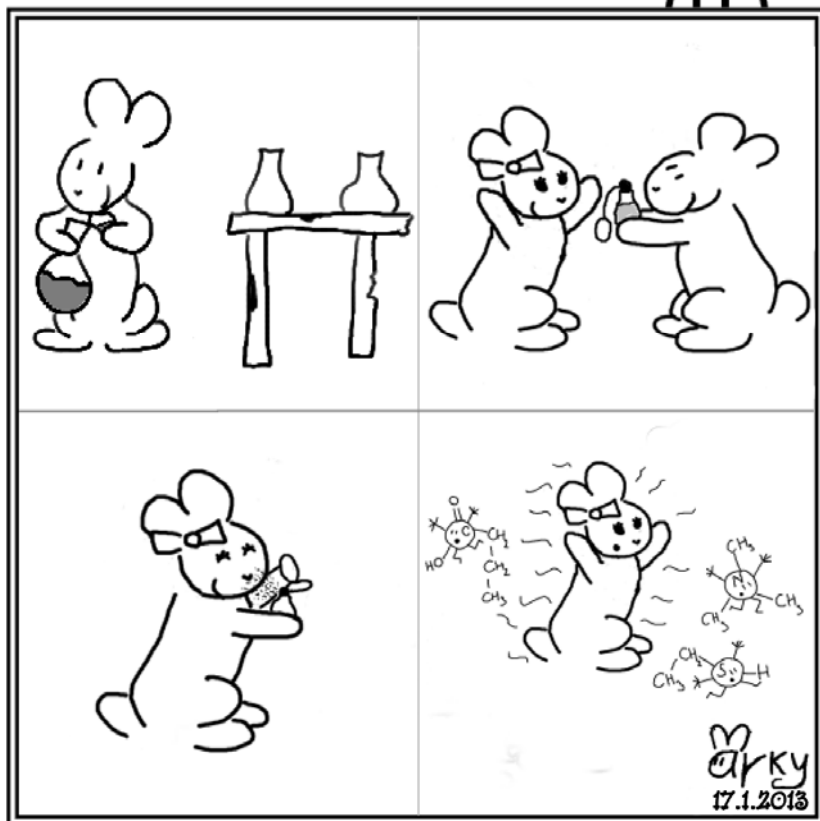


Zajíček chemik



Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 11 (2012/2013)

Série 3

Faraonovi hadi

Pokus na ven

Vzduch nad Hromádkou se tetelí horkem, občas vyšlehnou i slabě oranžové plameny. A tu se z Hromádky Osudu začíná k nebi vypínat černý, hadu podobný tvor. Roste vzhůru, kroutí se a padá z Hromádky, aby se zas mohl vypínat k nebi...

Pomůcky: Nehořlavá podložka, lžička, třecí miska, kádinka, zápalky, stříčka s lihem, cukr, jedlá soda, popel/rozdrcené dřevěné uhlí.

Provedení: Nejprve si připravte směs, ze které hadi rostou. Smíchejte 1 lžičku jedlé sody (hydrogenuhličitan sodný) a 9 lžiček cukru lehce rozetřeného v třecí misce (moučkový cukr není vhodný, je moc jemný). Následně si připravte „hnízdo“ ze kterého hadi porostou. Na nehořlavou podložku nasypete hromádku popela nebo rozdrceného dřevěného uhlí (ideální je pokus provádět přímo na ohništi). Na vrcholu hromádky udělejte lžičkou malý důlek, do kterého nasypete trochu směsi cukru se sodou. Hromádku následně lehce postříkejte lihem a opatrně zapalte (použijte ochranné brýle, stříčku s lihem uchovávejte v dostatečné vzdálenosti od plamene, nikdy nepřilívejte lih do ohně!).

Likvidace materiálu: Veškeré pevné zbytky lze na ohništi rovnou spálit, nebo vyhodit do komunálního odpadu.

Polyakrylát sodný

Pokus na doma

Objevujte svět, když máte zadeček v suchu. Naše úžasné plenky nemusíte měnit tak často jako běžné dětské plenky! Nyní až do 10 kilo!

Pomůcky: Dětská plenka („pemprska“ – nepoužitá!), nůž, kádinka, voda.

Provedení: Vezměte dětskou plenku a podélně jí rozřízněte. Uvnitř naleznete něco, co vypadá jako směs vaty s malými plastovými kuličkami. Právě tento materiál je zodpovědný za obrovskou absorpční schopnost plenek. Do kádinky dejte trochu této hmoty a přilijte vodu. Po chvíli je zřetelně vidět, jak materiál nabobtnal. Zkuste, zda se všechna voda vsákla, pokud ano, přilijte další. Můžete zkusit experimentálně zjistit absorpční schopnost materiálu, tedy, kolik kapaliny dokáže nasorbovat 1 g sorbentu.

Nabobtnalý gel z plenek můžete využít jako substrát pro pěstování různých plodin, zajišťuje dostatečný přísun vody a nevysychá.

Likvidace materiálu: Veškeré pevné zbytky můžete vyhodit do komunálního odpadu.

Pyrogel*Pokus do laboratoře*

Gel je koloidní soustava tvořená trojrozměrnou sítí pevné látky, která zadržuje kapalinu (rozpuštědlo). V tomto pokusu připravíte gel z octanu vápenatého a ethanolu.

Pomůcky: Dvě kádinky, octan vápenatý, ethanol, sirky, hodinové sklíčko.

Provedení: V první kádince si připravte roztok 4 g octanu vápenatého ve 13 cm³ vody. Do druhé nalijte 100 cm³ ethanolu. Přidejte ethanol k roztoku octanu, několik vteřin počkejte a obraťte kádinku se směsí dnem vzhůru. V kádince vznikl pevný gel, takže směs nevypadne. Skutečnost, že líh je uzavřený v pórech vzniklého gelu, dokážeme jednoduše tak, že gel zapálíme sirkou. Povrch gelu hoří světle modrým plamenem stejně jako čistý ethanol. Celých 100 cm³ lihu obsažených v gelu by hořelo poměrně dlouho, pokud nechceme čekat, přikryjeme kádinku hodinovým sklíčkem, čímž plamen uhasíme.

Pokud si přejete barevný gel, je možné k octanu přidat malé množství roztoku hydroxidu sodného a do lihu kápnout několik kapek fenolfaleinu. Vzniklý gel bude růžový.

Pokud nemáte k dispozici octan vápenatý, je možné jej připravit z kyseliny octové a oxidu, případně hydroxidu vápenatého. Na vypočtené množství CaO či Ca(OH)₂ kápněte vypočtené množství kyseliny octové, zamíchejte. Pravděpodobně nevznikne zcela čirý roztok, ale i tak by pokus měl fungovat. Pokud ne, vezměte příště více kyseliny. Takto připravený roztok octanu vápenatého zřed'te vodou na vhodný objem (asi 13 cm³ na 4 g octanu) a opět přidejte líh.

Likvidace materiálů: Zbytek gelu spláchněte do výlevky (důkladně rozmělněný).



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

Milí příznivci chemie i ostatních přírodovědných oborů!

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

Jak KSICHT probíhá?

Korespondenční seminář je soutěž, při níž si vy, řešitelé KSICHTu, dopisujete s námi, autory, a naopak. Vy nám pošlete řešení zadaných úloh, my vše opravíme, ohodnotíme a zašleme vám je zpátky s příloženým autorským řešením a pěti úlohami nové série. To všechno se za celý školní rok čtyřikrát zopakuje.

Jak se tedy můžete stát řešiteli KSICHTu?

Není nic jednoduššího! Stačí se jen zaregistrovat¹ na našich webových stránkách. Řešení nám poté můžete posílat buď klasicky na adresu KSICHT, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Hlavova 2030, 128 43 Praha 2 nebo elektronicky přes webový formulář² jako soubory typu PDF.

V případě jakýchkoliv dotazů či nejasností se na nás prosím kdykoliv obraťte e-mailem ksicht@natur.cuni.cz.

Každou úlohu vypracujte na zvláštní papír (aspoň formátu A5, menší kusy papíru mají totiž tendenci se ztrácet), uveďte svoje celé jméno, název a číslo úlohy! Řešení pište čitelně, vezte, že nemůžeme považovat za správné něco, co nelze přečíst.

V případě, že posíláte úlohy přes webový formulář, uložte každou úlohu do samostatného souboru typu PDF a nezapomeňte v záhlaví každé stránky uvést svoje celé jméno, název a číslo úlohy! Více informací o elektronickém odesílání

¹ <http://ksicht.natur.cuni.cz/prihlaska>

² <http://ksicht.natur.cuni.cz/odeslani-reseni>

řešení naleznete přímo na stránce s formulářem. Neposílejte nám prosím naskenovaná řešení, neboť jsou často velice špatně čitelná. Výjimkou jsou nakreslené a naskenované obrázky, které připojíte k řešení napsanému na počítači.

