



Korespondenční seminář inspirovaný chemickou tematikou

Ročník 2 (2003/2004)

Série 2



Korespondenční seminář
probíhá pod záštitou
Fakulty chemické technologie VŠCHT Praha
166 28 Praha 6, Technická 5

Vážení a milí!

Od vydání první série se změnila spousta věcí. Vás řešitelů se příliš nedotknou, ale pro nás (autory a organizátory) jsou nesmírně důležité. Během minulých měsíců jsme totiž zvládli vyřídit spoustu věcí. Přírodovědecká fakulta UK nám slíbila finanční podporu, takže se z VŠCHT přesuneme od nového kalendářního roku pod PfF UK. S VŠCHT ale rozhodně spolupráci nekončíme. Na VŠCHT bude opět v červnu probíhat soustředění KSICHTu. Ta nejdůležitější věc, co se pro Vás řešitele změní, je adresa, na kterou budete zasílat svá řešení. Vzpomeňte si na to, až budete odesílat svá řešení další, tj. až 3. série! Ale nebojte, my Vám to stejně připomeneme. Jistě Vás také potěší, že jsme pro Vás získali peníze na věcné ceny. Máte se na co těšit. V příloze najdete jistě netrpělivě očekávanou výsledkovou listinu. A nejste-li s ní spokojeni, nevěste hlavu (nedejte se!), máte ještě tři série k tomu, abyste se protáhli na nejvyšší stupínky.

A nyní již k úlohám, které na Vás čekají. Jistě mnohé z Vás zajímají tajemná označení látek v potravinách, třeba E330. Nyní máte šanci poodhalit roušku tajemství a podívat se těmto látkám na zoubek. V další úloze se podíváte hluboko do buňky a snad ji zachráníte před zlým patogenem. Pokud jste v dětství rádi vybarvovali omalovánky, pak budete třetí úlohou přímo nadšeni. Připravte si tedy barvičky a s chutí do toho! Na své si přijdou i šachoví nadšenci, jen šachovnici vymění za periodickou tabulku. Pojd'te si „zaskákat“ koněm a vyřešte tak tuto velmi zajímavou úlohu. No, a v poslední úloze se setkáte s dalším z Aristotelových živlů, a to s ohněm. Poznáte jeho sílu a moc. Seznámíte se nejen s tepelnou elektrárnou, ale i s pestrobarevnými plameny a dokonce i s antihmotou. Nevěříte? Tak se pojd'te přesvědčit!

Těším se na další setkání ve třetí sérii. Za autory a organizátory Vám přeji veselé Vánoce a šťastný nový rok.

Pavel Řezanka

A pro ty, kteří KSICHT vidí poprvé:

Milí přátelé chemie a přírodních věd vůbec!

To, co se Vám právě dostalo do rukou, je zadání KSICHTu, Korespondenčního semináře inspirovaného chemickou tematikou. KSICHT pro Vás, středoškolské studenty, již druhým rokem organizují studenti VŠCHT a Přírodovědecké fakulty UK.

Jak KSICHT probíhá?

Korespondenční seminář je soutěž, při níž si Vy (řešitelé KSICHTu) dopisujete s námi (autory a organizátory) a naopak. Na Vás je poslat nám řešení zadaných úloh, nám přísluší vše opravit a ohodnotit (při čemž si často neodpustíme sáhodlouhý komentář) a poslat Vám je zpátky s příloženým autorským řešením a pěti úlohami další série. To všechno se za celý školní rok čtyřikrát opakuje. Ti z Vás, kteří nástrahami úloh projdou nejlépe, budou pak za odměnu pozváni na týdenní odborné soustředění a na ty úplně nejlepší čekají věcné ceny.

Jaký by měl být řešitel KSICHTu?

Řešitelé KSICHTu jsou „obyčejní“ studenti střední školy vyznačující se však tou zvláštností, že je baví chemie. Patříte mezi ně? A máte chuť si zasoutěžit a přitom se i něčemu naučit? Neváhejte! KSICHT je tu právě pro Vás. Už se těšíme na Vaše řešení!

Jaké úlohy na Vás čekají?

Úlohy se týkají různých odvětví chemie a snažíme se, aby si v nich každý z Vás přišel na své. Jsou tu úlohy hravé i pravé lahůdky, jejichž vyřešení už dá práci. Nechceme jen suše prověřovat Vaše znalosti, procvičíte si i chemickou logiku. Pokud nezvládnete vyřešit všechny úlohy, vůbec to nevádí, byli bychom moc rádi, kdybyste si z řešení úloh odnesli nejen poučení, ale hlavně abyste se při řešení KSICHTu dobře bavili. Jak se nám naše snažení daří, to už musíte posoudit sami.

KSICHT Vám přináší s každou sérií i seriál, čtení na pokračování. V letošním ročníku na Vaše přání o **omamných látkách**. Dozvíte se spoustu zajímavých a užitečných informací, které pak můžete použít nejen při řešení úloh KSICHTu, ale i při dalším studiu chemie. A čemu by se seriál měl věnovat v příštím ročníku? Pište nám své tipy!

Jak se tedy můžete stát řešiteli KSICHTu?

Není nic jednoduššího! Stačí jen na adresu

KSICHT
Fakulta chemické technologie VŠCHT Praha
Technická 5, 166 28 Praha 6

(nebo v elektronické podobě na ksicht@iglu.cz) zaslat řešení dále uvedených úloh. Kromě toho ovšem o **nováčcích** v řadách řešitelů potřebujeme vědět některé informace, které uveďte na zvláštní papír:

Jméno a příjmení, kontaktní adresa, e-mail, přejete-li si dostávat zadání elektronicky, **škola**, na níž studujete, a **ročník**, ve kterém studujete – studenti víceletých gymnázií, uveďte prosím ročník čtyřletého gymnázia, který je ekvivalentní tomu Vašemu.

Prosíme Vás, abyste pokud je to jen trochu možné, provedli registraci po internetu (<http://ksicht.iglu.cz/prihlaska.php>) a nikoli poštou. Velmi nám tím usnadníte papírování.

Každou úlohu vypracujte na zvláštní papír, uveďte Vaše jméno, název a číslo úlohy! Každou úlohu totiž opravuje jiný člověk. Řešení pište čitelně, vězte, že nemůžeme považovat za správné něco, co nelze přečíst.

Do řešení také pište všechny Vaše postupy, kterými jste dospěli k výsledku, neboť i ty bodujeme. Uveďte raději více než méně, protože se může stát, že za strohou odpověď nemůžeme dát téměř žádné body, ačkoli je správná.

KSICHT na internetu

Informace o semináři, zadání a řešení úloh všech sérií (samozřejmě ne řešení aktuální série), průběžné výsledky a nejnovější informace (např. i errata tištěné podoby série) můžete nalézt na internetu na adrese <http://ksicht.iglu.cz>. Zde naleznete i kontakty na nás, autory úloh. Neváhejte se na nás kdykoli obrátit, jsme tu pro Vás. Úlohy na internetu jsou obohaceny o barevné obrázky a o užitečné odkazy, které se Vám budou při řešení jistě hodit.

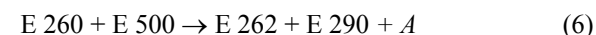
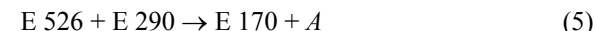
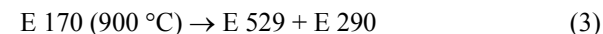
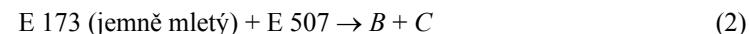
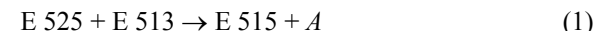
2. série úloh 2. ročníku KSICHTu

Série bude ukončena **19. 1. 2004**, úlohy je třeba odeslat nejpozději v tento den (rozhoduje datum poštovního razítka).

Úloha č. 1: Éčka**(5 bodů)**

autor: Pavla Spáčilová

U regálů v supermarketech můžete vidět jedince, kteří pilně studují složení nabízených potravin. Nepatříte-li mezi ně, vězte, že z etiket byste měli vyčíst nejen to, že se jedná o rajčatový protlak. Každý obal musí nést informace o složení výrobku, minimální trvanlivosti, vhodném skladování atd. Jen to složení bývá mnohdy zašifrované: E 500, E 525, E 260... V této úloze se za tajemnými éčky skrývají látky pro každého chemika důvěrně známé. Není divu, učí se o nich i žáci na základní škole! I my si s nimi zkusíme několik reakcí.



- Vaším úkolem je identifikovat látky, které vystupují v reakcích uvedených výše. Náповědou necht' vám jsou jejich charakteristiky, které jsou uvedeny v tabulce 1.
- Látky, jako jsou síran hořečnatý (E 518) nebo chlorid amonný (E 510), se v zemích EU v potravinářství používat nesmějí. Proč je ale E 330 (vyrábí se z 1,3-dichlorpropanonu a nalezneme jej ve zmrzlině či konzervované zelenině a ovoci) stále povolena, přestože se šíří zprávy o jejích karcinogenních účincích?

Tabulka 1. Charakteristiky éček

Látka	Charakteristika
E 170	používá se k barvení žvýkaček (bílá), regulátor kyselosti v tvarohu, mnoho jej naleznete např. v Moravském krasu
E 173	používá se k barvení povrchu dražé a cukrovinek (stříbrná), mluví se o něm v souvislosti s Alzheimerovou chorobou
E 260	přidává se do marinád, prostředek pro zvýšení kyselosti, vyrábí se z lihu pomocí mikroorganismů
E 262	přidává se do chleba, sůl s $M_r = 82,0346$
E 290	přidává se do sodovek či perlivých vín, nehoří
E 500	kyprící prostředek, přidává se do šuměnek, v USA se ho vyrobí 200 000 tun ročně
E 507	používá se k získávání cukru z kukuřičného škrobu, nalézá se i v žaludku
E 513	užívá se při výrobě glukózového sirupu a modifikovaného škrobu, průmyslově se vyrábí kontaktním nebo nitrosním způsobem
E 515	prostředek k udržení pevnosti, regulátor kyselosti, sůl o $M_r = 174,2634$
E 525	používá se při výrobě instantního čaje a draselného mýdla
E 526	používá se při zpracování mléka, jeho vodná suspenze vypadá jako mléko
E 529	používá se při výrobě pitné vody, musí se skladovat v suchu
A	hlavní složka nejen kyselého deště
B	sůl, kterou Lewis nazval kyselinou
C	má teplotu varu $-252,6\text{ }^\circ\text{C}$ a teplotu tání $-259,2\text{ }^\circ\text{C}$

Úloha č. 2: Šifra II**(6 bodů)**

autor: Karel Berka



Možná si vzpomenete, jak v minulém ročníku hrdinný dešifrátor a detektiv RNA-polymerasa dešifroval molekulární vzkaz

KSICHTVASVITASTop.

