обменом воды.
6. Какой биологический процесс израсходует больше всего воды в мире? На сколько лет он старше Карла?

Úloha č. 5: Houbová inspirace**(10 bodů)**

Autor: Martin Kuchař



Elisa byla již téměř slepá. Mlhavý závoj, který ji zakalil oči byl stále horší, poslední její nadějí byla stará čarodějnice v horách. Měla štěstí, zastihla ji v chatrči jak připravuje jakýsi extrakt z červených hub. „Už tě tady očekávám Eliso, pojd' dál.“ Čarodějnice dala dívce vypít připravený extrakt a začala pronášet tajemné zaříkávací formule. Elisa měla pocit, že se celá země houpe a přestože po dlouhé době jasně a ostře viděla, všechno ji připadalo poněkud zdeformované a protažené do jiného světa...

My se necháme inspirovat předešlým úryvkem příběhu a pokusíme se připravit také nějakou zajímavou látku jako naše čarodějnice:

- a) Reakcí oxiranu s trimethylaminem v prostředí vody vznikne lineární molekula **A**.
- b) Reakcí látky **A** s kyselinou chlorovodíkovou dojde k výměně anionu. Takto připravený meziprodukt **B** byl podroben působení fosgenu za vzniku produktu **C**.
- c) Na produkt **C** bylo působeno amoniakem za vzniku účinné látky **D**.
- d) Reakcí meziproduktu **B** s acetanhydridem vzniká přírodní biologicky aktivní látka **E**.

1. Napište schémata reakcí a) až d).
2. Z uvedených údajů a způsobů léčby odhadněte jakou chorobou trpěla Elisa.
3. Z jakých hub připravovala čarodějnice extrakt? Napište jejich účinnou složku **F**. Jaký je mechanismus působení látky **F** na člověka a jaký vztah má k vyléčení Elisy?
4. Jak se nazývá látka **E** a jakou má funkci v lidském těle?
5. Proč se nepoužívá k léčení této choroby přímo látka **E**, ale její analoga? Do které skupiny léčiv tato analoga (látka **D**) patří?
6. Látka **E** má velmi vysokou afinitu k jednomu důležitému enzymu, který má aktivní centrum tvořené dvěma postranními řetězci aminokyselin, kyselinou asparagovou a serinem. Jak se tento enzym nazývá a do jaké třídy enzymů patří? Nakreslete strukturním vzorcem, jak se látka **E** váže do aktivního centra enzymu. Jakým mechanismem štěpení látky **E** v aktivním centru enzymu probíhá?
7. Biologická důležitost tohoto enzymu byla zneužita při přípravě chemických bojových látek. Napište alespoň tři takové látky. V čem spočívá mechanismus jejich účinku? Pokuste se vymyslet, co způsobuje jejich toxicitu ve vztahu k aktivnímu centru enzymu.

Autorské řešení úloh 3. série**Úloha č. 1: Slavní chemici**

autor: Mario Babuněk

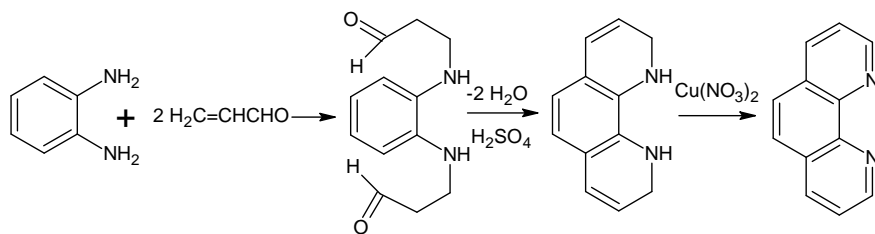
(7 bodů)

1.

chemik A – Zdenko Hans *Skraup*chemik B – Aleksandr *Arbuzov*chemik C – Ronald George Wreyford *Norrish*chemik D – Victor Francois Auguste *Grignard*chemik E – Richard August Carl Emil *Erlenmayer*chemik F – Sir Robert *Robinson*

Za každého správně uvedeného chemika 0,5 bodu, celkem 3 body.

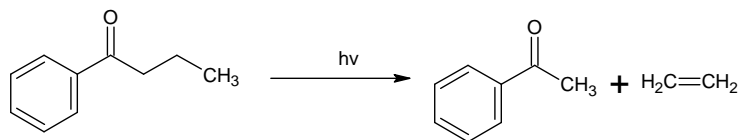
2. Reakce 1 – Skraupova syntéza



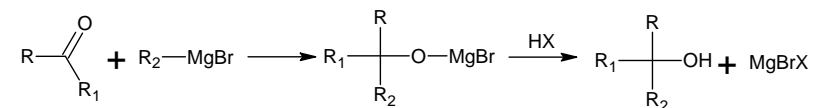
Reakce 2 – Arbuzovova reakce



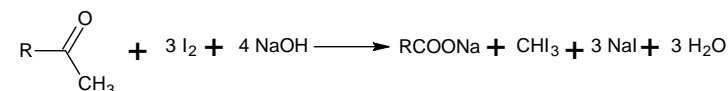
Reakce 3 – Norrishovo fotochemické štěpení