Do řešení také pište všechny vaše postupy, kterými jste dospěli k výsledku, neboť i ty budujeme. Uveďte raději více než méně, protože se může stát, že za strohou odpověď nemůžeme dát téměř žádné body, ačkoli je správná. Řešení vypracovávejte samostatně, neboť při společném řešení se spoluřešitelé podělí o získané body rovným dílem.

Tipy a triky

Pro kreslení chemických vzorců doporučujeme používat programy dostupné zdarma: MDL ISIS/Draw 2.5 (freeware s povinnou registrací; Windows, Mac OS), ChemSketch 10.0 Freeware (freeware s povinnou registrací; Windows) a Chemtool (GPL; Linux).

KSICHT na Internetu

Na webových stránkách KSICHTu³ naleznete brožurku ve formátu PDF a rovněž aktuální informace o připravovaných akcích.

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

Výlet s KSICHTem

Pozor, pozor! I letos se bude konat jarní výlet s KSICHTem. Místo a přesné datum bude upřesněno. Prosíme zájemce, aby se včas zaregistrovali na stránkách KSICHTu⁴. Zaregistrujte se však co nejdříve, počet míst je omezen! Informace k výletu budeme na webu průběžně aktualizovat.

Termín odeslání 3. série

Série bude ukončena 4. března 2013. Vyřešené úlohy je třeba odeslat nejpozději v tento den (rozhoduje datum poštovního razítka či čas na serveru KSICHTu).

³ <http://ksicht.natur.cuni.cz>

⁴ <http://ksicht.natur.cuni.cz/akce-ksichtu>

Podchlazená kapalina

Pokus do laboratoře

Octan sodný je běžně k dostání jako trihydrát, obsahuje tedy ve své krystalické mřížce uzavřenou vodu. Při zahřívání se tato voda uvolní a octan se rozpustí “ve vlastní šťávě“, čímž vznikne přesycený roztok. Jeho ochlazením by mělo dojít k opětovné krystalizaci octanu, která ale nenastane, dokud není systému dodán vhodný impulz: zárodečný krystal, vnoření kovové špachtle apod. Krystalizace trihydrátu octanu sodného (i ostatních hydratovaných solí) je exotermický děj.

Pomůcky: Zkumavka (čistá, nepoškrábaná), kapátko, lednice, vařič (kahan), octan sodný (trihydrát), voda.

Provedení: Do zkumavky nasypete asi 5 cm vysokou vrstvu trihydrátu octanu sodného, kapátkem přidejte asi 10 kapek vody. Mírným plamenem kahanu (nebo ve vodní lázni) směs pomalu zahřívajte, dokud nevznikne čirý roztok. Pokud zahříváte kahanem, zahřívajte u vrcholu plamene, aby ohřev probíhal skutečně pomalu. Zkumavkou otáčejte.

Vznikl přesycený roztok octanu sodného. Zkumavku ve svislé poloze přeneste k výlevce a ochlaďte proudem studené vody. V této fázi se pokus často nezdaří a dojde k předčasné krystalizaci, ta může být způsobena nečistotami (na stěnách zkumavky či spadlým smítkem), případně kontaktem s prstencem pevného octanu, který po skončení zahřívání zůstane na stěnách zkumavky nad roztokem. Je proto třeba držet zkumavku svisle, aby se zamezilo kontaktu roztoku s tímto možným krystalizačním centrem.

Jakmile je octan vychlazený (vlažný či úplně studený), přerušete chlazení a vhodným impulsem spustíte krystalizaci – můžete do zkumavky vhodit krystalek octanu, dotknout se špachtlí hladiny roztoku či dodat jiný mechanický impulz. Pozorujte krystalizaci, která začne probíhat od dodaného zárodečného centra. Dotykem se ujistěte, že děj je skutečně exotermický.

S trochou cviku je toto provedení pokusu možné zvládnout vcelku rutinně. Na internetu je možné najít mnoho videí s větším množstvím octanu, který se z baňky či kádinky nalévá na krystalek položený na vhodné podložce a před očima „roste“ krápník (sněhulák, strašidlo...). Takovéto provedení vyžaduje kromě perfektně hladkého skla také cvik a trpělivost, podle našich zkušeností je míra neúspěšnosti těchto pokusů velmi vysoká – obvykle roztok zkrystalizuje už v baňce.

Kromě octanu sodného lze pokus úspěšně provádět s pentahydrátem thiosíranu sodného, který ovšem krystalizuje o něco pomaleji než octan.

Likvidace materiálu: Po pokusu nechte octan sodný vyschnout a zrecykujte. Pokud potřebujete uvolnit sklo, roztavte opět octan nad kahanem a vylejte jej do výlevky. Zkumavku po vychladnutí umyjte vodou, octan je v ní dobře rozpustný, zbytky se odstraní velmi rychle.

Nenewtonovská kapalina*Pokus na doma*

Škrob je polymerní látka zajímavých vlastností. Připravíme-li suspenzi škrobu ve vodě, mohou po sobě za normálních okolností jednotlivé makromolekuly volně klouzat. Vystavíme-li tento systém tlaku, pohyblivost molekul je omezena a materiál tuhne (svůj díl v tom pravděpodobně hrají i vodíkové můstky, kterými jsou jednotlivé molekuly propojeny). Obdobně se chová tekutý písek, bažina nebo bahno. Když spadnete do bahna, pomalu klesáte ke dnu, ale jakmile se pokoušíte vyprostit, bahno se okolo vás sevře a nepustí vás. Populární jsou také pokusy, kdy si experimentátoři namíchali celý bazén nenewtonovské kapaliny. Po hladině pak bylo možné běhat. Čím víc člověk dupe, tím je kapalina pevnější, pokud se ale zastaví, hmota je opět kapalná a začne se pod tíhou propadat (a bez cizí pomoci tak může člověk i utonout).

Pomůcky: Plastová vanička nebo jiná široká nádoba, škrob, voda.

Provedení: Do plastové vaničky nasypete škrob, vhodné množství je aspoň 250 g. Trochu škrobu si nechejte stranou, abyste v případě přílišného zředění materiálu měli směs čím zahustit. Začněte míchat škrob ve vaničce a pomalu přilévajte vodu. Směs se nejlépe promíchává rukama. Správná konzistence vypadá tak, že směs bude tekutá, ale podaří se vám z ní „umačkat“ kuličku, která se rozteče, když na ni přestanete tlačit. Pokud jste udělali směs příliš řídkou, přisypte trochu škrobu.

Nyní si vyzkoušejte vlastnosti tohoto materiálu. Zkuste ponořit ruku až na dno vaničky. Pomalu to jde, ale když do hladiny kapaliny praštíte pěstí, je to, jako kdybyste praštili do zdi. Můžete také zvednout celou vaničku – nechte svou ruku klesnout až na dno a pak ji rychle zvedněte. Hmota ztuhne a vy spolu s rukou zvednete i vaničku. Ze směsi lze vytvořit kuličku, která je pevná pouze dokud na ni tlačíte a mačkáte ji v ruce. Dalším zajímavým trikem je nalít trochu směsi na nějakou rovnou plochu, loužičku sebrat a přenést ji zpět do vaničky.

Během „matlání se“ ve směsi pomalu dochází k odpařování vody, je potřeba ji občas doplnit. Směs se bohužel příliš dlouho nedá uchovávat ve vlhkém stavu, z rukou a vzduchu se do ní dostanou různé mikroorganismy, pro které je vlhký škrob ideální prostředí pro množení. Směs se proto začne za několik dní rozkládat a smrdět.

Likvidace materiálu: Škrob nechte vyschnout a zrecykujte, použitý škrob lze vyhodit do komunálního odpadu (nebo bioodpadu).

Úvodníček

Drahé Ksicht'ačky, draží Ksicht'áci,

začátek letošního roku byl ve znamení volebního souboje prezidentských kandidátů. Nepamatuji si, kdy naposledy byla atmosféra ve společnosti natolik zaměřena na jediné téma. Chápu, že po takto vypjatém souboji se velice špatně konkuruje s chemickými úlohami, byť sebelépe napsanými, a abych vám proto tento nelehký přechod od trojitých brad k trojným vazbám usnadnil, pokusím se vám představit úlohy v této sérii tak, jak jste byli v minulém měsíci zvyklí.