Bohužel od té doby, kdy náš dešifrátor dal původní mRNA reverzní transkriptase k uložení do DNA, šlo již všechno od desíti k pěti. Při nedávném opětovném přepisu zjistil, že v DNA došlo k několika mutacím a dešifrováním vzniklého vzkazu (mRNA) mu vyšla zmatená bílkovina

KSICHTDAVSITASTop.

Pomozte mu nalézt a odstranit chyby.

1. Vytvořte jednu z pravděpodobných verzí zmutované mRNA.
2. Nalezněte v ní všechny mutace oproti původní mRNA.

3. Tyto mutace pojmenujte.

4. Vypracujte o tom všem přehlednou zprávu pro imunitní bezpečnostní systém buňky (tj. pro mě :o) . Velmi dobrý tip z laboratoře molekulární biologie: pro přehlednost uvádět G (guanin) jako g.

Úloha č. 3: Omalovánka**(6 bodů)**

autor: Helena Handrková, Jiří Kysilka, Pavla Spáčilová

Připravte si pastelky, budeme kreslit! Budete potřebovat červenou, modrou, zelenou, žlutou, růžovou, fialovou a hnědou. Bílou a bezbarvou hledat nemusíte, stačí, když jejich místa necháte nevybarvená. Na obrázku jsou plochy, určené k vybarvení, označeny čísly. V případě neoznačených plošek je výběr barvy ponechán vaší tvořivosti, nebo je z kontextu jasné, jakou barvu byste měli použít.

1. A jaké barvy mají jednotlivé pastelky?

Pastelka 1 má barvu přírodní formy sulfidu rtuťnatého.

Pastelka 2 má barvu sraženiny, která vznikne po slítí sulfidu sodného a síranu manganatého.

Pastelka 3 má barvu sraženiny, která vznikne okyselením roztoku manganu draselného.

Pastelka 4 má barvu sraženiny, která vznikne okyselením roztoku dusičnanu olovnatého kyselinou sírovou.

Pastelka 5 má barvu sraženiny, která vznikne slitím roztoku měďnaté a arsenité soli.

Pastelka 6 má barvu roztoku, vzniklého rozpuštěním mědi v kyselině dusičné.

Pastelka 7 má barvu roztoku, vzniklého za varu reakcí manganaté soli s peroxodisíranem sodným.

Pastelka 8 má barvu sraženiny, která vznikne slitím roztoků dusičnanu olovnatého a jodidu draselného.

Pastelka 9 má barvu roztoku, vzniklého přidáním roztoku fluoridu k thiokyanatanovému komplexu železité soli.

Ted' už můžete obrázek, který naleznete v příloze, vybarvit! Pozor, abyste nepřetahovali! Hodnotit budeme zejména celkový umělecký dojem (jako v krasobruslení). Doporučujeme Vám, abyste si obrázek okopírovali, abyste, pokud něco zkažete, nemuseli gumovat a kazit tak estetický dojem.

2. Tak jak se Vám Vaše dílko povedlo? Pořádně si ho prohlédněte, abyste byli schopni odpovědět následující otázky:

- Čímpak si to naše milá chemička potřísnila ruku?
 - kyselinou dusičnou
 - manganistanem draselným
 - dusičnanem stříbrným
- Čímpak si chemička potřísnila plášť?
 - manganistanem draselným
 - kyselinou sírovou
 - čajem Lipton®
- Jakýpak krystalek jí to zapadl do kahanu?
 - krystalek chloridu lithného
 - krystalek chloridu měďnatého
 - krystalek azidu olovnatého
- Jakápak reakce probíhá ve zkumavce?
 - reakce koncentrovaného amoniaku s jodem
 - reakce koncentrované kyseliny chlorovodíkové s oxidem manganičitým
 - reakce koncentrované kyseliny sírové s bromidem draselným
- Jakoupak to prováděla titrací?
 - chelatometrické stanovení mědi
 - jodometrické stanovení mědi
 - jodometrické stanovení kyseliny askorbové
- Naše chemička je
 - pravačka
 - levačka

3. Najděte na obrázku všechno laboratorní náčiní a nádoby a pojmenujte jej.

4. A na závěr na obrázku zkuste nalézt co nejvíc prohřešků proti bezpečnosti a chemické logice. Měli byste jich najít alespoň deset, ale ti všímavější z Vás jich určitě objeví více.

Úloha č. 4: Spanilá jízda periodickým systémem (15 bodů)

autor: Zbyněk Rohlík



Krok šachového koně dává této figuře velkou moc proklouznout sevřenými šiky nepřátel a zjevit se v obzvláště choulostivém místě nepřítelova postavení. Zaměňme na chvíli čtyřiašedesát černo–bílých polí za periodickou tabulku prvků, pro pohodlí zbavenou vnitřně přechodných prvků a slepenou mezi VIII.A a I.A skupinou. Vaším úkolem je odhalit prvky skryté pod písmeny **A–Z**, a to jak ty, jejichž totožnost je více či méně zřejmá ze strohé informace o vlastnostech chemických respektive fyzikálních, o použití nebo objevu, tak i tajemné prvky **X**, **Y** a **Z**, u kterých informace poskytnuty nejsou.

Každému písmenu odpovídá právě jeden prvek.

Začneme dle libosti na prvku **X** nebo **Y** (není yttrium!) a pokračujeme komoňmo dál a dál:

- kov s vysokou teplotou tání, jen obtížně čistitelný od lehčího homologu, kterému je mimořádně chemicky i fyzikálně podobný;
- prvek tvoří stálý paramagnetický oxokation; hydratovaný síran tohoto oxokationtu je modrý;
- tvoří s cínem a alkalickými kovy kovově zbarvené nestechiometrické sloučeniny, oxoanionty tohoto prvku nemají oxidační účinky;
- prvek byl připraven v roce 1984, v roce 2002 bylo dokázáno, že tvoří těkavý oxid MO_4 ;
- sloučeniny tohoto uměle připraveného prvku (1937) našly uplatnění v nukleární medicíně;
- papír napuštěný mj. roztokem chloridu dvojmocného prvku lze užít k „měření“ vzdušné vlhkosti (mění barvu);
- oxid a uhličitán tohoto prvku se používají v organické syntéze, za zmínku stojí i jisté činidlo užívané v chemii sacharidů;
- hydroxid jednomocného prvku je silná báze, chlorid je jen málo rozpustný ve vodě;
- CH** prvek nebyl alchymisty uznán za kov, je obsažen v dávivém vinném kameni;
- se používá jako náplň některých teploměřů;
- ???

Na prvku Z nás překvapila soupeřova dáma, o koně jsme bohužel přišli. Protivník dámou utekl hluboko zpátky a zdržel tak náš postup, našťastí si ale nevšiml našeho druhého jezdce schovaného v záloze. S ďábelským šklebem mohli jsme tedy jeho dámu sebrat a pokračovat dále ze stejného pole, na které dáma utekla (prvek **J**):

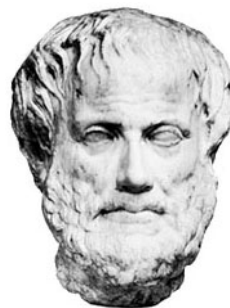
- J** kov používaný například na kulky, jako závaží či pro ražbu mincí (Rusko - 19/20 stol.);
- K** je pojmenován podle vlasti objevitele, vystupuje hlavně jako dvoj- a trojmocný;
- L** jedna ze sloučenin způsobila pronikavé zbohatnutí jakéhosi pana Monda;
- M** ve sloučeninách preferuje jeden oxidační stav, jeho sloučeniny jsou jedovaté;
- N** sloučeniny tohoto prvku se používaly jako bílý, žlutý a oranžovočervený pigment;
- O** prvek je pojmenován po zemi, jeho organické sloučeniny zapáchají po myšíně;
- P** za normálních podmínek plyn;
- Q** použití sloučenin: léčiva, pigmenty, bojové látky;
- Z** ???
- R** má výrazný sklon k homokatenaci;
- S** fluorid dvojmocného prvku je silné fluorační činidlo;
- T** tvoří s mnoha prvky sloučeniny v jejich nejvyšších oxidačních stavech;
- U** má mnoho různobarevných alotropických modifikací;
- V** v přírodním zastoupení obsahuje dva izotopy molárně cca 1:1;
- W** je snadno identifikovatelný podle výrazného dubletu v atomovém emisním spektru ($16\,978$ a $16\,961\text{ cm}^{-1}$);

Došedše na **W** s úžasem zjišťujeme, že následujícím skokem naší figury se můžeme dostat zpět na **X** nebo **Y**.

Úloha č. 5: Aristotelovy živly: Oheň

(17 bodů)

autor: Richard Chudoba, Zbyněk Rohlík



Aristoteles (384–322 př. n. l.) se narodil v Stageře v Thrakii. Jako mladík se vypravil do Athén, kde se stal žákem Platónovým. Sám později učil a vychovával mimo jiné i Alexandra Makedonského. Aristoteles patřil k nejvýznamnějším filosofům starověku. Podařilo se mu obsáhnout veškeré vědění své doby. Zabýval se přírodními vědami, kde se pokoušel vysvětlit podstaty mnoha jevů. Vyslovil myšlenku, že předmět je dán látkou, tvarem, činnou příčinnou a účelem. Vlastnosti látky pak určuje zastoupení čtyř živlů – vody, vzduchu, země a ohně. Tyto živly vznikají kombinací dvojice protikladů. Oheň představuje sucho a teplo, země sucho a chladno, vzduch vlhko a teplo a voda vlhko a chladno. Existoval ještě pátý živel (éter), který se vyskytoval až za hranicemi sublunární sféry. Každému živlu přiřadil jedno platónské těleso. Ohni příslušel čtyřstěn.