Reakce 4 – Grignardova reakce

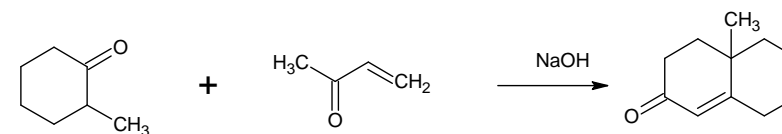


Reakce 5 – Erlenmayerova reakce (bývá často nazývána jako jodoformová)

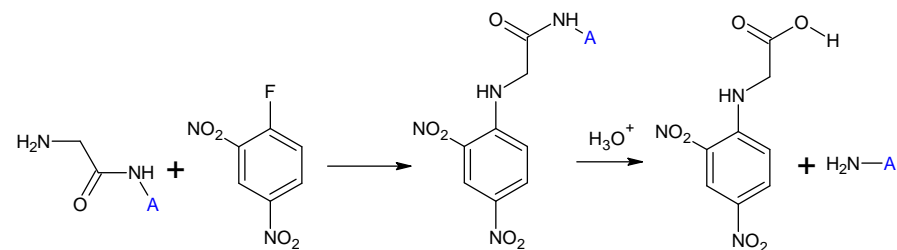


Kromě této reakce byla uznávána i Erlenmayer-Plochova azalaktonová syntéza.

Reakce 6 – Robinsonova anelační reakce



Za každou správně napsanou reakci 0,5 bodu, celkem 3 body.

3. Jméno biochemika **G** je Frederick **Sanger**.4. Sangerova identifikace *N*-koncové aminokyseliny (reakce 7).**A**-aminokyselinový řetězec

Sanger mimo jiné objevil také způsob sekvenace DNA.

5. Produkt reakce má žlutou barvu.

Otázka 1 – 3 body, 2 – 3 body, 3 – 0,2 bodu, 4 – 0,5 bodu, 5 – 0,3 bodu. Celkem 7 bodů.

Úloha č. 2: Po výbuchu**(8 bodů)**

autor: Václav Kubát

1. Zavřeme otvory pro přívod vzduchu, seženeme si sirky, jednu zapálíme. Až potom pustíme plyn a zapálíme kahan. V případě opačného postupu riskujeme, že se nám stane to, co Jardovi.

Poznámka: Při zapalování kahanu je nanejvýš vhodné se nad něj nenaklánět žádnou částí těla, neboť popáleniny jsou poměrně bolestivá zranění...

2. *Repetitio est mater studiorum.*

3. Li^+ – karmínově červeně

Na^+ – intenzivně žlutě

K^+ – fialově

Sr^{2+} – karmínově červeně

Ba^{2+} – zeleně

Za každý kation 0,25 bodu, celkem 1,25 bodu.

4. Mohl by potřebovat kobaltové sklíčko, protože fialové zbarvení plamene od draselných solí je kryto žlutým zbarvením sodných solí i při velmi nízkých koncentracích Na^+ (přítom v draselných solích jsou jako příměsi sodné soli prakticky vždy přítomné). Modré kobaltové sklíčko odfiltruje žluté zbarvení a fialový plamen je pak dobře identifikovatelný.

Za identifikaci kobaltového sklíčka 0,25 bodu a za zdůvodnění 0,5 bodu. Celkem 0,75 bodu.

5. Ion 1: H^+ (resp. H_3O^+)

A: AgCl

Ion 2: Cl^-

B: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

Ion 3: SO_4^{2-}

C: BaSO_4

Ion 4: Al^{3+}

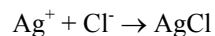
D: $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

Ion 5: Fe^{3+}

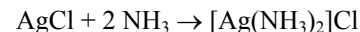
E: $\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Ion 6: Ca^{2+}

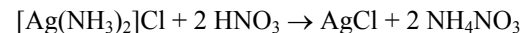
Vznik sraženiny A:



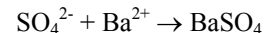
Rozpuštění sraženiny A:



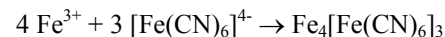
Okyselení HNO_3 :



Vznik sraženiny C:



Vznik sraženiny D:



Vznik sraženiny E:



Za každou rozpoznanou sloučeninu nebo iont 0,25 bodu, za každou vyčíslenou rovnicí po 0,3 bodu, celkem 4,55 bodu.