Kandidát s volebním číslem jedna je známý především svým zaměřením na otázku bezpečnosti. Jeho přirozeností je kolem sebe koordinovat molekuly z rozdílného chemického prostředí a přimět je ke spolupráci. Slabou stránkou tohoto kandidáta pak jsou velice nestandardní vazby, kvůli kterým se stává často terčem kritiky. Jméno kandidáta je Úloha bezpečná.

Volební číslo dva je svou povahou velice shánčlivé. Tento kandidát je zvyklý na tvrdou tržní konkurenci a snaží se proto trhnout, co může. Zlé jazyky však tvrdí, že stačí náhlá změna chemických podmínek a vše, čeho se doposud pevně držel, ho jako mávnutím kouzelného proutku přestane zcela zajímat. Pod dvojkou se nachází Úloha iontoměničová.

Zástupkyně za Stranu zelených s číslem tři je řecko-westerského původu a hovoří pouze anglicky. Mezi chemiky je známa svými legendárními plamennými projevy a zápalem pro věc. Oponenty je jí však vyčítáno, že neví kdy přestat a že vyznává pouze politiku spálené země.

Kandidát s číslem čtyři je preferován především voliči se zájmem o to, co má člověk uvnitř. Tento kandidát je znám jako zastánce striktních regulací v oblasti distribuce a zpracování cukru. Poprvé jsme se s jeho jménem mohli setkat již v roce 1955, a ač jeho nadměrná přítomnost spolehlivě vyvolá u mnoha lidí nevolnost, v současné době se bez něj neobejdeme.

Jako poslední je svým číslem pět kandidát Ligy za oddělení vodíku od organických reakcí. Tento radikální program se mnohým může zdát být prakticky neuskutečnitelný. Dosavadní výsledky shrnuté v úloze páté však ukazují, že vše nejspíše není tak černobílé, jak by se mohlo zdát.

Tímto se s vámi a politickými úvodníky loučím, přeji příjemné řešení a doufám v opětovné setkání – tentokrát snad již pod rozkvetlými stromy.

Honza Havlík

Zadání úloh 3. série 11. ročníku KSICHTu**Úloha č. 1: Vzkaz od organizátorů KSICHTu (III/IV)
Bezpečná****(10 bodů)**

Autoři: Jan Bartoň, Barbora Szmolková



Na základě obvinění z neúmyslného ublížení na zdraví a následných žádostí o vyplacení odškodného jsme se rozhodli vytvořit úlohu zcela jednoduchou a naprosto bezpečnou. Z lékařských zpráv přiložených k soudním spisům bylo vyhodnoceno, že nejnebezpečnějšími nástroji jsou nůžky a lepidlo. K řešení následující úlohy tudíž tyto nebezpečné předměty nepoužijeme a nahradíme je papírem, tužkou a pastelkami. Abychom se vyhnuli dalším

případným soudním tahanicím, přikládáme upozornění na rizikové faktory, jako jsou tenké hrany papíru a špičatý konec tužky a pastelek. Nezapomeňte informovat blízké okolí o zamýšlené aktivitě. Nezletil by ji měli vykonávat pod dozorem zletilé osoby. Autoři nejsou zodpovědní za případné majetkové a zdravotní újmy. ☺

Pojďme se spolu vrátit do dětství. Znova se pokusme pospojovat tečky v obrázek a následně jej vybarvit, jak jsme to dělávali kdysi. Dříve, než se vám podaří obrázek vytvořit, budete se ale muset prokousat našimi záluďnými otázkami, které vám poskytnou umístění stěžejních bodů na papírech.

V minulé úloze jste zjistili, co je koordinační chemie. Nyní uvidíte, že co do tvarů, velikostí a oxidačních čísel se představivosti v koordinační chemii meze nekladou...

1. Co je to koordinační vazba? V čem se liší od kovalentní chemické vazby?

Název koordinační sloučeniny je tvořen počty a názvy ligandů spolu s označením centrálního atomu. Počet ligandů se udává číslovkovou předponou (pro složený ligand se používají násobné předpony), název ligandu určuje IUPAC. Jednotlivé ligandy jsou řazeny abecedně a jsou odděleny pomlčkou. Název posledního ligandu se píše dohromady s centrálním atomem. Pro centrální atom je použit český kmen se zakončením vyjadřující oxidační číslo. Například sloučenina $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Br}_2$ má název bromid pentammin-chlorokobaltitý. Br^- jako protion kompenzující náboj komplexního kationtu nábývá koncovky -id, jako ligand koncovky -o, respektive nověji je používána koncovka -ido⁵.

Pomůcky: Dvě kádinky (nebo jiné podobné nádoby), tyčinka na míchání, lepidlo Herkules (nebo jiné akrylátové lepidlo), borax.

Provedení: Do kádinky nalijte asi 25 cm³ lepidla Herkules a zřed'te 25 cm³ vody. Ve druhé kádince rozpus'te 1 g boraxu ve 25 cm³ vody. Za intenzivního míchání skleněnou tyčinkou pomalu přidávejte roztok boraxu do lepidla. Hmota poměrně rychle polymeruje – vzniká elastický materiál podobný žvýkačce. Jakmile se zdá, že je reakce ukončena (nevzniká více „gulepu“), přestaňte přidávat borax, vyjměte připravenou hmotu z kádinky a nechte okapat přebytečný matečný roztok. Pozorujte mechanické vlastnosti produktu, hrajte si. Herkules je možné obarvit potravinářským barvivem, pokud vám bílý gulep nestačí.

Produkt si neuchová své vlastnosti dlouhodobě, postupně vysychá.

Pozor na koberce!

Likvidace materiálu: Pevné látky lze vyhodit do komunálního odpadu, kapalné vylít do výlevky.

Sliz ze škrobu*Pokus na doma*

Podobně jako jsme v předchozím návodu prosířovali pomocí boraxu polymerní řetězce akrylátového lepidla, lze zesířovat i makromolekuly škrobu. Výslednou látku pak nebude pevná „chytrá“ plastelína, ale škrobový sliz.

Pomůcky: Dvě kádinky, skleněná tyčinka, voda, škrob, borax, potravinářské barvivo.

Provedení: V kádince nechte ohřát 100 cm³ vody k varu. Zatím si ve druhé kádince připravte suspenzi 10 g škrobu ve 20 cm³ vody. Jakmile se voda v první kádince začne vařit, pomalu přilijte suspenzi škrobu. Přestaňte první kádinku zahřívát a intenzivně obsahem míchejte. Ve třetí kádince si připravte nasycený roztok boraxu v 10 cm³ vody, směs obarvete potravinářským barvivem. Roztok boraxu přilijte k ještě horkému „puďinku“ a intenzivně míchejte. Po vychladnutí dostanete barevný sliz.

Konzistenci slizu můžete měnit změnou množství škrobu, ze které při výrobě vycházíte.

Likvidace materiálu: Veškeré zbytky lze vylít do výlevky (raději do záchodu), případně do komunálního odpadu.

⁵ Red book, http://old.iupac.org/publications/books/rbook/Red_Book_2005.pdf

Seriál: Efektní pokusy v chemii

Autoři: Luděk Míka a Václav Kubát

Drahé KSICHŤačky, drazí KSICHŤáci!

Bezpečnost práce

Nepřeskakovat! Toto je nejdůležitější část celého seriálu!

Musíte si uvědomit, že práce v chemické laboratoři není jen pozorování pěkných efektů. Jde především o to, abyste se mohli ve zdraví podívat nejen na jeden pokus, ale i na druhý, třetí a další.

Všechny pokusy, o kterých budete v seriálu číst, provádějte pod dozorem dospělého chemika, který ví, jak se při pokusech bezpečně chovat. Můžete požádat vaše učitele chemie, staršího kamaráda či příbuzného. Uvědomte si, že dle zákona nesmíte sami pracovat s některými chemikáliemi (obzvláště, když je vám méně než 15 let). Přítomnost dospělé poučené osoby je nezbytná. Dodržujte laboratorní řád a všechny zásady bezpečné práce v chemické laboratoři, zejména používání ochranných prostředků (to není jen laboratorní plášť, ale také ochrana očí – nasazené laboratorní brýle, případně obličejový štít). Pracujte klidně, soustřeďte se pouze na prováděný pokus.

Autoři seriálu konstatují, že všechny pokusy vlastnoručně vyzkoušeli a stále mají všechny prsty na svých místech. Nicméně vezměte prosím na vědomí, že všechny uvedené pokusy nás někdo zkušenější osobně naučil (nejčastěji na fakultě), stál nám v laboratoři za zády a vysvětloval, co a jak udělat, aby vše dopadlo dobře. Sežeňte si takového zkušeného chemika, který vám s pokusy pomůže a poradí!