Dejme látce tvar!

Tentokrát látka o tvar spíše přijde, neb bude přeměněna v energii.

Lidé se naučili získávat energii z plamene už v době kamenné. Oheň pak sloužil jako největší zdroj energie po desítky tisíc let. Teprve v polovině minulého století se lidstvu podařilo ovládnout mocnější zdroj energie – jádro atomu. Nejprve se jádro naučili štěpit a zanedlouho poté provedli první jadernou fúzi výbuchem termonukleární bomby. V současnosti se pracuje na způsobu, jak provést řízenou jadernou fúzi a tím vyřešit energetické potřeby lidstva. Nejvíce energie se uvolní anihilací hmoty. K ní ale dochází jen ve výzkumných centrech (např. CERN), kde se zkoumají vzniknuvší částice. Přitom se uvolňuje energie v řádech MeV až GeV.

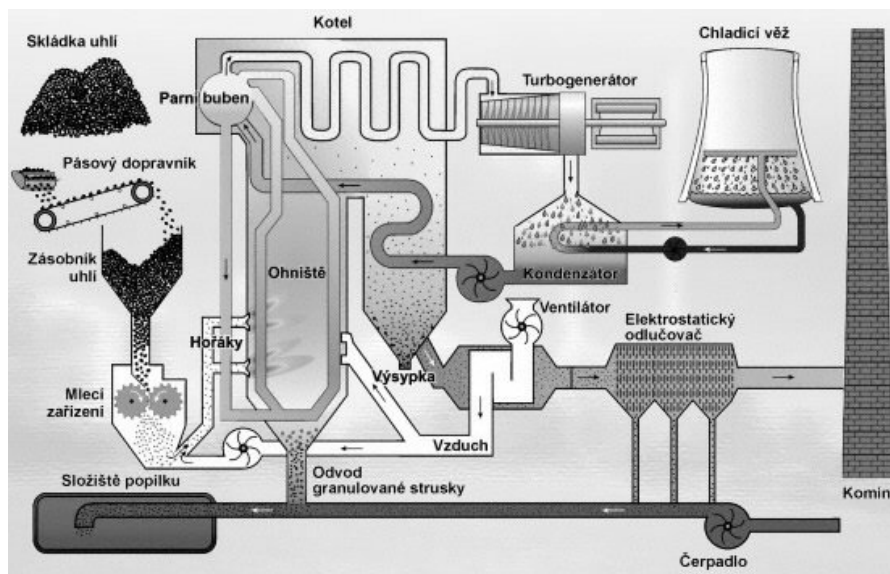
1. Kdy a kde došlo k prvnímu řetězovému jadernému štěpení způsobenému člověkem? Kdy a kde poprvé vybuchla první termonukleární bomba?
2. Kolik energie se získá
 - a) spálením 1 g vodíku ^1H na kapalnou vodu,
 - b) štěpnou reakcí 1 g uranu ^{235}U ,
 - c) jadernou fúzí 1 g vodíku ^1H ,
 - d) anihilací 1 g vodíku (^1H) s 1 g anti-vodíku (anti- ^1H)?

3. Jakou část z celkové energie skryté v hmotě to představuje? Jaké množství vodíku by se muselo spálit, aby se uvolnilo stejné množství energie?

Potřebná data a reakce naleznete na konci úlohy.

Ptejte se na účel!

Elektrárna Chvaletice se nachází v Polabí nedaleko železniční trati Praha-Česká Třebová. Tvoří ji čtyři 200MW bloky. Schéma bloku tepelné elektrárny naleznete na obrázku 1. Každý blok obsahuje kotel, kde se spaluje severočeské hnědé uhlí s výhřevností 10,6 GJ/t. Teplota v kotli dosahuje až 1300 °C. Voda o teplotě 200 °C se tak přeměňuje v páru o teplotě 535 °C a tlaku 16,8 MPa. Ta pak roztáčí turbogenerátor, který vyrábí elektřinu. Pára z kondenzuje na vodu o teplotě 200 °C a cyklus se opakuje. Kotle dokáží vyrobit až 655 tun páry za hodinu, což představuje 88% účinnost. Teplo získané spálením uhlí se „recykluje“. Vzduch a uhlí vstupující do kotle mají teplotu 100 °C a spalinový plyn opouštějící 300 °C. Teplota chladicího okruhu se pohybuje okolo 80 °C.



Obrázek 1. Schéma tepelné elektrárny (převzato ze vzdělávacích materiálů ČEZ, a.s.)

I lidský organismus je továrna produkující energii. Průměrný denní výdej těžce pracujícího jedince je asi 15 MJ. Pro zjednodušení se náš jedinec bude živit jenom glukosou, kterou dokonale zužitkuje.

1. Jaká je účinnost elektrárny? Předpokládejte, že výkony jednotlivých částí jsou dimenzovány odpovídajícím způsobem.
2. Vypočtete (odhadněte) nejvyšší teoretickou účinnost takto konstruované elektrárny! Ku pomoci necht' jsou vám termodynamické zákony. Nezapomeňte svůj odhad zdůvodnit.
3. Probíhají v kotli (po spálení uhlí) a v chladiči vratné, nebo nevratné děje? Podle čeho tak soudíte? Jak to ovlivňuje entropii všehomíra?
4. Kolik tun oxidu uhličitého elektrárna vyprodukuje za 1 hodinu provozu ve špičce, kdy pracuje na maximální výkon?

Předpokládejte, že veškerá energie, která se uvolní z uhlí, pochází pouze ze spalovaného uhlíku.

5. Jaké množství oxidu uhličitého vyprodukuje jeden člověk za jeden den?
6. Za jak dlouho by jeden člověk vydýchal tolik oxidu uhličitého, kolik ho tepelná elektrárna vyprodukuje za hodinu provozu ve špičce?

Hle, činná příčina!

Pozoroval s obzvláštní rozkoší, jak jsou předměty pohlcovány, jak věci černají a jak se mění. Krev mu bušila ve spáncích, když svíral v dlaních mosaznou tryčku – toho obrovského hada, který plival na svět jedovatý petrolej – a jeho ruce byly rukama podivuhodného dirigenta řídícího nesmírnou symfonií žáru a ohně, v níž mizí cáry a zuhelnatělé zbytky dějin. V očích pod helmou se symbolickým číslem 451, nasazenou na lhostejné hlavě, vzplál oranžový žár, když si představil, co bude následovat: stiskl zapalovač a dým se vzepjal ve žravých plamenech, které zbarvily večerní oblohu do červena, do žluta a do smolné černi. Kráčel obklopen rejem světlušek. Pociťoval neodolatelnou touhu strčit do žhnoucí pece pár pěnových bonbónů na klacku, jak se to žertem dělávalo, zatímco poletující, žárem zkroucené knihy umíraly u vchodu a na trávniku. A když se knihy ve víru jisker vznasly vzhůru a letěly pryč, vítr potemněl dýmem spáleniště.

Ray Bradbury: 451 stupňů Fahrenheita

1. Proč je plamen při hoření ethanolu modrý a při hoření papíru oranžový? Otázka *nezní*, proč plamen není při hoření ethanolu oranžový.
2. Krystalek neznámé látky jsme vložili na platinovém drátku do nesvítivé části plamene kahanu. Plamen se zbarvil do oranžova. K neznámé látce jsme přilili koncentrovanou kyselinu sírovou a ethanol. Směs jsme zapálili na porcelánové misce a pozorovali jsme zelené jazyky plamenů. Která běžná sůl takto zajímavě škádlí plamen?

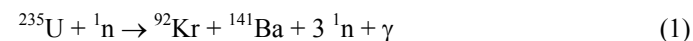
3. U salonních bengálských ohňů se jako oxidační činidlo používají dusičnany. Jaký dusičnan byste použili, abyste měli červený, oranžový, zelený a fialový plamen?

Platónské těleso

- Kolik vrcholů, hran, stěn a rovin souměrnosti má tetraedr?
- Určete maximální poloměr koule, již lze vepsat tzv. tetraedrické dutině vymezené tak, že do všech vrcholů tetraedru umístíme středy koulí o takovém poloměru, že se budou právě dotýkat. Výsledek vyjádřete nejlépe poměrem poloměru koule vepsané ku poloměru koule dutinotvorné.
- Pro ionty Li^+ a Be^{2+} je příznačné koordinační číslo čtyři a tetraedrické koordinační okolí. U kationtů Na^+ a Mg^{2+} naopak převažuje koordinační číslo šest a okolí oktaedrické (jako příklad lze uvést aquakationy zmíněných iontů). Pokuste se toto rozdílné chování vysvětlit.
- Pro kyslíkaté sloučeniny jistého prvku M je příznačné, že v nich vystupuje velmi často tetraedrický strukturální motiv $\{\text{MO}_4\}$. Strukturální bohatost této skupiny sloučenin je pak dána schopností těchto strukturálních jednotek spojovat se zejména vrcholy a hranami do rozsáhlých řetězců, pásů, rovin či trojrozměrných sítí.
 - Identifikujte prvek M.
 - Jaký je sumární vzorec nejmenší opakující se jednotky v trojrozměrné síti tetraedrů MO_4 ?
 - Lze z nechirálních útvarů (např. zmíněné jednotky) sestavit chirální objekt?