6. a) s thiokyanatanem (SCN^-) (triviálně rhodanid)

b) sraženina D: hexakynoželezitan železitý = berlínská modř



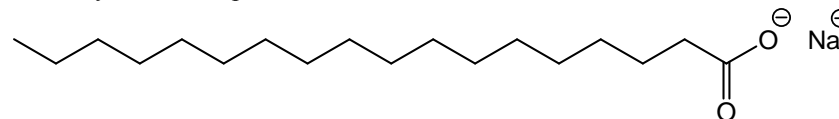
Část a) 0,25 bodu, část b) za oba názvy sraženiny D 0,35 bodu, za vzorec a oba názvy Turnbullovy modři 0,35 bodu, celkem 0,95 bodu.

Otázka 1 – 0,2 bodu, 2 – 0,3 bodu, 3 – 1,25 bodu, 4 – 0,75 bodu, 5 – 4,55 bodu a 6 – 0,95 bodu. Celkem 8 bodů.

Úloha č. 3: Myjete se?**(10 bodů)**

autor: Karel Berka

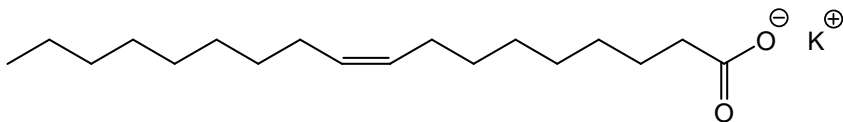
1. Například stearan sodný, obecně jde o sůl nasycené mastné kyseliny s alkalickým kovem, spíše sodnou.



Za určení názvu 0,2 bodu, za vzorec 0,3 bodu, celkem 0,5 bodu.

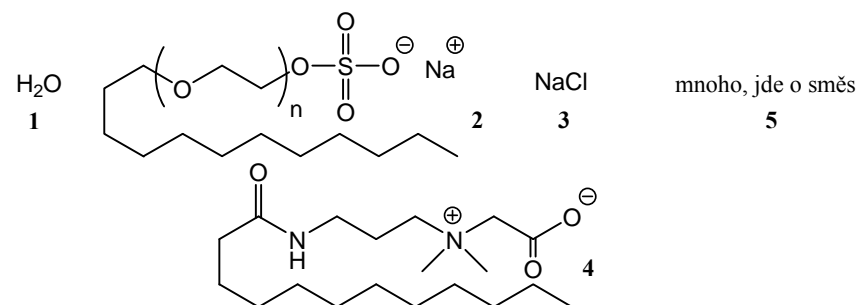
2. $3 \text{NaOH} + \text{CH}_2(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})-\text{CH}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})-\text{CH}_2(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}) \rightarrow$
 $\rightarrow 3 \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa} + \text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$

3. Původní tekutá mýdla byla roztoky obsahujícími hlavně olejan draselný. Nicméně dnešní tekutá mýdla mají více složek společných spíše se šampóny, než s původními mýdly. Obsahují tedy sice občas draselné soli vyšších mastných kyselin, ale především obsahují novější detergenty jako jsou alkyl sulfáty, případně alkyl ether sulfáty (např. náš známý Sodium Laureth Sulfate), jež jsou doplňovány antimikrobiálními fenolickými látkami, vůněmi, glycerolem, apod.

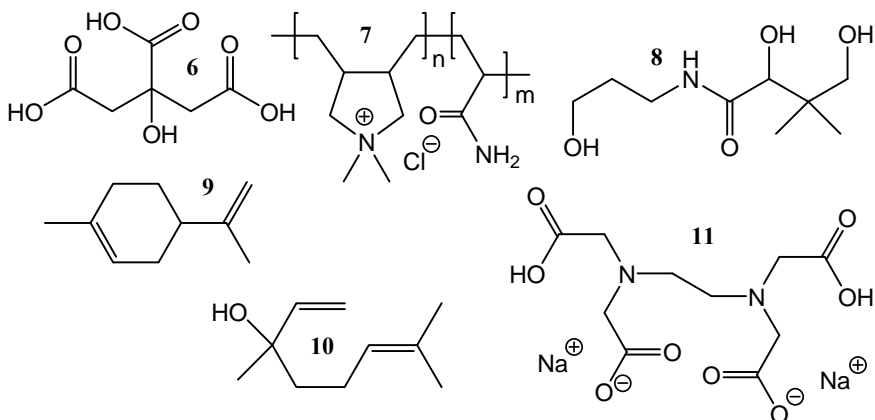


Za určení názvu 0,2 bodu, za určení vzorce 0,3 bodu, celkem 0,5 bodu.