V neposlední řadě jsme povinni vás upozornit, že všechny pokusy děláte na svoji vlastní odpovědnost a autoři nenesou odpovědnost za škody způsobené na zdraví a majetku.

Díl třetí: Zajímavé materiály**Gulep***Pokus na doma*

Neváhejte a vyzkoušejte! Vzniká úžasná „hmota“!

Herkules je tvořen polymerní látkou, která teče, protože jednotlivé makromolekuly se po sobě mohou volně pohybovat. Přídavkem boraxu dojde k zesíťování jednotlivých makromolekul do složitější 3D sítě pomocí borátových jednotek. Pohyb molekul po sobě je znemožněn, čímž vzniká pevnější, ale elastický materiál.

2. Čím se liší H_2O , NH_3 , CO a NO od ostatních ligandů? Pojmenujte tyto ligandy.

Někdy může být centrální atom nabit záporně, poté mu přísluší koncovka –id. Pokud nelze jednoznačně určit oxidační číslo centrálního atomu, je možné specifikovat jeho náboj pomocí závorčky: tetrakarbonylferrid(2-) sodný – $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CO})_4]$. Není-li centrální atom nabitý, je použit název prvku v prvním (resp. druhém) pádě: $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ – pentakarbonylželezo nebo pentakarbonylželeza.

K názvu komplexu, který je jako sloučenina nabitý, připišeme kation/anion.

3. Tabulku 1 přepište do vašeho řešení a doplňte do ní chybějící názvy, vzorce a koordinační čísla (k.č.) centrálních atomů. Při pojmenovávání můžete použít zkratky názvu ligandů.

Tabulka 1. Koordinační sloučeniny

	Název	Vzorec	k.č.
A	trijodortuřnatanový anion		
B	chlorid tris(2-aminoethyl)amin-chlorokobaltitý		
C		$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$	
D		$[\text{ReH}_9]^{2-}$	
E		$(\text{NH}_4)_3[\text{AlBrF}_5]$	
F	heptafluorozirkoničitanový anion		
G	tetraaqua-ethylendiamintetraacetatolanthanitanový anion		
H	hexanitratoceritanový anion		
CH		$(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$	
I		$[\text{Mo}(\text{CN})_8]^{3-}$	
J	kation tetraaqua-dichlorochromitý		
K		$[\text{Zn}(\text{edta})]^{2-}$	
L		$[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$	
M		$\text{Cs}_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$	

Poznámka: Sloučenina „CH“ sice není koordinační sloučenina, ale zato se jedná o zajímavou organokovovou sloučeninu.

4. Vypracujte odpovědi na následující otázky:

a. Nakreslete geometrické vzorce sloučenin a jejich izomery (pokud existují): B, C, J, K, L.

Nápověda: Ne vždy je první obrázek ve vyhledávači správný...

- b. Proč je sloučenina CH toxická? Vysvětlete rozdíl mezi toxicitou této látky a elementární rtuťi.
- c. K čemu a proč se používá ligand sloučeniny K v analytické chemii?
- d. Vysvětlete na sloučenině L pojem hapticita. Jakým způsobem se značí?
- e. Napište rovnici přípravy sloučeniny L. Kdy byla poprvé připravena? Co byste dostali, kdybyste se ji pokusili objednat ve fastfoodu?

Nápověda: Pravděpodobně pod jiným než systematickým názvem, jinak byste asi dostali pánvičkou po hlavě. ☺

Dosazením koordinačních čísel získaných v Tabulce 1 za odpovídající písmena v Tabulce 2 získáte souřadnice bodů. Body zakreslete do jednotlivých obrázků (I, II a III) a pospojujte vzestupně body v každém obrázku.

5. Vhodným překrytím obrázků (vrstev) dostanete konečný obrázek. Určete, co je na obrázku, a vysvětlete spojitost s koordinační chemií.

Nápověda: Obrázek úzce souvisí například se sloučeninou G nebo K.

6. Jednotlivé vrstvy obrázku překreslete na jeden papír a vybarvěte dle vašeho nejlepšího uměleckého cítění. Poté ho zašlete společně s řešením. Nejkrásnější výtvořky budou otisknuty v příští sérii a oceněny pravděpodobně sladkou odměnou.

V této úloze se rovněž nacházejí poslední dvě části šifry, která vás provází celým ročníkem 2012/2013.

7. Čtvrtou část šifry získáte přečtením koordinačních čísel sloučenin:

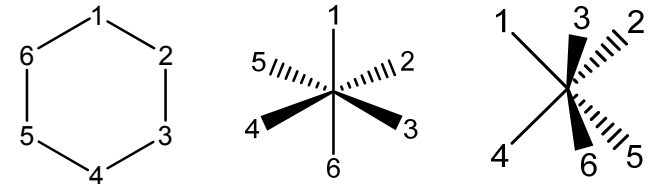
A, B, C, D, E, F, G, H – 1, CH, I, E – B

8. Pátou část šifry dostanete z následujících koordinačních čísel:

H, B – C, D, B, A, CH, I – CH, F – C, M, F – K, G – D

$[MA_3B_3]X_3$ vykazují izomerii fac-mer (podle slov *faciální* – plošný, kdy lze 3 ligandy spojit pomocí trojúhelníkové plošky, a *meridionální* – poledníkovitý, kdy lze 3 ligandy spojit pomocí přímky).

11. V závorce jsou uvedeny jedinečné kombinace poloh atomu B



$M(A_5B)X_3$	1 (1)	1 (1)	1 (1)
$M(A_4B_2)X_3$	3 (1,2) (1,3)(1,4)	2 (1,2)(1,6)	3 (1,2)(1,4)(1,5)
$M(A_3B_3)X_3$	3 (1,2,3)(1,2,4)(1,3,5)	2 (1,2,3)(1,2,4)	3 (1,2,3)(1,2,4)(1,2,6)

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

Ekvivalentní zobrazení dusičnanového aniontu NO_3^- . Z prvního vzorce je viditelné, že atom dusíku je zde čtyřvázný, druhé zobrazení ukazuje rovnoměrné rozložení záporného náboje mezi záporně nabitými atomy kyslíku a řád vazby je jedenapůltý.

Aby mohl být dusík pětivázný, musel by vyexcitovat nějaké elektrony do vyšších orbitalů. Excitace elektronů do orbitalu 3s je zakázána výběrovými pravidly stejně jako do orbitalu 2d, který kromě toho ani neexistuje.

- Molekula má vnější a vnitřní koordinační sféru. Ve vnitřní sféře jsou ligandy vázané koordinační vazbou na centrální atom. Ve vnější sféře jsou aniony a jsou „vázaný“ iontovými interakcemi. Atomu kovu se říká centrální atom.
- Elektron byl objeven 1897 Angličanem J. J. Thomsonem. Nejobecněji lze chemickou vazbu definovat jako sdílení elektronového páru, které vede k poklesu energie mezi dvěma atomy oproti dvěma původním izolovaným atomům.
- Lewisova teorie kyselin a zásad vznikla 30 let (1923) po vydání Wernerovy teorie, takže ho ovlivnit nemohla. Podle Lewisovy teorie jde o sdílení elektronových párů a volných orbitalů na centrálním atomu. Až v roce 1904 byla Richard Abbeg přišel s oktetovým pravidlem a rozšířil pojem koordinačního čísla na valenci.
- Na konci 19. století žádná taková metoda ještě neexistovala. Werner dokázal svou teorii čistě experimentálně. Připravil dostatečné množství komplexů, u kterých rozdělil optické antipody. Ty lze připravit pouze vhodným uspořádáním ligandů kolem centrálního atomu. Navržené lineární řetězce nemohou vykazovat optickou aktivitu a navržená hypotéza tedy popisovala skutečnost lépe než uznávané hypotézy. Z dnes dostupných metod je nejvhodnější NMR nebo rentgenostrukturní analýza.
- Obecně se jednalo o elementární analýzu, tj. ze spálené látky bylo kvalitativní analýzou určeno zastoupení prvků. Učením spalných a slučovacích tepel bylo identifikováno množství a druh vzniklých produktů. Počet halogenidových skupin v aniontu bylo možné zjistit srážením s dusičnanem stříbrným a podle vyloučeného množství stříbrného halogenidu bylo možno určit, kolik ekvivalentů halogenidu je v roztoku volných a kolik pevně vázaných na centrální atom. U $[\text{Cr}(\text{NH}_3)]\text{Cl}_3$ to konkrétně znamená, že by se zjistil počet volný chloridových aniontů a ze spalných tepel se zpětně dopočítalo, kolik molekul čpavku je koordinačně vázáno.
- Jev se nazývá izomerie a tento konkrétní typ se nazývá izomerie geometrická. Sloučeniny o složení $[\text{MA}_4\text{B}_2]\text{X}_3$ vykazují izomerii typu cis-trans (nebo Z-E z německého *zusammen* dohromady a *entgegen* naproti) a sloučeniny o složení