Potřebné údaje

Štěpná reakce



Jaderná fúze



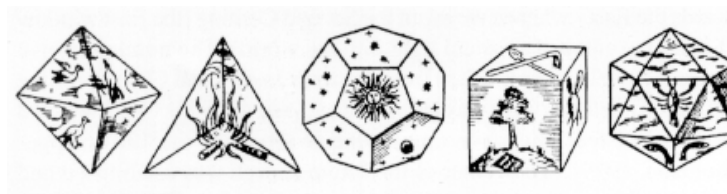
Tabulka 1. Číselná data

Relativní atomové hmotnosti	
^1H	1,0078250
^4He	4,0026032
^{92}Kr	91,9261528
^{141}Ba	140,9144064
^{235}U	235,0439231
^1_0n	1,0086649
e^+	$5,4857991 \cdot 10^{-4}$
ν_e	zanedbatelná

Tabulka 2. Termochemické údaje (při 298 K)

	$\Delta_f H$ [kJ.mol ⁻¹]	$C_{p,m}^0$ [J.K ⁻¹ .mol ⁻¹]
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,83	75,291
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,82	33,58
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,51	37,11
$\alpha\text{-D-glukosa}(\text{s})$	-1274	—

$$c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1} \text{ (přesně)}$$







Autorské řešení úloh 1. série**Úloha č. 1: 7 planet, 7 kovů****(6 bodů)**

autor: Pavel Řezanka

Většina z Vás správně spojila symboly s planetami a prvky. Zdůvodnění Vám už ale dělalo problémy, neboť jste si neuvědomili, že některé věci ve starověku (středověku) neznali. Mnohým z Vás jsem u symbolů Venuše a Marsu napsal, že se jedná o obrácenou implikaci. Měl jsem tím na mysli, že nejprve vznikly symboly pro planety a teprve potom byly použity pro ženské, resp. mužské pohlaví. A nyní už k samotnému řešení.

Odpovědi na otázky 1 a 2 naleznete v tabulce 1.

Tabulka 1. Přiřazení symbolů, planet a kovů

symbol	planeta	prvek	odůvodnění
	Slunce	zlato	podle barvy
	Měsíc	stříbro	podle barvy
	Merkur	rtuť	rtuť je kapalná, pohyblivá; Merkur se pohybuje po obloze nejrychleji; Mercurius byl lehkonožý
	Venuše	měď	Venuše (bohyně) je krásná, stejně jako měď
	Mars	železo	Mars je bůh války; zbraně jsou ze železa
	Jupiter	cín	planeta i prvek zbyly, tak se usoudilo, že patří k sobě
	Saturn	olovo	Saturn se pohybuje pomalu; olovo je těžké

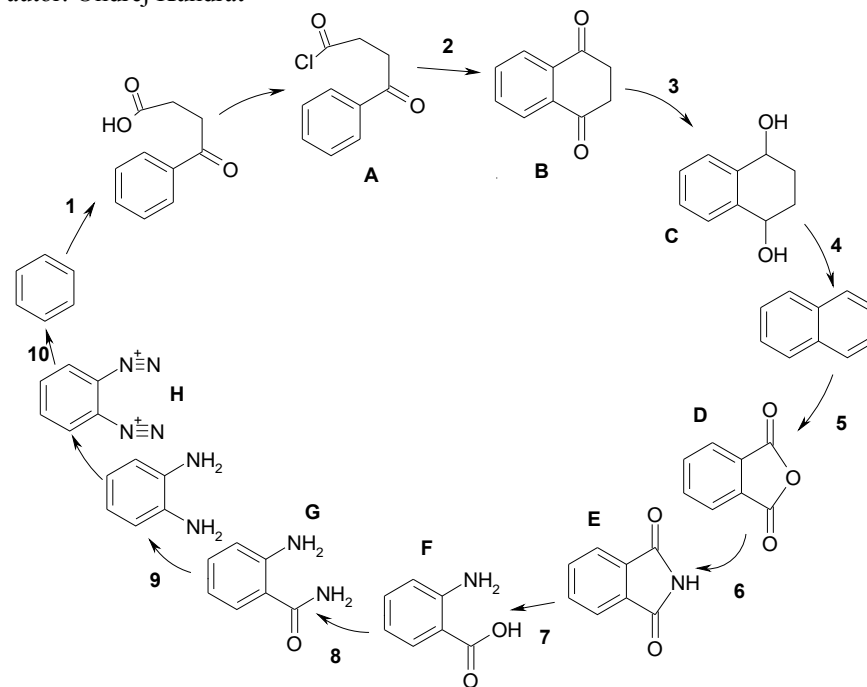
3. Ve starověku a středověku bylo známo pouze 7 „planet“, a protože každé planetě byl přisouzen jeden kov, nemohly existovat další kovy, neboť pro ně nebyly planety.
4. Symboly pro Slunce a Měsíc vznikly odvozením jejich tvarů. Další symboly vznikly zkracováním názvů planet. Symbol Merkuru z babylónsko-řeckého

názvu, Venuše z řecko-egyptského a ostatní z řeckých názvů. Například symbol pro Saturn vznikl z prvních dvou písmen jeho názvu, tj. ΚρνοϞ, pro Jupiter také z prvních dvou písmen jeho názvu, tj. ΖεϞϞ.

(Za správné přiřazení symbolu, planety a prvku 0,2 bodu, za odůvodnění 0,4 bodu, za odpověď na otázku 3. 0,9 bodu, na otázku 4. také 0,9 bodu)

Úloha č. 2: A zase benzen**(10 bodů)***Benzene or there and back again :-)*

autor: Ondřej Kundrát



1. Reakcí se sukcinanhydridem za přítomnosti AlCl_3 dochází k elektrofilní substituci, vzniká volná karboxylová skupina, která se reakcí s PCl_5 převede na chlorid příslušné kyseliny (A).
2. Látka A opět za přítomnosti AlCl_3 „sama sebe“ substituuje za vzniku dalšího šestičlenného kruhu – vzniká diketon (B).
3. Ketony lze převést redukčními činidly (LiAlH_4 , NaBH_4) na alkoholy (C).

- Nejlépe působením P_4O_{10} na alkoholy dochází k dehydrataci, v našem případě dochází k dvojnásobné dehydrataci za vzniku naftalenu (stabilizační energie aromátů).
- Působením vzduchu na kat. V_2O_5 dochází k destrukční oxidaci – vzniká ftalanhydrid (**D**). Obdobnou reakcí vzniká z benzenu maleinanhydrid.
- Látkou **E** je ftalimid vzniklý reakcí ftalanhydridu s NH_3 v prostředí DCC (usnadňuje reakci přeměny anhydridů, esterů na příslušné amidy resp. imidy).
- Ftalimid (**E**) se podrobí tzv. Hofmannovu odbourávání amidů, tj. reakci s Br_2 , $NaOH$ a H_2O , vzniká kyselina 2-aminobenzoová (**F**, anthranilová kyselina) $C_7H_7O_2N$.
- Jedná se opět o přeměnu funkční skupiny – vzniká amid kyseliny 2-aminobenzoové (**G**).
- Opět Hofmannovo odbourávání, vzniká benzen-1,2-diamin, který se dále diazotuje pomocí $NaNO_2$ a HCl za vzniku benzen-1,2-bis(diazoniové) soli (**H**).
- Vhodná je reakce s H_3PO_2 - diazoniové soli „se odbourávají“, uniká plynný N_2 . Kruh se uzavírá, vzniká opět výchozí benzen.

Literatura:

- F.A.Carey: Organic chemistry, fifth edition 2003
- J.Řehoř a kol.: Organická chemie, 2.vydání 1973

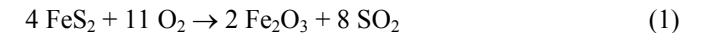
Hodnocení: celkově 10 bodů – za každý meziprodukt po 1 bodě (celkem 8 meziproduktů), stejně tak za určení činidel (u reakcí 4 a 10).

Úloha č. 3: Air**(9 bodů)**

autor: Richard Chudoba

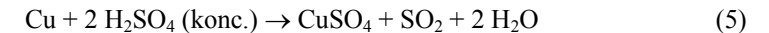
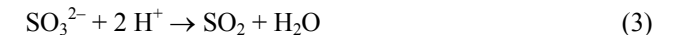
- Píseň pochází z muzikálu Vlasy (Hair), který úspěšně zfilmoval Miloš Forman. *0,3 bodu.*
- sulphur dioxide = oxid siřičitý
carbon monoxide = oxid uhelnatý
Za každou látku po 0,2 bodu. Celkem 0,4 bodu.
- Oxid siřičitý se do atmosféry dostává jako polutant při spalování nekvalitního hnědého uhlí, které obsahuje pyrit (1). Přírodním zdrojem atmosférického SO_2 je vulkanická činnost. Oxid uhelnatý je produkován v největší míře

automobilovou dopravou. Vzniká nedokonalým spalováním uhlovodíků ve spalovacích motorech (2).



Za určení hlavních zdrojů znečištění po 0,3 bodu, za vyčíslené rovnice po 0,3 bodu. Celkem 1,2 bodu.

- Oxid siřičitý se v laboratoři připravuje vytěsněním ze siřičitanu silnou minerální kyselinou (3). Alternativní, i když ne tak běžnou metodou, je oxidace síry vzdušným kyslíkem (4). Rovněž zahříváním mědi v koncentrované kyselině sírové se vyvíjí oxid siřičitý (5). Oxid uhelnatý lze připravit působením kyseliny sírové na kyselinu mravenčí (6).



Za každou vyčíslenou rovnicí po 0,2 bodu, maximálně však 0,6 bodu.

- Kyselé deště způsobuje oxid siřičitý – sulphur dioxide (a dále také oxidy dusíku). Naopak na ně nemá žádný vliv oxid uhelnatý – carbon monoxide, který se ve vodě nerozpouští.

Oxid siřičitý se rozpouští v kapičkách vody, až se ustaví rovnováha. Rovnovážnou koncentraci kyseliny siřičité určíme z Henryho zákona (7). Parciální tlak plynu (8) zjistíme jednoduše, neboť známe celkový tlak p a molární zlomek ε (v ppm). Z (9) spočteme celkovou koncentraci H_2SO_3 (10).

$$c_{\text{nedis.}} = H(SO_2) \cdot p(SO_2) \quad (7)$$

$$p(SO_2) = p \cdot \varepsilon(SO_2) \quad (8)$$

$$c_{\text{nedis.}} = H(SO_2) \cdot p \cdot \varepsilon(SO_2) \quad (9)$$

$$c_{\text{nedis.}} = 1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 97 \cdot 450,5 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad (10)$$

S jednotkou ppm se počítá obdobně jako s procenty. „Počet částic na milion“ udává přímo molární zlomek, jen tuto hodnotu musíme vynásobit jednou miliontinou ($1 \cdot 10^{-6}$).