4.



obecně $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_3[\text{N}^+(\text{CH}_3)_2]\text{CH}_2\text{COO}^-$ pro $n = 7, 9, 11, 13, 15$



Tabulka 1: Chemický popis látek v šampónech

látka	vzorec	název
Aqua	1	voda
Sodium Laureth Sulfate	2	n bývá 2 nebo 3, např. 2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethyl sulfát sodný
Sodium Chloride	3	chlorid sodný
Cocamidopropyl Betaine	4	2-(<i>N</i> -(3-(dodekanamido)propyl)- <i>N,N</i> -dimethylamonium) acetát
Parfum	5	mnoho
Citric Acid	6	2-hydroxy-1,2,3-propantrikarboxylová kyselina
Polyquaternium-7	7	kopolymer propenamidu s <i>N,N</i> -dimethyl- <i>N</i> -2-propenyl-2-propen-1-amonium chloridem
Panthenol	8	2,4-dihydroxy- <i>N</i> -(3-hydroxypropyl)-3,3-dimethylbutanamid
Limonene	9	4-isopropenyl-1-methylcyklohexen
Linalool	10	3,7-dimethylokta-1,6-dien-3-ol
Disodium EDTA	11	2,2'-(ethan-1,2-diylbis((karboxymethyl)imino)) diacetát sodný

Tabulka 2: Důvody použití a typy látek v šampónech

látka	důvod
Aqua	usnadňuje nanášení šampónu, odstraňuje polární nečistoty, rozpouštědlo
Sodium Laureth Sulfate	odstraňuje nepolární nečistoty tím, že je umožní rozpustit, detergent
Sodium Chloride	odstraňování polárních látek, regulátor viskozity a hlavní tvůrce iontové síly šampónu (Vyšší iontová síla je ovšem dráždivá!)
Cocamidopropyl Betaine	usnadňuje odstraňování nepolárních nečistot, jde o šetrný detergent, který nedráždí pokožku a má antiseptické účinky
Parfum	dodává vůni
Citric Acid	úprava pH, pufrční činidlo
Polyquaternium-7	zlepšuje interakci mezi záporně nabitými detergenty a záporně nabitými vlasy, elektrostatickou interakcí mezi jednotlivými kladně nabitými skupinami polymeru následně zvětšuje objem vlasů
Panthenol	ve vodě rozpustný vitamin skupiny B; v buňkách je metabolizován na kyselinu panthothenovou, která je součástí koenzymu A; je nutný pro metabolismus rychle se obnovujících buněk kůže a sliznic při hojení

Limonene	dodává vůni citrónů, případně jehličí, terpen, antiseptické účinky
Linalool	dodává vůni, terpen, baktericidní účinky
Disodium EDTA	tvoří komplexy s dvoumocnými ionty a tím je dovoluje odstranit. Především tím zabraňuje horším mycím účinkům tvrdé vody vychytáváním Ca^{2+} a Mg^{2+} kationtů

Za určení deseti látek po 0,25 bodu za sloupec, celkem 7,5 bodů.

5. IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) byla založena roku 1919 pro udržení celosvětových standardů a spolupráce v chemických vědách. Je autoritou pro chemické názvosloví a terminologii, atomové váhy, standardizované měřicí metody a jiná ověřovaná data (například chemické tabulky).

6. Ketokonazol je antimykotikum používané proti mykózám (napadení houbami) na povrchu pokožky.

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

Literatura

- Oriflame for Men, Frequent use
- Palmolive Naturals, Aloe vera, Normal hair
- Tania Naturals, březový
- Nizoral proti lupům
- Timotei Sensation, hrozny a citrón, mastné vlasy

Úloha č. 4: Novokain, lidokain, kokain (9 bodů)

autor: Richard Chudoba

1. Anestetika se používají jako znečítlivující látky. Kokain nalezl uplatnění jako anestetikum v očním lékařství a lékařství ušním, nosním, krčním.
2. Kyselost látky odpovídá hodnotě pK_a – čím nižší, tím kyselejší. Anestetika v pořadí podle vzrůstající kyselosti: novokain, kokain, lidokain. Jedná se o látku zásadité, neboť jejich pK_a ve vodném prostředí je větší než 7.
3. Jak se lze snadno přesvědčit (zlogaritmováním definičního vztahu disociační konstanty), při $\text{pH} = \text{pK}_a$ je látka právě z poloviny disociována, $\alpha = 0,5$. Dosazením tabelované hodnoty mobility do vztahu (5) platícího pro jednosytné zásadité látky spočteme hodnotu $\mu_{\text{eff}} = 12,9$ EU.

$$\mu_{\text{eff}} = (1 - \alpha)\gamma_{\pm}\mu_{\text{lim}} \quad (5)$$

4. pH acetátového pufru 1:1 je kyselé ($\text{pH} = 4,76$), takže všechna tři anestetika budou zcela protonizována. Separace tedy bude záviset jen na hodnotách jejich aktuálních mobilit, které jsou si vzájemně velice blízké (zejména u lidokainu a kokainu), a proto k separaci nedojde.
5. Hodnotu pH tris pufru můžeme spočítat z Hendersonovy-Hasselbalchovy rovnice (6), kde koncentrace $[\text{A}] = [\text{HA}^+] = 10$ mM. Nebo lze příklad řešit úvahou – tris je právě z poloviny disociován, pH proto musí odpovídat pK_a . Skutečně $\text{pH} = 8,08$.