Tabulka 2. Souřadnice pro obrázky

I [x,y]			II [x,y]						III [x,y]		
1	-E	A	1	-C	I	27	-D	-D	1	-B	0
2	-B	L	2	CH	F	28	-M	-K	2	-E	1
3	-C	CH	3	L	I	29	-CH	-A	3	-M	CH
4	-M	1	4	A	I	30	-CH	1	4	-CH	0
5	-CH	-1	5	A	F	31	-C	A	5	-A	-L
6	-CH	-A	6	B	I	32	-B	B	6	-B	-A
7	-1	-K	7	J	F	33	-J	B	7	-F	-1
8	1	-F	8	C	K				8	-F	1
9	0	-CH	9	B	M				9	-E	A
10	L	-J	10	C	B				10	-CH	B
11	CH	-1	11	M	A				11	1	C
12	1	1	12	A	B				12	A	0
13	-M	B	13	CH	B				13	A	-L
14	-C	K	14	0	M				14	M	0
15	-A	B	15	CH	CH				15	B	C
16	-M	F	16	L	-M				16	I	F
17	0	B	17	1	-F				17	H-1	I
18	CH	L	18	-1	-H+1				18	B	H-1
19	A	0	19	0	-F				19	-C	I
20	1	1	20	1	-A				20	-F	A
			21	0	0				21	-I	-CH
			22	1	1				22	-B	-F
			23	-1	CH				23	-1	-D
			24	0	0				24	A	-I
			25	-1	-M				25	F	-B
			26	-CH	-K				26	I	-A

Poznámka: Písmeno O v tabulce není, jedná se o nulu.

Úloha č. 2: Iontoměničová**(10 bodů)**

Autor: Luděk Míka



Iontoměniče jsou polymerní látky, většinou ve formě malých kuliček, které jsou schopné na svém povrchu vázat buď anionty, nebo kationy. V prvním případě se jedná o aniontové iontoměniče, zkráceně anexy, v případě druhém hovoříme o kationtových iontoměničích, katexech.

Jedna z látek, ze které jsou iontoměniče vyráběny, je zpolymerovaná směs styrenu a divinylbenzenu. Na rozdíl od polymerace čistého styrenu, při níž dochází k růstu nevětvených řetězců polymeru, při polymeraci směsi styrenu a divinylbenzenu vznikne rozvětvená polymerní síť, ve které jsou jednotlivé polymerní řetězce navzájem spojeny. Pokud substituujeme atomy vodíku na benzenových jádrech za jiné funkční skupiny, dostaneme funkční polymery. Tyto funkční skupiny se nevyskytují jen na povrchu kuliček, ale i uvnitř struktury. Voda a další rozpouštědla mohou pronikat dovnitř kuličky.

Pokud budou na benzenových jádrech navěšeny kyselé skupiny (-SO₃H, -COOH...), bude se iontoměnič chovat jako kyselina. Bude možné jej např. zneutralizovat – kyselé vodíky zreagují s bází (např. NaOH) za vzniku vody a sodné soli kyselé skupiny („sůl ionexu“). Protože jsou kyselé skupiny pevně ukotveny na polymeru, zachytí se tak i kationty.

Stejně jako u anorganických solí funguje i u iontoměničů vytěsňování – silnější kyselina vytěsní slabší kyselinu z její soli. Silnou kyselinou (používá se HCl zředěná 1:1 vodou) lze katex zregenerovat opět do tzv. H⁺ cyklu a znovu použít. (Označení H⁺ cyklus znamená, že kation navázaný na kyselých skupinách ionexu je H⁺, podobně může být Na⁺ cyklus – navázané ionty Na⁺.)

V případě aniontových iontoměničů (anexů) je situace podobná. Na polymeru jsou navázané bazické skupiny jako třeba -N⁺R₃ nebo -NH₂. Tyto skupiny se pak neutralizují kyselými látkami, vzniká „sůl kyseliny a iontoměniče“. Anexy se regenerují (převádí zpět do OH⁻ cyklu) pomocí silného hydroxidu (např. NaOH).

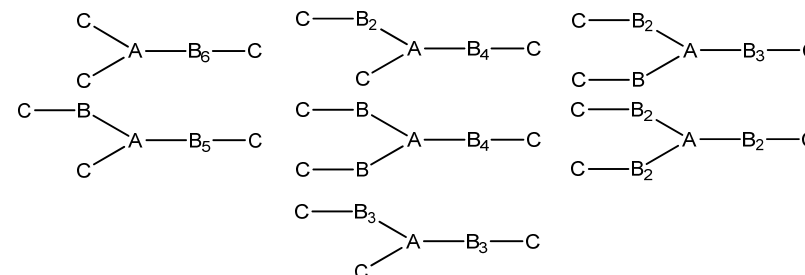
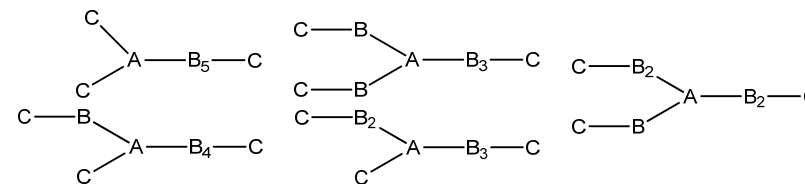
Z předchozího vyplývá, že se iontoměniče nejčastěji využívají pro práci s vodnými roztoky. Voda se vůči ionexu chová neutrálně – destilovaná voda neobsahuje žádné ionty, které by se mohly na iontoměničích měnit. Koncentrace H⁺ a OH⁻ v destilované vodě je ale tak malá, že nedokáže vyměnit na ionexu navázané ionty.

S ionexy se nejčastěji pracuje tak, že se jejich suspenze ve vodě nalije do chromatografické kolony (tlustý skleněný válec, který má na spodu přitavenou

Úloha č. 5: Po stopách sfér molekul**(11 bodů)**

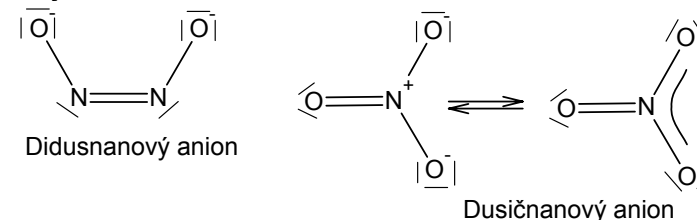
Autoři: Ondřej Mangl a Jan Bartoň

1. Jmenoval se Alfred Werner, svou teorii vydal roku 1893 a položil základy ke koordinační chemii (říká se mu otec koordinační chemie). Nobelovu cenu dostal roku 1913.
2. Nejjednodušším způsobem stanovení množství roztoku amoniaku je zpětná titrace. Po přidání známého množství silné kyseliny je roztok ztitrován silnou zásadou.
3. Zjednodušený náskres: A=Co, B=NH₃, C=Cl



4. El. konfigurace dusíku: [He] 2s² 2p³

Dusík je běžně třívázný, ale díky volnému elektronovému páru v orbitalu 2s dokáže vytvářet ještě jednu vazbu koordinačně kovalentní. Maximální vaznost dusíku je tedy 4.



7. Přídavek indiferentního elektrolytu snižuje rychlost migrace iontů v roztoku. Pokud by byla migrace příliš velká, byly by k povrchu kapky stále přinášeny nové, nezreagované ionty a nedošlo by k ustálení limitního difúzního proudu. Při zvýšení napětí by tedy nedocházelo k dalším elektrochemickým reakcím jiných iontů, ale stále by se jen oxidovaly/redukovaly stejné příchozí ionty. Indiferentní elektrolyt potlačuje difúzi způsobenou koncentračním gradientem v blízkém okolí elektrody.
8. V roztoku je rozpuštěný plynný kyslík. Dvě vlny redukujícího se kyslíku mohou překrývat vlny sledovaných látek. Kyslík můžeme redukovat např. siřičitanem. Dalšími možnostmi je práce v inertní atmosféře či probublávání roztoku argonem či dusíkem.
9. V úvodu úlohy je na schématu zobrazen polarograf.
10. Na povrchu chrómu se vytvoří pevná souvislá vrstvička Cr_2O_3 , která dále nereaguje. Dochází k tzv. „pasivaci“. Ta způsobuje, že elektrony z kovu se jen velmi obtížně dostávají do kontaktu se vzdušným kyslíkem, který by je odebral a tak oxidoval kov. Proto je oxidace zpomalena. Na druhou stranu, pokud je na povrchu železo, jeho oxidace vytvoří vrstvičku hydratovaného oxidu železitého, která však není souvislá, postupně se odlupuje další železo a dostává se do kontaktu se vzdušným kyslíkem a oxiduje se.