Značná část z celkového množství kyseliny siřičité se však v roztoku vyskytuje v důsledku disociace jako anion HSO_3^- (11). Celkovou analytickou

koncentraci c kyseliny siřičité spočteme jako součet obou jejích forem (12). Disociaci do druhého stupně nemusíme uvažovat, vizte hodnotu $pK_{a,2}$.

$$K_{a,1} = \frac{[H_3O^+][HSO_3^-]}{[H_2SO_3]} = \frac{[HSO_3^-]^2}{[H_2SO_3]} \quad (11)$$

$$c = [HSO_3^-] + [H_2SO_3] \quad (12)$$

$$c = \sqrt{K_{a,1} \cdot c_{nedis.}} + c_{nedis.} \quad (13)$$

$$c = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 7,1 \cdot 10^{-6}} + 7,1 \cdot 10^{-6} \quad (14)$$

$$c = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad (15)$$

Kyselina siřičitá je oxidována na silnou dvojsytnou kyselinu sírovou. pH spočítáme z definice (16).

$$pH = -\log(2 \cdot c) \quad (16)$$

$$pH = 3,2 \quad (17)$$

pH dešťové vody, která naprší v průmyslové oblasti, bude přibližně rovno 3,2. Vliv oxidu uhličitého se při tak nízké hodnotě pH neprojeví, a proto jej můžeme zanedbat. (Můžete se přesvědčit výpočtem.) Naopak by se mělo počítat s oxidy dusíku, které jsme ale pro jednoduchost neuvažovali.

Koncentrace oxidu siřičitého v zadání přibližně odpovídá imisním koncentracím, které sužovaly severní Čechy v dobách budování socialismu za každou cenu. Tehdy docházelo k překračování imisních limitů několikanásobně (klidně i 25krát). To se podepsalo na přírodě, která se proměnila v mrtvou krajinu (oblasti v Krušných a Jizerských horách). Při imisní koncentraci odpovídající limitu by bylo pH deště mezi hodnotami 3,9 (pro kyselinu sírovou) a 4,2 (pro kyselinu siřičitou).

Za správné určení látky 0,1 bodu, za výpočet parciálního tlaku 0,4 bodu, za výpočet koncentrace nedisociované formy 0,8 bodu, za výpočet celkové analytické koncentrace 0,8 bodu, za správný výsledek 1 bod. Za přímé použití hodnoty v ppm jako molárního zlomku 0,4 bodu (body za eleganci). Celkem 3,5 bodu.

6. pH přírodního deště je slabě kyselé (cca 6), neboť se v atmosféře vyskytuje kyselinotvorný oxid uhličitý.

Při výpočtu postupujeme jako u minulé úlohy.

$$c_{nedis.} = H(\text{CO}_2) \cdot p \cdot \varepsilon(\text{CO}_2) \quad (18)$$

$$c_{nedis.} = 3,2 \cdot 10^{-7} \cdot 97 \cdot 450 \cdot 335 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \quad (19)$$

$$K_{a,1} = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{[HCO_3^-]^2}{[H_2CO_3]} \quad (20)$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_{a,1} \cdot c_{nedis.}} \quad (21)$$

$$pH = 5,7 \quad (22)$$

pH přírodní dešťové vody je přibližně 5,7.

Za správný odhad pH a zdůvodnění 0,3 bodu, za správný výsledek 1,5 bodu. Celkem 1,8 bodu.

7. Oba dva plyny, jak oxid siřičitý, tak oxid uhelnatý absorbují v infračervené oblasti, a proto by skleníkový efekt způsobovat mohly. Oxid uhelnatý však absorbuje záření o vlnových délkách 4,5–4,9 μm , tedy mimo oblast vyzařovanou Zemí. Oxid siřičitý absorbuje mezi 9,5–11 μm , tedy v oblasti, kde Země vyzařuje velmi intenzivně. Navíc tato oblast zasahuje do tzv. atmosférického okna, kudy normálně uniká tepelné záření ze zemského povrchu. Skleníkový efekt proto způsobuje SO_2 . Mezi nejvýznamnější skleníkové plyny patří vodní pára, oxid uhličitý a methan.

0,6 bodu.

8. Jelikož jsou sliznice dýchacího ústrojí vlhké, rozpouští se oxid siřičitý na jejich povrchu na kyselinu siřičitou. Ta je dráždí až leptá. Při vyšších koncentracích nastává smrt křečí hlasivek. Otravy jsou většinou nahodilé. $LC_{50} = 1,5\text{--}2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$

Oxid uhelnatý se váže na hemoglobin červených krvinek za vzniku karboxylhemoglobinu (COHb). Zásobením tkání kyslíkem se tím pádem snižuje. Při 50% koncentraci COHb se dostavuje bezvědomí. Smrt nastává poškozením mozku nedostatkem kyslíku. Otravy jsou nejčastěji náhody nebo sebevraždy. $LC_{50} = 6\text{--}12 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$

Při otravě oxidem siřičitým je tedy dýchání bráněno mechanicky, při otravě oxidem uhelnatým chemicky.

Za vysvětlení mechanismů po 0,3 bodu. Celkem 0,6 bodu.

Literatura:

1. Tesař, J.: Soudní lékařství, 2. vydání 1976
2. <http://citd.scar.utoronto.ca/CHM/B55/test100.html>

Úloha č. 4: Penicilin**(15 bodů)**

autor: Helena Handrková

Část A

1. K objevu došlo v září roku 1928. Za svou práci obdržel Fleming Nobelovu cenu a rytířský titul Sir (r. 1945).

0,5 bodu za datum objevu (0,4 bodu za správný rok), po 0,25 bodu za ocenění. Celkem 1 bod.

2. Zařazení podle nejnovější nomenklatury: *Eukaryota*, regnum (říše) *Fungi*, divisio (oddělení) *Ascomycota*, subdivisio (pododdělení) *Pezizomycotina*, ordo (řád) *Eurotiales*.

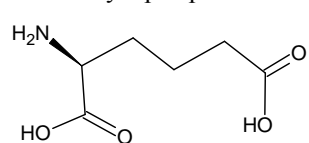
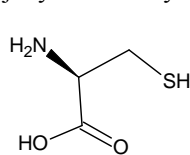
Řada středoškolských učebnic a starší odborné literatury uvádí nadříše *Eukaryota*, říše *Fungi* (houby), oddělení *Eumycota* (houby vlastní), třída *Ascomycetes* (vřeckovýtrusé houby).

Plísně rodu *Penicillium* se používají v potravinářství – výroba ušlechtilých plísňových sýrů, např. camembert, hermelín, roquefort... (hlavně druhy *P. candidum* a *P. glaucum*).

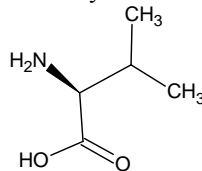
0,5 bodu za zařazení štetičkovce podle nové (staré) nomenklatury. 0,5 za jiné než farmaceutické využití štetičkovců. Celkem 1 bod.

Část B

1. Názvy a perspektivní vzorce zdrojových aminokyselin jsou uvedeny níže.

kyselina L- α -aminoadipová

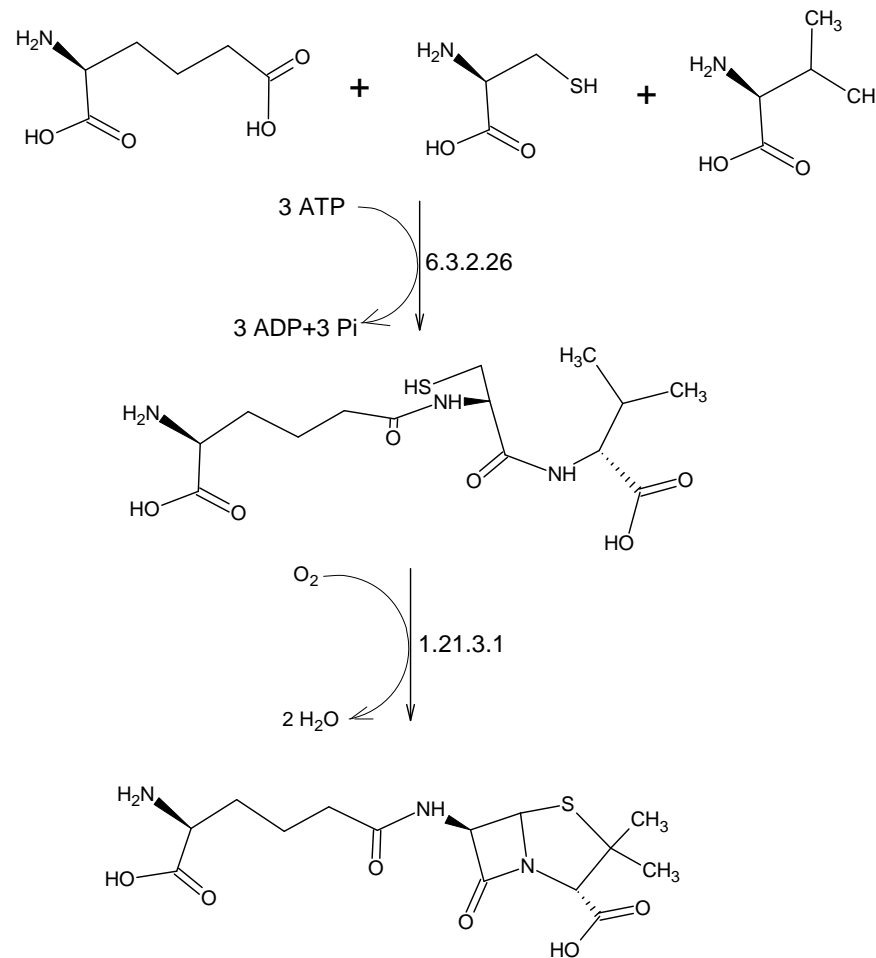
L-cystein



L-valin

Po 0,4 bodu za název a po 0,5 bodu za vzorec se správnou konfigurací na asymetrickém centru – jinak max. 0,1 bodu za název a max. 0,2 bodu za vzorec. Celkem 2,7 bodu.

2. Rovnice obou reakcí jsou uvedeny na obrázku 1.



Obrázek 1. Syntéza penicilinu ze zdrojových aminokyselin

Za každou reakci po 1 bodu. Celkem 2 body.