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}]}{[\text{HA}^+]} \quad (6)$$

6. Abychom mohli spočítat efektivní mobilit, musíme znát stupeň disociace. Ten spočítáme úpravou definičního vztahu disociační konstanty (7). Vezmeme převrácenou hodnotu K_a a za $[\text{HA}^+]$ dosadíme z rovnice látkové bilance (8). Získáme vztah (9). Všimněme si zlomku $[\text{A}]_{\text{tot}}/[\text{A}]$, vždyť to je přece $1/\alpha$. Algebraickými úpravami dostaneme výsledný vztah (10), do kterého jen dosadíme a spočteme hodnotu stupně disociace a s její pomocí podle vztahu (5) i hodnoty efektivních mobilit – tabulka 2.

Tabulka 2: Hodnoty stupňů disociace a mobilit v tris 1:1 pufru

látka	α	μ_{eff} [EU]
novokain	0,087	21,1
lidokain	0,625	7,9
kokain	0,197	17,3

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}]}{[\text{HA}^+]} \quad (7)$$

$$[\text{A}]_{\text{tot}} = [\text{A}] + [\text{HA}^+] \quad (8)$$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a} = \frac{[\text{A}]_{\text{tot}}}{[\text{A}]} - 1 = \frac{1}{\alpha} - 1 \quad (9)$$

$$\alpha = \frac{K_a}{K_a + [\text{H}_3\text{O}^+]} \quad (10)$$

7. Podle hodnot mobilit spočtených v tabulce 2, lze přiřadit jednotlivým látkám píky. Pořadí píků podle vzrůstajícího migračního času (klesající hodnoty efektivní mobility): novokain, kokain, lidokain.

Poznámka: Někteří z vás při výpočtu s disociačními konstantami uvažovali vliv iontové síly na aktivní koeficienty. Z teorie (Debye-Hückel) plyne, že střední aktivní koeficient γ_{\pm} se vztahuje pouze k iontům s nábojem ± 1 . Elektroneutrální látky při koncentracích použitých v úloze mají aktivní koeficient roven přibližně 1.

Otázka 1 – 0,6 bodu, 2 – 0,9 bodu, 3 – 2,4 bodu, 4 – 1,2 bodu, 5 – 0,8 bodu, 6 – 2,4 bodu a 7 – 0,6 bodu. Celkem 9 bodů.

Poznámka: Programem PeakMaster [<http://natur.cuni.cz/gas>] lze spočítat hodnoty pH a efektivních mobilit přesněji – viz tabulka 3. Největší chybu v našem postupu způsobuje zanedbání vlivu iontové síly při výpočtech s disociačními konstantami.

Tabulka 3: Přesné hodnoty pH a μ_{eff} spočtené programem PeakMaster

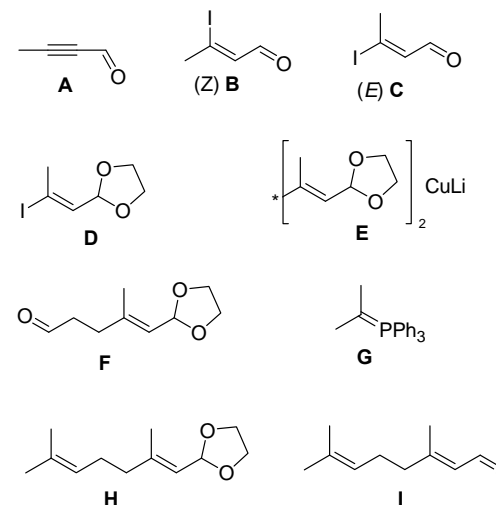
pufr	pH	μ_{eff} [EU]		
		novokain	lidokain	kokain
acetátový 1:1	4,72	22,7	20,6	21,0
tris 1:1	8,12	20,2	7,6	16,8

Úloha č. 5: Voňavá chemie

(10 bodů)

autor: Martin Kuchař

1.



Za každou látku 0,7 bodu.

- Vznikl konjugovaný systém, v tomto případě oxidace snadno probíhá i působením MnO_2 .
- Gilmanova činidla.
- Wittigova reakce, do reakční směsi se přidává aldehyd, který by s nadbytkem $n\text{-BuLi}$ mohl reagovat.

Otázka 1 – 6,3 bodu, 2 – 1,2 bodu, 3 – 1 bod a 4 – 1,5 bodu. Celkem 10 bodů.

Seriál – Přírodní látky s biologickou aktivitou IV

Autor: Martin Kuchař

Milí příznivci seriálu, v tomto díle budeme pokračovat v přehledu toxických látek a zaměříme pozornost na vyšší houby, konkrétně na jedy obsažené v jejich plodnicích. Rozdělíme si je podle účinku na lidský organismus při jejich požití.