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

fritu a kohout). Shora se přilévají roztoky, se kterými chceme pracovat, zespod (kohoutem) pak „vyměněný“ roztok vytéká.

Po veškeré práci s iontoměniči je potřeba produkty navázané na iontoměniči pořádně vypláchnout destilovanou vodou, aby byly odstraněny zbytky promývacích roztoků.

Ve skladu chemikálií jste našli v regále s nápisem „iontoměniče“ tři láhve. Bohužel zub času se podepsal na čitelnosti štítků s popisem. Matně si vzpomínáte, že by tam měla být láhev se silným katexem, láhev se silným anexem a láhev s jejich směsí. Vaším úkolem je zjistit, co obsahuje která láhev, a to jen pomocí roztoku KCl a indikátorových papírků.

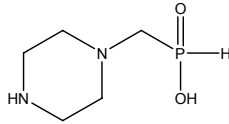
1. Vysvětlíte, co se stane, když přes sloupec iontoměniče necháte protéct roztok KCl. Jak potom poznáte, který je který? Proč můžete jeden z nich po tomto pokusu vyhodit? Předpokládejte, že ionexy byly uchovávány v H^+ resp. OH^- cyklu.
2. Jaké látky potečou z katexu a jaké z anexu z předchozí otázky při jejich regeneraci HCl resp. NaOH?
3. Proč se používá na regeneraci právě HCl? Dala by se použít i jiná kyselina, a jaké by musela mít vlastnosti?
4. Vypočtete teoretické pH suspenze silného katexu v H^+ cyklu ve vodě. (Katex je smíchaný s vodou a nabobtnalý.) Předpokládejte, že se sulfonové skupiny na ionexu chovají jako silná kyselina – jsou plně disociované. Na obalu ionexu bylo napsáno: capacity 1,0 meq/mL by wetted bed volume.
5. Při ponoření pH-elektrody do suspenze silného katexu byly naměřeny zajímavé hodnoty. Když byla elektroda zanořena mezi kuličky ionexu, ukazoval pH metr hodnotu okolo 1, když byla elektroda ponořena jen v kapalině nad kuličkami, pH bylo 4. Jak byste to vysvětlili?
6. Popište, jak byste připravili slabý anex, který má na polymerním nosiči vyrobeném ze styrenu a divinylbenzenu navěšené $-\text{NH}_2$ skupiny. Vycházejte z čistého polymeru. (Polymer znázorněte jako fenyl trčíci z kuličky.)

V chemické laboratoři se ionexy používají k dělení směsí obsahujících různé kyselá/bazické látky. Dá se tak třeba z reakční směsi vyseparovat produkt od nezreagovaných zbytků výchozích látek.

Byla prováděna reakce kyseliny fosforené s formaldehydem a piperazinem. Produktem reakce je látka zobrazená na obrázku 1. Po provedení reakce byla reakční směs obsahující kromě produktu i nezreagované výchozí látky nalita na silný katex v H^+ cyklu. Ionex byl propláchnut vodou a tím byla získána **frakce 1**.

Následně byl ionex propláchnut kyselinou chlorovodíkovou, tím byla získána **frakce 2**. Frakce 2 byla odpařena do sucha (odpařil se veškerý chlorovodík) a následně nanášena na silný aniont v OH⁻ cyklu. Ten byl propláchnut vodou a získána **frakce 3**. Ionex byl následně propláchnut roztokem hydroxidu draselného a byla získána **frakce 4**.

7. Napište, které látky se nacházejí ve které frakci. Návod: Uvědomte si, které skupiny v molekule jsou kyselé a které jsou bazické.



Obrázek 1.

Iontoměniče se také dají použít na přípravu těch kyselin, které jsou v čistém stavu nestálé, ale jsou stálé ve formě svých solí. Tímto případem může být kyselina jodičná.

8. Jak byste připravili pomocí ionexu roztok kyseliny jodičné? Vycházejte z jodičnanu sodného.
9. Jak byste připravili kyselinu jodičnou bez použití ionexů?

Iontoměniče se využívají také na výrobu destilované vody. (Pak už se této vodě neříká destilovaná – nic se tam nedestiluje – ale demineralizovaná.) Voda z vodovodu se nechá protékat skrz patronu se směsí katexu a anexu. Kvalita vytékající vody se musí kontrolovat, protože po čase se kapacita ionexů vyčerpá a patrona se musí nahradit novou.

10. Jak byste regenerovali obsah patrony? (Pozor, je to směs anexu a katexu!) Jak byste při výrobě obsahu patrony zajistili jeho nejjednodušší regeneraci?

Iontoměniče se používají nejen v chemické laboratoři. Nejlepším příkladem může být myčka na nádobí. Její útroby jsou chráněny proti vodnímu kameni právě iontoměniči. Jen k jejich regeneraci se nepoužívá kyselina (nebo hydroxid) ale kuchyňská sůl.

11. Vysvětlete, jak funguje iontoměnič v myčce a čím bojuje proti vodnímu kameni.

Dalším místem, kde byste našli iontoměniče, jsou čistírny odpadních vod v průmyslových podnicích. Většinou se jedná o látkový pytel plný katexu, přes který protéká voda odtékající z podniku.

12. Jakou má iontoměnič v čistírně odpadních vod funkci?

Úloha č. 4: Elektrony kolem nás (2. část)

(11 bodů)

Autor: Vítek Fiala

1. Při výpočtu se použije Faradayův zákon elektrolýzy. Vyjdeme z toho, že měďnatý kationt je dvoumocný a mění se na elementární měď, tedy $z = 2$:

$$t = \frac{m \cdot z \cdot F}{M \cdot I} = \frac{0,225 \cdot 2 \cdot 96500}{63,5 \cdot 0,78} s = 877 s,$$

tedy přibližně 15 minut.

Vyjdeme z rovnice (1) jako v předešlé otázce. Pro lithium je $M = 7$ g/mol a

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{7 \cdot 1 \cdot 600}{1 \cdot 96500} = 43 \text{ mg}$$

. Pro olovo je $M = 208$ g/mol a $z = 2$.

$$m = \frac{M \cdot Q}{z \cdot F} = \frac{208 \cdot 1 \cdot 600}{2 \cdot 96500} = 647 \text{ mg}$$

. Poměr je $m(\text{Pb})/m(\text{Li}) = 647/43 \sim 15$. Spotřebovalo se 43 mg lithia a 647 mg olova, což představuje přibližně 15 × vyšší hmotnost olova než lithia.

2. Vylučovací napětí a elektrodový potenciál jsou si až na znaménko rovny. V případě, který je v úloze diskutován, se používá dvouelektrodové zapojení s využitím polarizovatelných elektrod, tj. vylučovací napětí je za předpokladu totálně reverzibilního děje rovno absolutní hodnotě rozdílu elektrodových potenciálů redukčního a oxidačního děje.
3. Pracovní elektroda musí mít dostatečně malý povrch, aby i malé napětí způsobilo velkou polarizaci na povrchu. Dále se musí pracovat s malými proudy, aby se přeměnilo jen zanedbatelné množství látek a nezměnily se tak výsledky opakovaných měření. Nejbližší okolí elektrody by nemělo být ovlivněno předchozí elektrodovou reakcí, ale na druhou stranu je nutné zamezit rychlé migraci částic.
4. Uvolňování vodíku z kyselých roztoků. (Navíc má tato elektroda i široké potenciálové okno.)
5. Rtuťová kapající elektroda v roztoku s indiferentním elektrolytem. Hlavní výhoda rtuťové kapající elektrody je ta, že se její povrch stále obnovuje.
6. Při nízkém napětí se neděje v podstatě nic. Od $-0,6$ V se začne v okolí elektrody redukovat kadmium a roste proud. Po dosažení limitního difúzního proudu kadmia se proud ustálí, v okolí elektrody jsou vyčerpány Cd^{2+} ionty a z roztoku další nestíhají dostatečně rychle přimigrovat. To stejné se pak děje s Zn^{2+} od $-1,05$ V. Od $-1,8$ V s draslíkem, kterého je ale v roztoku velké množství, nedosahuje se rovnováhy.