3. Enzym 6.3.2.26 patří do skupiny 6 – ligasy, enzym 1.31.3.1 do skupiny 1 – oxidoreduktasy.

Za každou skupinu po 0,5 bodu. Celkem 1 bod.

4. Uvolní se energie odpovídající hydrolyse 3 ATP za fyziologických podmínek, tedy $91,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Metabolické dráhy vzniku ATP jsou glykolysa, citrátový cyklus a oxidační fosforylace.

Za výpočet energie 0,5 bodu, za uvedení metabolických drah 0,5 bodu. Celkem 1 bod.

Část C

1. Jako substrát je rozpoznáno D-Ala–D-Ala residuum. 2,3 bodu
2. a) Pětičlenný kruh je méně reaktivní než čtyřčlenný, avšak stále by byl rozpoznán aktivním centrem enzymu jako strukturní analog D-Ala–D-Ala. Nemuselo by nutně dojít ke kovalentnímu navázání, inhibice by byla slabší a pravděpodobně kompetitivní.

b) Tento tříčlenný kruh je krajně nestálý, buď by se tuto látku nepodařilo ani připravit, nebo by se hbitě hydrolysovala (otevření kruhu).

c) Acyklická forma není inhibítorem, jednak se nijak zvlášť nepodobá substrátu a také nebude tvořit kovalentní vazbu na aktivní centrum (má daleko menší reaktivitu než cyklický systém).

Za správné zdůvodnění po 0,5 bodu. Celkem 1,5 bodu.

3. Člověk nemá buněčnou stěnu ani žádné enzymy, jejichž substrátem je D-Ala–D-Ala (nebo podobný fragment).

Nerostoucí (a nedělicí se) gram pozitivní bakterie nemají potřebu vytvářet buněčnou stěnu, a proto „nezpozorují“, že by ji ani tvořit nemohly.

Viry nemají buněčnou stěnu.

Za vysvětlení u každého organismu po 0,5 bodu. Celkem 1,5 bodu.

4. Příčinnou smrti je prasknutí buňky („neudržení protoplazmy“), případně kombinované s poruchou regulace enzymů opravujících buněčnou stěnu a uvolnění lytických enzymů, které rozloží buněčné struktury. 1 bod.

Úloha č. 5: Aristotelovy živly: Voda (14 bodů)

autor: Richard Chudoba, Zbyněk Rohlík, Pavel Řezanka

Dejme látce tvar!

1. Led vytváří molekulové krystaly. 0,3 bodu.

Mnozí z vás psali „hexagonální soustava“ či „krychlová soustava“. To není správná odpověď, neboť se led vyskytuje v mnoha modifikacích, které krystalizují v různých soustavách. Tím není splněna podmínka, že takový typ krystalů vytvářejí *všechny* modifikace ledu.

2. P značí primitivní buňku. Ze zápisu symetrií $m\bar{3}m$ odvodíme, že se jedná o krychlovou soustavu. Základní buňkou tvoří krychle, kde se ve vrcholech nacházejí molekuly H_2O . Každá molekula zasahuje do buňky jen svou jednou osminou, proto jedna buňka obsahuje právě $8 \cdot 1/8 = 1$ celou molekulu vody. Vyjádřeno jinými slovy, základní buňka obsahuje jednu vzorcovou jednotku.

0,2 bodu za primitivní buňku, 0,5 za popis základní buňky. Celkem 0,7 bodu.

3. Pro pořádek si zopakujme několik definic, které nám závislost ozřejmí skoro celou. 1 mol látky obsahuje tolik částic, kolik je obsaženo atomů ve 12 g nuklidu ^{12}C . Toto množství vyjadřuje Avogadrova konstanta N_A . Hmotnostní jednotka m_u vyjadřuje hmotnost $1/12$ atomu nuklidu ^{12}C . Spojíme-li tyto definice dohromady, získáme vztah (1).

$$m_u \cdot 12 \cdot N_A = 12 \text{ g} = 0,012 \text{ kg} \quad (1)$$

$$m_u = 0,001 \text{ kg} / N_A \quad (2)$$

$$m_u = 0,001 / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kg} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (3)$$

0,5 bodu za definice, 0,5 bodu za výpočet. Celkem 1 bod

4. Při výpočtu hustoty látky vyjdeme z definičního vztahu (4). Objem je přitom dán objemem základní buňky a hmotnost hmotností jedné molekuly.

$$\rho = m / V \quad (4)$$

$$\rho = m_u M_r / a^3 \quad (5)$$

$$\rho = 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 18,01 / (320 \cdot 10^{-12})^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = 912 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad (6)$$

Hustota ledu je $912 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

0,5 bodu za správnou úvahu o hmotnosti a objemu, 1 bod za správný výsledek. Celkem 1,5 bodu. Za tuto část celkem 3,5 bodu.

Hle činná příčina!

0,2 bodu.

2. Vodu je potřeba nasytit oxidem uhličitým proto, aby se v ní oxid uhličitý uvolněný během experimentu nerozpouštěl a výsledný odečet objemu plynu nebyl chybný. CO₂ se ve vodě rozpouští velmi ochotně. 0,3 bodu.

3. Na úrovni vodní hladiny platí rovnováha tlaků. Z jedné strany působí atmosférický tlak, z druhé pak tlak plynu, vodní páry a hydrostatický tlak (8). Abychom určili hydrostatický tlak p_h , musíme znát výšku vodního sloupce. Tu ale spočítáme jednoduše (10), neboť známe objem [(500 – 200) ml] i průřez. Úsek jednoho mililitru na stupnici tak má výšku jednoho milimetru.

$$p_a = p_p + p_v + p_h \quad (8)$$

$$p_h = h\rho g \quad (9)$$

$$h = (V_0 - V_1) / S \quad (10)$$

Nyní můžeme vyjádříme tlak plynu p_p (11), který dosadíme do stavové rovnice ideálního plynu (13). Počet molů plynu n získáme jednoduchou matematickou úpravou (14).

$$p_p = p_a - p_v - \rho g(V_0 - V_1) / S \quad (11)$$

$$p_p = 99\,850 - 2\,642 - 1000 \cdot 9,81 \cdot (500 - 200) \cdot 10^{-6} / 10^{-3} \text{ Pa} = 94\,265 \text{ Pa} \quad (12)$$

$$p_p V_1 = nRT \quad (13)$$

$$n = (p_p V_1) / (RT) \quad (14)$$

$$n = (94\,265 \cdot 200 \cdot 10^{-6}) / (8,314 \cdot 295,15) \text{ mol} = 7,68 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (15)$$

Nyní již snadno dopočítáme hmotnost (16) a tím i hmotností zlomek (18) uhličitánu. Hmotnostní zlomek síranu je zřejmě rozdíl od 1 (20).

$$m(\text{CaCO}_3) = n \cdot M(\text{CaCO}_3) \quad (16)$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 7,68 \cdot 10^{-3} \cdot 100,1 \text{ g} = 0,769 \text{ g} \quad (17)$$

$$w(\text{CaCO}_3) = m(\text{CaCO}_3) / m \quad (18)$$

$$w(\text{CaCO}_3) = 0,769 / 1,000 = 0,769 \quad (19)$$

$$w(\text{CaSO}_4) = 1 - w(\text{CaCO}_3) \quad (20)$$

$$w(\text{CaSO}_4) = 1 - 0,769 = 0,231 \quad (21)$$

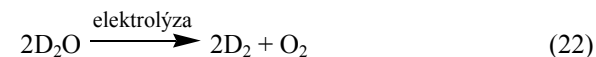
Vzorek obsahoval 76,9 % uhličitánu vápenatého a 23,1 % dihydrátu síranu vápenatého.

Většina z vás opomněla uvažovat hydrostatický tlak, i když se nabízí už podle názvu (υδρο [hydro] = voda). Pokud budete chodit na PřF UK, budete podobnou úlohu prakticky provádět v Základech laboratorní techniky (labtechně). Odhlédneme-li, že návod na výpočet je ve skriptech uveden zbytečně složitě, je především chybný, neboť rovněž nebere v potaz hydrostatický tlak.

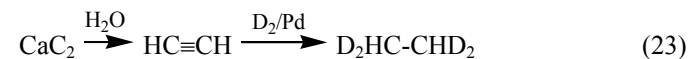
0,3 bodu za jakoukoliv rovnováhu tlaků, 0,4 bodu za uvážení tenze par, 0,4 bodu za uvážení hydrostatického tlaku, 1 bod za správně spočtený tlak CO₂, 0,4 bodu za správný postup výpočtu látkového množství, 0,3 bodu za správný počet molů, 0,2 za správný postup výpočtu molárního zlomku, 1 bod za správný výsledek. Celkem 4 body. Za tuto část celkem 4,5 bodu.

Ptejme se na účel!

1. D₂ potřebné pro následující syntézy připravíme z D₂O podle rovnice (22).

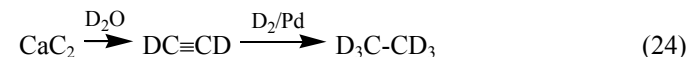


Syntézu 1,1,2,2-tetradeuteroethanu pak provedeme podle kroků popsaných rovnicí (23).



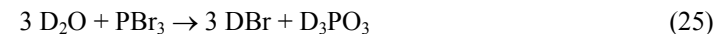
Za syntézu požadované látky 1 bod, za přípravu D₂ 0,4 bodu.

2. Reakce při přípravě této látky jsou velmi podobné předchozím.

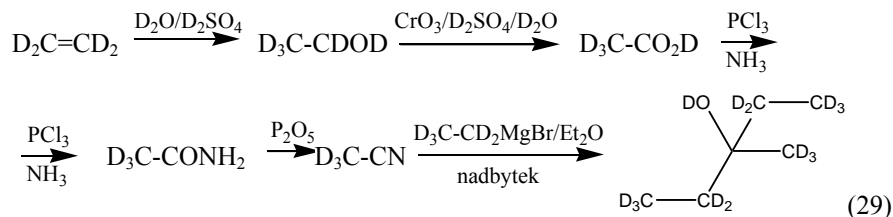
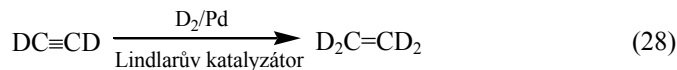


Za syntézu požadované látky 0,7 bodu.