Toxiny poškozující játra a ledviny

Amatoxiny a falotoxiny jsou bicyklické oligopeptidy jejichž hlavní cyklus je přemostěn cysteinem s indolem vázaným přes síru. Mezi amatoxiny patří **α -amanitin**, **β -amanitin**, **γ -amanitin**, **amanin** a další, mezi falotoxiny patří **faloidin**, **faloin**, **falacidin**. Jedy obojího typu jsou relativně rozpustné ve vodě a termostabilní, tj. odolné vůči kuchyňským úpravám. Tyto toxiny se rychle vstřebávají v tenkém střevě a krevním oběhem se dostávají k ledvinám (amanitin) a játrům (faloidin). Faloidin proniká do nitra hepatocytu, kde se váže na nitro-buněčné membrány, především na endoplasmatické retikulum. Postupně dochází k cytolyze hepatocytu. Nevstřebané toxiny a toxiny uvolněné z rozpadlých buněk přecházejí do žluče a s ním do dvanáctníku. V tenkém střevě se toxiny znovu vstřebávají a cyklus se opakuje. Amatoxiny (především α a β -amanitiny) napadají jádra nefrocytů a buněk ledvinových tubulů. Zde se specificky váží na enzym RNA-polymerázu II, což způsobuje útlum proteosyntézy. Vylučování toxinu ledvinami je minimální, jelikož amanitin je z glomerulárního filtrátu reabsorbován zpět do krevního oběhu.



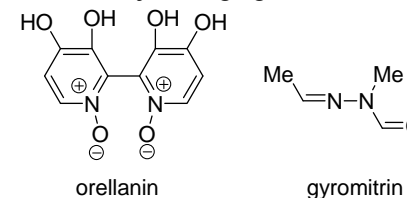
Jak amatoxiny, tak falotoxiny se vyskytují v muchomůrce zelené (*Amanita phalloides*) a v muchomůrce jízlivé (*Amanita virosa*). Otravy muchomůrkou zelenou, neboli otravy faloidiní patří k nejčastějším houbovým otravám u nás. Faloidiní toxiny se rychle absorbují z trávicího traktu, avšak první příznaky se projeví až po poškození většího počtu hepatocytů, tj. 8–48 hodin po konzumaci.



V první fázi dochází k narušení funkcí trávicí soustavy. Otrava se projevuje malátností, závratěmi, bolestmi hlavy a přechází v prudké zvracení a silné průjemy. Pokud postižený přežije, tyto příznaky vymizí a pacient se dostává do druhé fáze intoxikace. V 50 % případů se pacient uzdravuje, v těžších případech dochází během 3. až 4. dne k selhání jater nebo ledvin (popřípadě obojího). Při rychlém průběhu otravy smrt nastává 4. až 7. den po požití, při pomalejším mezi 8. až 12. dnem. Faloidiní otravy muchomůrkami se léčí výplachem trávicího traktu, podáváním vysokých dávek penicilinu G, který vytěšňuje amanitin ze sérového albuminu, a léky chránícími jaterní parenchym.

(LD₅₀ myš: faloidin 2–5 mg/kg, amanitin 0,3–0,4 mg/kg). K smrtelné otravě člověka stačí zhruba 50 g houby, přičemž jedna plodnice váží v průměru mezi 30 až 40 gramy.

Mezi toxiny poškozující játra patří také **gyromitrin**, izolovaný z hub ucháče obecného (*Gyromitra esculenta*) a ucháče obrovského (*Gyromitra giga*). Jedná se o těžký derivát hydrazinu. Otravy touto houbou jsou relativně časté, jelikož ucháč patří k prvním jarním houbám a často se zaměňuje za smrž. Příznaky se dostávají po 6–12 hodinách. První fáze otravy trvající 1–2 dny se projevuje únavou, bolestmi hlavy, závratěmi, nevolností, později doprovázené prudkým zvracením, bolestmi v oblasti žaludku a jater. V druhé fázi se dostaví žloutenka, játra jsou citlivá, zvětšená a tuhá. V těžkých případech může nastat až jaterní kóma – akutní dystrofie jater. Prognóza otravy je podobná jako u výše uvedené muchomůrky zelené, ovšem s nižší úmrtností (okolo 15 %). LD₅₀ gyromitrinu aplikovaného perorálně u králíka je 50 mg/kg.