7. Optimálním jídelníčkem je například:

Název potraviny	Množství	Množství v g			% v snídani		
		Cukry	Proteiny	Tuky	Cukry	Proteiny	Tuky
Ideální snídaně		45	15	12			
Cereálie	40g	23,56	4,4	1,92	52,36	29,33	16
Bílý jogurt	100g	5,2	4,3	2,5	11,56	28,67	20,83
Mléčná rýže	100g	12,6	3,4	2,3	28	22,67	19,17
Rýžový chlebiček	4,5g = 1/2ks	3,67	0,37	0,15	8,16	2,45	1,25
Camembert 60%	17g	0,03	2,6	4,96	0,0006	17,3	41,33
Součet:		45,06	15,07	11,83	100,1	100,5	98,6

8. Nejlepší fotku ze zdravé snídane zaslala Lenka Šimonová.



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

Stejně jako v loňském ročníku vám přinášíme úlohu v angličtině. Vaše odpovědi ale pište prosím ve vašem rodném jazyce, nikoli v angličtině.

Task 3: Wildfire

Author: Pavel Řezanka

(7 points)

The wildfire oozed slowly toward the lip of the jar when Tyrion tilted it to peer inside. The color would be a murky green, he knew, but the poor light made that impossible to confirm. "Thick," he observed.

"That is from the cold, my lord," said Hallyne ... "As it warms, the substance will flow more easily, like lamp oil." ...

"Water will not quench it, I am told."

"That is so. Once it takes fire, the substance will burn fiercely until it is no more. More, it will seep into cloth, wood, leather, even steel, so they take fire as well."



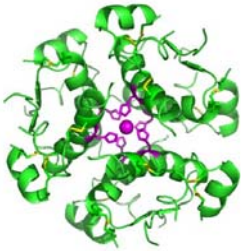
- Write down full name of the author of the text in the introduction. Which book is this excerpt taken from?
- Which inorganic substance can cause green color of both the wildfire solution and the wildfire flame?
- Write down another two chemical substances (inorganic or organic which differ in element composition) which change the color of flame to green while burning.
- In the real world there are two famous liquids that show similar burning properties compared to wildfire with the exception of the flame color. Write down names of these two liquids.
Hint: The first of these liquids was invented in 7th century (liquid A), the second one in 1943 (liquid B).
- Write down a supposed composition (both trivial and systematic names) of the liquid A.
- Draw structures and write down names of substances related to the name of the liquid B.
- Discuss whether wildfire is more similar to liquid A or B.

Tyrion remembered the red priest Thoros of Myr and his flaming sword. Even a thin coating of wildfire could burn for an hour.

- Discuss if it is possible that even a thin coating of wildfire could burn for an hour without magic?

Úloha č. 4: Insula**(12 bodů)**

Autoři: Karel Berka, Barbora Szmolková



Když Paul Langerhans v roce 1869 popsal „svě ostrůvky“ v pankreatu, vedla k objevu inzulínu ještě dlouhá cesta. Až roku 1921 se v MacLeodově laboratoři na torontské univerzitě povedlo lékařovi Fredericku Bantingovi a medikovi Charlesi Bestovi izolovat extrakt ze psích pankreatických ostrůvků a s jeho pomocí začali léčit na diabetes umírající děti. Cesta k léčbě cukrovky byla zahájena.

Zatímco v předchozí úloze jsme se zaměřili na cukrovku a její diagnostiku, v této úloze se podíváme na samotný inzulín a jeho roli v organismu.

Lidský inzulín je peptidový hormon složený z 51 aminokyselin. Jeho aktivní struktura je složena ze dvou řetězců: A a B, které jsou spolu spojeny disulfidickými vazbami. Sekvenci inzulínu jako první rozluštil F. Sanger v roce 1951. Dnes jsme již inzulín schopni plně nasyntetizovat, případně připravovat v geneticky modifikovaných bakteriích.

V organismu se inzulín syntetizuje ve formě polypeptidu, který se skládá ze čtyř částí: (i) signálního peptidu pro lokalizaci do endoplazmatického retikula, (ii) inzulínového řetězce B, (iii) polypeptidu C pro správné složení funkční formy a konečně (iv) menšího inzulínového řetězce A. Po odstřížení signálního peptidu a polypeptidu C buňky Langerhansových ostrůvků uskladní připravený inzulín do sekrečních granulí. Zde inzulín vyčkává na vnější signál pro vyloučení do krve.

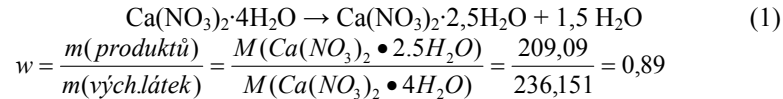
Inzulín se mezi jednotlivými savčími druhy příliš neliší, například gorila má identickou sekvenci jako lidé. První průmyslově vyráběný inzulín byl získáván ze žlučníku nenarozených telat na jatkách. V následujících řádcích se můžete podívat na sekvence lidského a hovězího prekurzoru a obou vystřižených řetězců v jednopísmenné konvenci s číslováním dle absolutní pozice od N-konce na prekurzoru. (Každá sekvence je označena pořadovým číslem dle serveru www.uniprot.org)

```
>sp|P01308|INS_HUMAN Insulin prekurzor
MALWMRLRLPLALLALWGPDPAAAFVNHLCGSHLVEALYLVCGERGFFYTPKTRREAED
LQVQVELGGGPGAGSLQPLALEGSLQKRGIVEQCCTSICSLYQLENYCN
>sp|P01317|INS_BOVIN Insulin prekurzor
MALWTRLRPLALLALWPPPPARAFVNHLCGSHLVEALYLVCGERGFFYTPKARREVEG
PQVGALELAGGPGAGGLEGPP-----QKRGIVEQC CASVCSLYQLENYCN
>sp|P01308|25-54 - Human Insulin B chain
FVNQHLCGSHLVEALYLVCGERGFFYTPKT
>sp|P01317|25-54 - Bovine Insulin B chain
FVNQHLCGSHLVEALYLVCGERGFFYTPKA
```

Úloha č. 3: Ostrov**(8 bodů)**

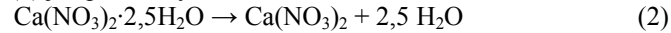
Autoři: Barbora Szmolková a Karel Berka

- Základním rysem tohoto onemocnění je problém s produkcí nebo účinkem inzulínu. Ten produkují Langerhansovy ostrůvky pankreatu – *insulae pancreaticae*. Název inzulín byl odvozen od latinského výrazu pro ostrov, ostrůvek – *insula*.
- a) Gestační diabetes/těhotenská cukrovka
b) Diabetes mellitus 2. typu (T2DM, NIDDM – non-inzulín-dependentní diabetes mellitus)
c) Diabetes mellitus 1. typu (T1DM, IDDM - inzulín-dependentní forma)
- Z moči se stanovuje koncentrace glukózy.
- Z moči nelze zjistit přesnou koncentraci glukózy v krvi. Glukóza se do moči filtruje pouze tehdy, pokud její koncentrace v krvi přesáhne určitou hodnotu. Tělo totiž s glukózou jako energetickým zdrojem šetří a v ledvinných kanálcích se tak prostřednictvím transportérů glukóza vrací zpět do krve. Teprve když je glykémie tak vysoká, že jsou tyto transportéry v ledvinách plně nasyceny, glukóza odchází močí z těla ven a může být detekována. Výsledky tohoto stanovení mohou navíc zkreslovat některá další onemocnění a léky.
- Nejprve se měří v žilní plazmě glykémie na lačno (alespoň 12 hodin po požití posledního jídla). Poté pacient vypije roztok obsahující 75 g glukózy. Po dvou hodinách se opět měří glykémie v žilní plazmě. Test vykreslí křivku glykémie, tedy nastíní stav glukózového metabolismu pacienta.
Oficiální název tohoto vyšetření je orální glukózový toleranční test (oGTT).
- Na rozdíl od glukózy, jejíž koncentrace se v průběhu dne mění, úroveň glykace proteinů v čase tolik nekolísá. Proto jejich stanovení poskytuje přesnější informace o tom, jak je pacientův diabetes kompenzován a také jak pacient dodržuje léčbu a případnou farmakoterapii.



Odpovídající hmotnostní úbytek je 11 %.

Druhým krokem (2) je úplná dehydratace:



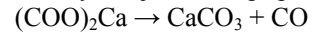
Odpovídající hmotnostní úbytek je 19 %.

Posledním krokem (3) je rozklad dusičnanu na oxid vápenatý:



Odpovídající hmotnostní úbytek je 46 %.

7. Mechanismus dekarboxylace je v obou případech stejný:



V oxidační atmosféře (syntetický vzduch) dochází k okamžité oxidaci (ještě v prostoru kelímku) vznikajícího CO na CO₂. Tento děj je pochopitelně exotermní a překryje signál endotermní dekarboxylace.