3. Jako deuterovaná činidla použijeme DBr připravený reakcí (25), D₂SO₄ připravený reakcí (26) a perdeuteroethylmagnesium bromid připravený reakcí (27).



Jako reaktant při syntéze požadované sloučeniny použijeme perdeuteroethen, který připravíme reakcí (28) z perdeuteroethynu (viz výše).



Za syntézu požadované látky 2,5 bodu.

4. Organičtí chemici používají deuterované sloučeniny proto, aby maskovali vodíky v ^1H -NMR spektrech nebo aby mohli sledovat mechanismy reakcí.

Za uvedení alespoň jednoho účelu 0,4 bodu. Za tuto část celkem 5 bodů.

Platónské těleso

- Ikosaedr má 20 stěn, 12 vrcholů a 30 hran. K číslům lze dospět jednoduchou úvahou. Každá stěna má 3 vrcholy, ale přitom se o každý dělí s dalšími pěti stěnami. Proto vrcholů je $3 \cdot 20 / 5 = 12$. Každá stěna je ohraničena třemi hranami, které tvoří předěl mezi ní a další stěnou. Proto hran je $3 \cdot 20 / 2 = 30$. Povšimněte si, že platí $V + S = H + 2$. Všechny vrcholy jsou ekvivalentní. (Vždyť se jedná o platónské těleso!)
- Ikosaedr obsahuje šest pětičetných os.
- Například $[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]^{2-}$.
- Bor.

Za otázky 1 a 2 po 0,2 bodu, za otázky 3 a 4 po 0,3 bodu. Za tuto část celkem 1 bod.

Seriál – Omamné látky II – Ethanol

Verze na internetových stránkách obsahuje kromě barevných obrázků také spoustu odkazů, ale hlavně rozšířenou verzi.

Ethanol patří z chemického hlediska do skupiny látek zvané alkoholy, stejně tak jako např. methanol, ethylenglykol nebo menthol. Když však nechemik mluví o alkoholu, má obvykle na mysli právě ethanol, líh. V dalším textu se budeme tvářit jako nechemici a budeme o ethanolu hovořit jako o alkoholu.

Tabulka 1. Ethanol

název	alkohol
chemický název	ethanol
vzorec	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
typ drogy	hypnotikum
účinná dávka	přibližně 30 g absolutně u dospělého člověka
smrtelná dávka	100–300 g absolutně u dospělého člověka
pocity	sobeckost, veselost, sdílnost, snížená soudnost, odstranění zábran, zvýšení sebedůvěry, občas agresivita
závislost	psychická i fyzická
hlavní riziko	bezvědomí s aspirací zvratků, poruchy koordinace pohybů; smrtelné autonehody, umrznutí
nebezpečí	3/5

1. Subjektivní pocity

Alkohol tlumí centrální nervovou soustavu a působí jako hypnotikum. Navozuje celkový pocit uvolnění a optimismu, ačkoli někdy se dostávají pocity lítosti a marnosti. Již v malých množstvích alkohol prodlužuje reakční dobu, zhoršuje koordinaci pohybů, tlumí bolest. Alkohol odstraňuje zábrany, lidé jsou pod jeho vlivem společenější, upovídanější, sebevědomější a někteří jedinci také agresivnější. Snižuje se pozornost. Navzdory mizení zábran sexuální potence klesá. Při vyšších dávkách se přidává nevolnost a zvracení, celkový útlum vedoucí ke spánku až k bezvědomí. Smrt nastává útlumem dýchacích center. Smrtí ovšem každý zážitek s alkoholem nekončí, podle klasičtějšího scénáře přichází po vytržlivění, nebo po probuzení kocovina. Kocovinu působí zejména narušení vodní a minerální rovnováhy. Proto je vhodné po nepříjemném probuzení co nejrychleji doplnit vodu a minerály.

2. Vstřebávání

Vstřebávání alkoholu začíná již v ústech, ačkoli tato cesta není nejpodstatnější. K tomu, aby se tento způsob vstřebávání projevil, je třeba alkohol v ústech déle

podržet. Většina alkoholu se po požití vstřebává trávicím traktem. Asi 20 % alkoholu se do krve dostává v žaludku, zbytek v dvanáctníku a v horní části tenkého střeva. Kuriózním způsobem „požití“ alkoholu je vstřebání skrze poraněnou kůži, ke kterému může dojít při ošetření větší poraněné plochy lihovým roztokem. Tímto způsobem může na určitý čas stoupnout koncentrace alkoholu v krvi a mohou se dostavit i známky opilosti.

Některé látky vstřebávání alkoholu urychlují. Například oxid uhličitý v šumivých nápojích způsobí prokrvení žaludeční sliznice a zrychlí tak vstřebání alkoholu žaludkem. Stejně působí i aromatické látky a hořčiny. Naopak cukry vstřebávání alkoholu zpomalují. Vliv má i teplota, teplejší nápoje jsou vstřebávány rychleji.

Z tenkého střeva je alkohol veden vrátnicovou žilou do jater. Při jakémkoli jiném vstřebání (orálně, dermálně, rektálně) k cestě přes játra nedochází a alkohol se dostává přímo do krve.

3. Buněčný metabolismus

Po vstřebání je alkohol dvojstupňově oxidován v cytoplasmě hepatocytů jater. Enzym alkoholdehydrogenasa jej převede na acetaldehyd, který je dále oxidován na acetát a zpracováván jako potrava. Odbourávání probíhá rychlostí cca 0,12–0,15 % alkoholu za hodinu. Při oxidaci alkoholu vzniká nadměrné množství NAD^+ , které buňka nestačí zpracovat. Proto dochází ke zvýšené redukcí pyruvátu na laktát. Tato situace se vyvíjí poměrně rychle a může vést ke komatu. Alkoholdehydrogenasa u žen není tak účinná jako u mužů, a proto se ženy opijí menším množstvím alkoholu. Někteří lidé, především ve východní Asii, mají zmutovaný gen pro alkoholdehydrogenasu. Její účinnost je snižena, a snesou proto mnohem méně alkoholu.

Alkohol je pro organismus významným zdrojem energie. Oxidací 1 g ethanolu se získá 30 J. Množství 250 g alkoholu je tedy pro průměrného dospělého člověka dostatečným zdrojem energie pro celý den. V případě chronického alkoholismu tedy klesá chuť k jídlu a snižuje se tak množství přijatých živin, především bílkovin. Zvýšená produkce acetylkoenzymu A vede k nadměrné syntéze cholesterolu a triglyceridů. Tuky se tak nadměrně hromadí v játrech, kde vznikají tuková centra.

4. Působení

Alkohol a acetaldehyd působí zejména na játra a centrální nervovou soustavu. Je narušen metabolismus sacharidů a lipidů. Acetaldehyd vytěsňuje vápník z membrán a zasahuje do metabolismu biogenních aminů, které slouží jako nervové přenašeče. Alkohol působí močopudně. Tento efekt vzniká jeho

působením na zadní lalok hypofýzy. Nadměrné močení spouští kompenzační mechanismus, žízeň.

Alkohol jako malá molekula proniká biologickými membránami. V mozku pravděpodobně způsobuje vylití endorfinů – hormonů radosti. Jeho depresivní účinky naopak vznikají působením na GABA receptory. Smrt mozkových buněk nastává v důsledku nadměrné koncentrace vápníku uvnitř buňky.

5. Vylučování

Asi 5 až 10 % alkoholu se vylučuje v nezměněné formě, 4 až 7 % dechem, 1 až 3 % močí. Zbytek alkoholu je přeměněn v rámci metabolismu organismu.

6. Opilost

Opíjet se dá způsobem románským, kdy člověk postupně upíjí a udržuje si určitou hladinu alkoholu v krvi, nebo způsobem germánským, kdy člověk pije a pije, až padne.

Tabulka 2. Projevy organismu v závislosti na množství alkoholu v krvi

Množství	Projevy
do 0,2 ‰	Normální fyziologický stav
0,2–0,3 ‰	Zvýšená fyziologická hladina alkoholu v krvi
0,3–0,5 ‰	Je znát, že osoba nějaký alkohol pila
0,5–1,0 ‰	Osoba může být lehce podnapilá. V jednání se ale neprojevují žádné vážné poruchy.
1,0–1,5 ‰	Lehké známky opojení zejména u lidí nezvyklých pít. Bývají poruchy jemných funkcí, mírné snížení soudnosti a pozornosti, zvýšení sebedůvěry, mnohomluvnost.
1,5–2,0 ‰	Střední stupeň opilosti. Pozornost je snížena a projevují se poruchy koordinace. Reakce na mozkové podněty jsou zpomaleny.
2,0–3,0 ‰	Těžký stupeň opilosti. Projevem bývá blábolivá řeč, psychické poruchy, neschopnost samostatné chůze.
3,0–4,0 ‰	Obluzení a narkóza
nad 4,0 ‰	Smrt

7. Nebezpečí a toxicita

Smrtelná dávka čistého ethanolu u dospělého člověka je asi 100–300 g při perorálním požití. U dětí pak stačí množství 10–15 g. Smrt nastává selháním dechového centra. V těžké opilosti může rovněž dojít k vdechnutí zvratků a udušení.

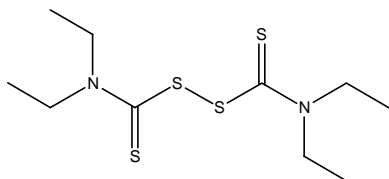
Značné nebezpečí představuje alkohol při řízení motorového vozidla. Prodloužení reakční doby a vzrůst sebedůvěry vede k tragickým následkům. Většinu dopravních nehod pod vlivem alkoholu způsobují řidiči s 1,5–2 % alkoholu v krvi. Rozšíření podkožních kapilár způsobuje větší tepelné ztráty. Alkoholik, který usne v zimě venku, může proto umrznout.

8. Tolerance a abstinenční příznaky

Tolerance k alkoholu postupně vzrůstá. U chronických alkoholiků však stačí malé množství alkoholu, neboť jejich organismus je doslova „naimpregnován“ a alkoholdehydrogenasa nestačí alkohol odbourávat.