Toxiny se specifickou afinitou k ledvinám (houbové nefrotoxiny)

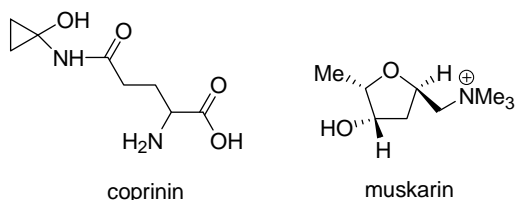


Zástupcem této skupiny je **orellanin**, který se vyskytuje v pavučinci plyšovém (*Cortinarius orellanus*). Orellanin je rozpustný ve vodě (v houbě se vyskytuje ve formě rozpustné sodné soli nebo jako nerozpustná protonovaná forma), je relativně termostabilní (rozklad při 150 °C) a zůstává i v sušené houbě. Průběh otravy je charakteristický velmi dlouhou dobou latence (nejčastěji týden, ale i 3 týdny). Lehká forma se projevuje postižením ledvinových tubulů. Příznaky střední formy jsou žízeň, nutkání k močení, bolesti hlavy, břicha a zad, nevolnost, zvracení a zácpa. Časté močení přechází ve snížené vylučování, v moči se objevují bílkoviny. Tento stav trvá až 3 týdny. Těžká forma se projevuje zánětem ledvin (nephritida) a různými nekrotizacemi ledvin.

Muskarin

Jedná se o toxický amin, který se vyskytuje v řadě hub, například strmělce bělostné (*Clitocybe candicans*), dále vláknici načervenalé známé také jako vláknice Patouillardova (*Inocybe patouillardii*) a muchomůrce červené (*Amanita muscaria*). Tento toxin se váže na muskarinové receptory (M-receptory) parasymptiku (nervová vlákna vycházející z míchy, část autonomního nervstva)

a způsobuje jejich stahy. Smrtné otravy jsou popsány především při požití vláknice načervenalé, která je poměrně statná a obsahuje velké množství toxinu (minimálně 100x více než např. muchomůrka červená). Doba latence se pohybuje mezi 15 až 30 minutami, maximálně může trvat 2 hodiny. Objevuje se nevolnost, mlhavé vidění, pocení (studený pot), bledost, slinění, slzení, poruchy srdečního rytmu, může se objevit bolest břicha, průjem a zvracení, těžké dýchání astmatického typu. Nápadné je zúžení zorniček, až na velikost špendlíkové hlavičky. Smrt může nastat především zhroucením krevního oběhu. Projevem účinku na M-receptory je slabost až třes svalstva, víček, jazyka a tonicko-klonické křeče při plném vědomí. Úmrtnost se pohybuje okolo 10 %. Léčba je poměrně jednoduchá – podání atropinu. LD₅₀ muskarinu je 7,5.10⁻⁴ g/kg.



Antabusový syndrom

Velice zajímavé je působení látek obsažených v hnojníku inkoustovém (*Coprinus atramentarius*) a v hnojníku třpytivém (*Coprinus micaceus*). Z obou hub byla izolována látka nazvaná coprinin, která se v těle hydrolyzuje na 1-aminocyklopropanol a cyklopropanon. Tyto látky jsou selektivním inhibítorem alkohol dehydrogenasy. K otravám tedy dochází pouze v případě společné konzumace těchto hub a alkoholu. K otravám může dojít i po několika dnech od požití hnojníků. Průběh otravy je stejný, jako když se pacient, který se léčí z alkoholismu antabusem, napije alkoholu; tedy nevolnost, silné bolesti hlavy, třes. V některých zemích se také místo antabusu používá coprinin.

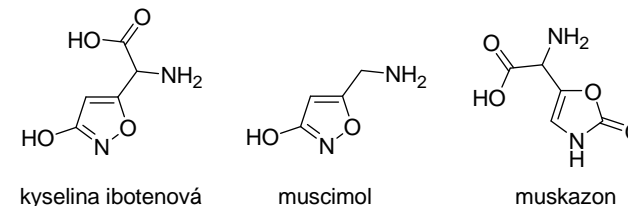
Halucinogenní toxiny

V této kapitole se budeme zabývat látkami obsaženými v některých houbách, které mají přímý vliv na CNS a vyvolávají různé změněné stavy vědomí popřípadě halucinace. Řada těchto hub je také pro tyto účely zneužívána, před čímž je třeba důrazně varovat.



Ve starověké Indii byla muchomůrka červená nazývána *sómou*, byla ztělesněním boha a dostávalo se jí veliké úcty. Byla v sušeném stavu pojídána při náboženských obřadech nebo se z ní připravovaly výluhy. Její halucinogenní účinky byly ve starověku hojně využívány i na Sibiři, severní Evropě a mezi americkými indiány. V novověké literatuře se s ní můžeme setkat například v knize Alenka v říši divů.