Chroničtí alkoholici se ráno probouzejí s třesem rukou, pocitem úzkosti a případně krátkodobými halucinacemi. Vše napraví ranní doušek. Při náhlém vysazení alkoholu se dostavuje *delirium tremens*. Alkoholik vidí děsivé halucinace (většinou malá zvířata, např. bílé myši), potí se, třese se a chce se mu zvracet. *Delirium tremens* vážně ohrožuje život a postižený musí být oščeň. Stav ustupuje po několika hodinách až dnech.

9. Léčba alkoholismu



Obrázek 1. Struktura disulfiramu

Alkoholikovi je nutno poskytnout především psychologickou pomoc. Jako doplňkové léčivo lze použít disulfiram (Antabus®), který blokuje další oxidaci acetaldehydu, vzniklého z ethanolu. Pokud pacient požije alkohol, dostaví se za 5–15 minut pocit tepla v obličeji, bolest v týle, těžké dýchání, nevolnost,

zvracení a odpor k dalšímu pití. Při větším množství vypitého alkoholu nastane kolaps a smrt.

Denní dávka disulfiramu se pohybuje kolem 250 mg. Disulfiram se pomalu vstřebává a metabolizuje. Ještě 14 dní od ukončení léčby se projevuje jeho účinek. Pacient se musí důsledně vyhýbat alkoholu.

10. Výroba

Lih se vyrábí v první řadě alkoholickým kvašením zemědělských produktů. Nejčastěji se k tomuto účelu užívají brambory. Vyprané brambory se rozvaří na kaši, bramborová kaše se smíchá se sladem a s vodou a zapařuje se při cca 60 °C. Škrob se účinkem enzymu diastasy zhydrolyzuje na maltosu. Zcukernatělá hmota se po ochlazení v kvasných kádích zkvašuje působením kvasinek (*Saccharomyces*). Teplota se udržuje pod 30 °C. Zkvašený materiál, obsahující maximálně 14 % alkoholu, se poté destiluje ve sloupcových kolonách. Takto

získaný lih obsahuje až 95 % ethanolu. Lih se vyrábí též z melasy (odpadní produkt z cukrovaru), cukrové třtiny, cukrové řepy, obilnin, rýže a bobulí různého ovoce obsahujícího cukr.

Pro průmyslové použití se ethanol vyrábí katalytickou oxidací ethylenu. Takto vyrobený ethanol je zákonem zakázáno použít v potravinářství.

11. *Saccharomyces cerevisiae*

Patří do skupiny hub zvané kvasinky. Používají se potravinářském průmyslu, neboť dokáží přeměnit cukry na ethanol a oxid uhličitý. Jejich metabolismus začíná glykolýzou, kdy se glukóza přeměňuje na pyruvát (kyselinu 2-oxopropionovou). Tento proces je společný všem živým organismům a probíhá, když organismus potřebuje získat energii. Má-li organismus přístup ke kyslíku a může-li tedy obnovit zredukované koenzymy, je pyruvát oxidační dekarboxylací převeden na acetylkoenzym A, který je zpracován v citrátovém cyklu na oxid uhličitý a vodu. Takový průběh metabolismu se označuje jako dýchání.

Za nedostatečného přístupu kyslíku je situace jiná. V případě vyšších živočichů je pyruvát zredukován na laktát (kyselinu 2-hydroxypropionovou). Tento pochod dočasně zajišťuje dostatek oxidovaných forem koenzymů. U kvasinek se toto děje odlišným mechanismem. Pyruvát je nejprve dekarboxylován na acetaldehyd a poté zredukován na ethanol. Říkáme, že probíhá kvašení.

Saccharomyces cerevisiae dávají jednoznačně přednost kvašení a to i za přístupu vzduchu. Pouze v případě, kdy klesá koncentrace cukru (potravy), dochází k syntéze dýchacích enzymů a kvasinky oxidativně odbourávají ethanol.

12. Detekce a stanovení

Kvalitativní metody

Nejznámější kvalitativní metodou je použití dechové trubičky, kdy analyzovaná osoba vydechne vzduch přes trubičku do sáčku. Ten slouží pouze ke kontrole toho, zda osoba skutečně nějaký vzduch vyfukuje. Důležitý je obsah trubičky. Alkohol v dechu svými redukčními účinky způsobí změnu barvy látky v trubičce ze žluté na zelenou. Zkuste si rozmyslet, která anorganická látka se takto chová. Zkouška není zcela specifická, zbarvení mohou způsobit i jiné látky s redukčními vlastnostmi, např. aceton, menthol či alkohol vzniklý zkvašením zbytků potravin v ústech.

Tato metoda je dnes již zastaralá a nepoužívá se. Detekce se místo toho provádí spektrofotometrickými analyzátoři v infračervené oblasti. Ani tyto metody zjištění obsahu alkoholu nejsou zcela přesné, a ač uvádějí rovnou množství alkoholu v krvi, na výsledek by se mělo pohlížet spíše kvalitativně.

Objektivní stanovení

K objektivnímu stanovení alkoholu v krvi je třeba krev zanalyzovat. Pro forensní účely je třeba správně vybrat okamžik odběru. K analýze krve se používají zejména chemické a fyzikálně chemické metody. Za nejpřesnější se považuje plynová chromatografie, která se běžně používá ke stanovení plyných a těkavých látek ve vzorku. Druhým způsobem stanovení obsahu alkoholu v krvi je tzv. Widmarkova metoda, která je dostatečně přesná a citlivá, ale není specifická. Při stanovení reagují totiž i jiné redukující látky, např. acetaldehyd, aceton či éter.

Widmarkova metoda

Pro provedení Widmarkovy zkoušky se odebírá asi 5 až 8 ml krve. Při odběru se k desinfekci nesmí užívat alkoholu ani jiných těkavých látek, neboť by došlo ke zkreslení výsledků. Princip Widmarkovy metody spočívá v oddestilování ethanolu obsaženého v krvi a jeho oxidaci známým nadbytkem dichromanu draselného v kyselině sírové. Přebytek dichromanu se stanoví jodometrickou titrací. Metoda není specifická, neboť v krvi mohou být obsaženy i jiné látky, které dichroman oxiduje.

13. Historie

Název alkohol pochází z arabského al-kahal, což znamená jemná substance. Vzniká při kvašení cukru. Účinky zkvašených nápojů byly pozorovány velice záhy, přirozené kvašení bylo objeveno zřejmě již v pravěku. Brzy lidé začali z cukernatých a škrobnatých rostlin vyrábět alkoholické nápoje.

Vedou se spory o tom, zda prvním alkoholickým nápojem bylo pivo, nebo víno. Víno se vyrábělo na území Blízkého východu již před 6000 či 8000 lety. Ve starověkém Egyptě bylo víno již velice rozšířené. Do Řecka se alkohol dovážel. Řekové a Římané měli dokonce i bohy vína, Dionýsa a Baccha. Do Francie se vinná réva dostala asi v 5. století našeho letopočtu.

První dochované informace o konzumaci piva pocházejí ze starověké Mezopotámie z doby před 7 až 8 tisíci let. Na egyptských kamenných deskách můžeme nalézt první návody na výrobu piva.

Kvašením lze vyrobit nápoje o obsahu do 14 % alkoholu. Ačkoli destilace byla lidem známa již ve starověku, první destilovaný alkohol byl vyroben až v 11. století. Ne že by lidé ve starověku nezkoušeli destilovat víno, ale výsledkem destilace vína byl nápoj, chutnající jako voda. A byla to skutečně voda, neboť ve starověku neznali chlazení, a tak jim veškerý alkohol vytěkal. A tak si lidé museli na „zábavu“ spojenou s tvrdým alkoholem ještě chvíli počkat.

V některých kulturách byl alkohol zakázaný. Již ve starověku jej odmítali např. Konfucius, Buddha či Mohamed. V moderní historii se s prohibicí

setkáváme ve 20. letech 20. století v USA, její zavedení se však minulo účinkem. I dnes je v některých zemích (např. severské země jako Norsko, Švédsko) konzumace alkoholu výrazně omezena.

14. Dostupnost

Alkohol je v České republice velice snadno dostupný, neboť patří k legálním drogám. Běžně se prodává v supermarketech a alkoholické nápoje si lze objednat v restauracích. Není neobvyklé, že k alkoholu mají přístup i mladiství. Stát zdaňuje líh spotřební daní ve výši 234 Kč na 1 l absolutního alkoholu (rok 2003).

15. Příbuzné látky

Methanol

Je ethanolu velice podobný, smysly jej prakticky nelze odlišit. Vzniká při výrobě lihových destilátů destilací zkvašeného ovoce jako vedlejší produkt z dřevnatých částí (např. pecky). Ty obsahují polysacharidy s methylovanými hydroxylovými skupinami, které se varem rozkládají a uvolňují methanol. Methanol má teplotu varu nižší než ethanol, proto jej lze z větší části od ethanolu oddělit frakční destilací.

Methanol jako takový není pro lidský organismus škodlivý. Toxické jsou až produkty jeho metabolismu. Methanol je alkoholdehydrogenasou oxidován na formaldehyd, který je pro organismus vysoce jedovatý. Alkoholdehydrogenasa buněk očního nervu si tak sama z methanolu vyrobí formaldehyd, který poté způsobí slepotu. Je však důležité si uvědomit, že jde o tutéž alkoholdehydrogenasu, která oxiduje ethanol. Proto jsou-li v těle přítomny oba tyto alkoholy, je ethanol oxidován přednostně a methanol je bezpečně vyloučen. Ethanol tedy funguje jako protijed methanolu. Proto může být v destilátech obsaženo zdanlivě velké množství methanolu.

Ethanol + rohypnol

Ethanol spolu s rohypnolem působí obluzení, účinek obou látek se zesiluje. Po odeznění snových stavů se objevuje ztráta paměti a velmi nepříjemné abstinenci příznaky. Kombinace jakéhokoliv léku z ethanolem může být nebezpečná, protože lze jen těžko předpokládat, jak spolu budou reagovat.

16. Literatura

1. <http://toppub.cz>
2. Tesař, J.: Soudní lékařství, druhé vydání, Avicenum, 1976, Praha
3. <http://en2.wikipedia.org/wiki/Ethanol>
4. <http://www.drogovaporadna.cz/rubrika.php?rubrika=45>
5. http://biochemie.web.med.uni-muenchen.de/Yeast_Biology/