Aktivní látky v muchomůrce červené, které působí na CNS, lze podle struktury rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou bazické sloučeniny jako cholin, acetylcholin, **muskarin** a muskaridin. Z nich nejúčinnější je muskarin přítomný v množství 0,0002 %. Tyto složky se však uplatňují pouze v začátku intoxikace. Později se začne projevovat druhá skupina látek, což jsou heterocyklické sloučeniny jako **kyselina ibotenová**, **muscimol** a **muskazon**. Kyselina ibotenová se vyskytuje v muchomůrce červené v množství 0,03–0,1 %, je však nestálá a snadno dekarboxyluje na muscimol.



Vylučování kyseliny ibotenové močí je rychlé, většina je vyloučena v nezměněné formě do 90 minut od konzumace. Je zajímavé, že vrchol intoxikace nastává až po vyloučení většiny kyseliny ibotenové z organismu. Muscimol se vyloučí močí asi za 6 hodin. Vzhledem k nápadnému zbarvení muchomůrky červené dochází k neúmyslným otravám zřídka. Mnohem častější jsou otravy při experimentech s jejími halucinogenními vlastnostmi. Otrava je v první fázi stejná jako u „muskarinových“ hub ovšem postižený je ve zvláštní excitované náladě. V další fázi dochází k halucinacím doprovázenými křečemi, svalovými záškuby, časté jsou pocity létání, mimořádně ostré vidění. V posledním stádiu postižený upadá do hlubokého spánku připomínajícím kóma, dochází ke snížení tlaku a zvýšené nervosvalové citlivosti. Po 24 hodinách se pacient většinou probouzí. Úmrtnost je okolo 5 %. LD₅₀ myš: muskarin *i.v.* 0,23 mg/kg, muscimol *s.c.* 3,8 mg/kg, muscimol *p.o.* 45 mg/kg, kys. ibotenová *i.v.* 15,4 mg/kg, kys. ibotenová *p.o.* 38,1 mg/kg. Práh projevu toxických účinků u člověka je 6 mg muscimolu, 30–60 mg kyseliny ibotenové, což může být obsaženo již v jedné plodnici této muchomůrky.

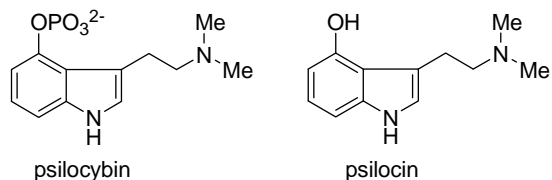
Psilocybinové houby



Do této skupiny patří rod lysohlávka, například lysohlávka česká (*Psilocybe bohemica*), lysohlávka kopinatá (*Psilocybe semilanceata*), lysohlávka modrající (*Psilocybe cyanescens*), lysohlávka tajemná (*Psilocybe arcan*), dále rod čepičatky (*Conocybe*), rod kropenatec například kropenatec lemovaný (*Panaeolus subbalteatus*), rod límcovky (*Stropharia*) a celá řada dalších rodů.

Jedná se o houby, které byly součástí tradičních šamanských obřadů Aztéků a Mayů. Indiáni lysohlávkám říkali *Teonanacatl* (maso bohů) a byly pro ně posvátné. Příchodem křesťanských misionářů byly tyto houbové obřady postupně zakázány. Původní indiánský odkaz využití těchto hub k sebepoznání a rozvoji intuice se vytratil a v současné době se tyto houby staly předmětem zájmu zneužití jako halucinogenní drogy bez hlubšího pochopení jejich významu pro člověka.

V těchto houbách se vyskytují dvě psychoaktivní láky – psilocybin a psilocin. Psilocybin je relativně stálý a jeho obsah v houbách kolísá od 0,2–0,6 % v suché dužnině. Oba alkaloidy jsou podobné neuromediátoru serotoninu, jenž také při intoxikaci zastupují. Aktivní dávka psilocybinu pro člověka při podání ústy je 10 mg. Po konzumaci hub vzniká v organismu psilocin defosforylací psilocybinu účinkem alkalické fosfatasy. Z organismu je vyloučen psilocybin a jeho metabolity během 8 hodin z 80–85 % (moč asi 65 %, stolici asi 15–25 %). Zbytek se ukládá v tukové tkáni a postupně se vylučuje během dalšího týdne. Asi 25 % psilocybinu se vylučuje močí ve formě psilocinu.



Přestože je akutní toxicita těchto hub nízká, nebezpečí spočívá ve způsobených úrazech při intoxikaci a změněném vnímání reality, například snaha proletět se z 6. patra paneláku. Dalším nebezpečím je propuknutí skrytých psychických chorob.

– pokračování příště –

Literatura:

- Jedovaté houby: Kubička J., Erhartová M., 1980, Avicenum, Praha
- Otravy jedovatými houbami: Javorník P., 2002, Veda, Bratislava
- www.biotox.cz
- www.jedhouby.crolink.cz
- vyhledávač SciFinder, určení chemických struktur

Poděkování:

Řada údajů byla převzata ze serveru biotox.cz se souhlasem spoluautora stránek Jiřího Kysilky (Herbyho).