Otázka 1 – 1 bod, 2 – 1 bod, 3 – 1 bod, 4 – 1 bod, 5 – 1 bod, 6 – 3 body, 7 – 1 bod. Celkem 9 bodů.

```
>sp|P01308|90-110 - Human Insulin A chain
GIVEQCCTSICSLYQLENYCN
>sp|P01317|85-105 - Bovine Insulin A chain
GIVEQCCASVCSLYQLENYCN
```

- Kolik záměn napočítáte mezi aminokyselinovými sekvencemi lidského a hovězího inzulínového prekurzoru a jednotlivých inzulínových řetězců?
- Dalšími prvotními zdroji inzulínu byly pankreatické buňky koně či prasete domácího. S pomocí serveru www.uniprot.org zkuste spočítat, kolik záměn se vyskytuje mezi finálními formami lidských a koňských či prasečích inzulínů. Vypište záměny formou F25Y, kde F25 bude aminokyselina v lidském inzulínu společně s její pozicí (v ukázce jde o první aminokyselinu v lidském řetězci B) a Y je pak kód aminokyseliny, za kterou se provádí náhrada (v ukázce jde o tyrosin).
- Zkuste vysvětlit, proč bylo nutné přejít k syntéze lidského inzulínu místo dříve používaného hovězího. Bylo by možné používat gorilí inzulín?
- V průběhu úpravy proinzulínu v endoplazmatickém retikulu se inzulín spojí třemi disulfidickými vazbami. Které aminokyseliny jsou za tyto vazby zodpovědné? Uveďte čísla dotyčných aminokyselin.
- Jaký náboj bude mít aktivní monomer lidského inzulínu (spojený řetězec A a řetězcem B) při (a) pH = 0, (b) 7,4 (pH krve) a (c) 14?

Tabulka 1. Disociační konstanty kyselin. Znaménko (–) naznačuje přechod nabitě skupiny z náboje 0 při nízkém pH na náboj –1 při pH vyšším než dotyčné pKa a znaménko (+) pak naznačuje přechod z +1 na 0.

Skupina	pKa	Skupina	pKa	Skupina	pKa
NH ₃ ⁺	8,8 – 10,7	COO [–]	1,7 – 4,1	Histidin ⁺	6,0
Cystein [–]	8,1	Arginin ⁺	12,1	Tyrosin [–]	10,1

- Inzulín je v organismu skladován v podobě hexameru, který je zobrazen na začátku této úlohy. Účinný je ale pouze jako monomer. Hexamer drží pohromadě díky iontům zinku, které se koordinují na aminokyselinu s dusíkatým heterocyklem. O kterou aminokyselinu se jedná a na kterém řetězci se nachází?
- V terapii diabetu se v dnešní době používají inzulíny s rozdílnou rychlostí nástupu účinku a doby působení. Existují tak humánní inzulíny a inzulínová analoga s rychlým i pomalým účinkem. Jaké je využití inzulínových analog a jaké jsou jejich klady a zápory?

Aby se standardizovalo dávkování, byla zavedena jednotka 1 IU = 34,7 μg čistého krystalického inzulínu. Dle metodiky DAFNE pak na 10 g sacharidů v jídle je zapotřebí v průměru cca 1 IU pro člověka s váhou cca 80 kg.

8. Pro zjednodušení uvažujte, že dávkování závisí na váze diabetika lineárně. Jak velkou dávku inzulínu si musí aplikovat podvyživený diabetik I. typu vážící 50 kg na zvládnutí oběda obsahujícího cca 100 g glukózy?
9. A kolik inzulínu si musí podat právě diagnostikovaný obézní diabetik II. typu, který má tělesnou hmotnost 130 kg?
10. Proč po příjmu velkého množství glukózy může dojít i u zdravého člověka k hypoglykémii?
11. Vysvětlíte, proč se nedá inzulín podávat v perorálních tabletách, ale musí se podávat podkožně nebo nitrožilně.

Úloha č. 2: Termická analýza

(9 bodů)

Autor: Zdeněk Moravec

1. Fázové změny jsou reverzibilní, teplota tání je určena ustavením rovnováhy mezi fázemi, a proto je v zásadě stále stejná a na rychlosti ohřevu málo závislá.

Naproti tomu chemické reakce typu rozkladu na plyn či oxidace vzorku jsou ireverzibilní, takže při rychlejším ohřevu dojde k posunu jejich teploty. Proto se TG musí provádět pomalým ohřevem

2. Teplo se ve vakuu šíří vedením a zářením (sáláním). Naopak se neuplatňuje šíření tepla prouděním, ke kterému je zapotřebí tekutého prostředí plynu nebo kapaliny.

Šíření tepla vedením se uplatňuje v místě přímého kontaktu kelímku s detektorem (termočlánkem). Za přenos tepla zářením je odpovědné elektromagnetické vlnění, zejména v rozsahu vlnových délek od 10 μm do 340 μm (mikrovlnné a infračervené). Tento mechanismus se uplatňuje až při vyšších teplotách (nad 500 °C).

3. Při měření v kelímku s víčkem brání víčko vyskočení části vzorku do přístroje, např. při prudké dehydrataci. Také zajišťuje lepší tepelnou stabilitu vzorku při izotermických krocích teplotního programu. Ale při uvolňování plynu zabraňuje rychlému úniku tohoto plynu do prostoru pece a tím způsobuje změnu reakčních podmínek, proto není toto uspořádání příliš vhodné pro měření chemických změn, ale je vhodné pro měření fázových přechodů např. ve slitinách.

Pro vzorek hydrátu štavelanu vápenatého se hodí spíše kelímek bez víčka.

Pro slitinu Cu/Sn/Pb je vhodný kelímek s víčkem.

4. Slitina Pt/Rh má podstatně lepší mechanické vlastnosti i za vysokých teplot a vydrží i opakovaný kontakt s agresivními taveninami. Samotná platina je příliš měkká. Slitina Pt/Ir je sice díky většímu rozšíření iridia levnější a mechanické vlastnosti má lepší než Pt/Rh, ale její využití limituje relativně nízká teplotní stabilita.
5. Sypaná hustota vyjadřuje hmotnost daného objemu volně sypaného prášku. Pokud máme zaplnit kelímek o objemu 85 μl do poloviny, bude navážka:

$$m = \rho \cdot \frac{V}{2} = 1000 \cdot \frac{85 \cdot 10^{-9}}{2} = 4,25 \cdot 10^{-5} \text{ kg} = 42,5 \text{ mg}$$

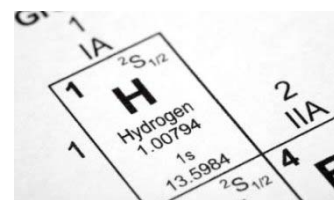
6. V prvním kroku (1) dochází k částečné dehydrataci a vzniká $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$:

3. Jedná se o kyselinu sírovou, případně o oleum. Vycházelo se z pyritu, hornina s jeho obsahem se nechala rok nebo dva na vzduchu a dešti samovolně oxidovat, následně se z tohoto materiálu destiloval oxid sírový (podle rovnice ve Spisu). Zatímco jinde ve světě se tímto způsobem vyráběla kyselina sírová o koncentraci asi jen 80 %, v Čechách na konci 18. století jistý J. D. Starck zavádí výrobu olea. Tato „česká dýmavá kyselina“ se vyvážela do celého světa.
4. Velmi čistý křemík pro výrobu procesorů se vyrábí (po chemickém čištění) metodou nazývanou zonální tavba. Dlouhá tyč z křemíku se od jednoho konce protahuje elektrickou pecí, materiál roztaje a poté zkrystalizuje. Díky tomu, že při ochlazení krystalizuje nejdříve čistá látka, se nečistoty kumulují před místem tavby. Konec tyče se nakonec uřízne a následuje další kolo tavení.
5. Slitina hliníku s křemíkem s obsahem křemíku 3-50 % se nazývá silumin. Slitina je to lehká, pevná a rychle tuhnutí.
6. Rubidium v plameni má fialovou barvu, velmi podobnou draslíku.
7. Pálení vápna: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2$
 Hašení vápna: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
 Tvrdnutí vápna: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
8. Hoření síry v kyslíku probíhá za vzniku oxidu siřičitého. Jedovatosti oxidu siřičitého se využívá při dezinfekci sudů či demižonů před tím, než se do nich dá kvasit víno, nebo při síření sklepů.
9. Správnou sekvencí je:
S Ca Na Al Si Zn Be H Rb Fe Al
10. Správnou sekvencí je:
I III III II II IV II II I III IV

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

Úloha č. 5: Bez vodíku to nikdy nebude ono – anebo ano? (12 bodů)

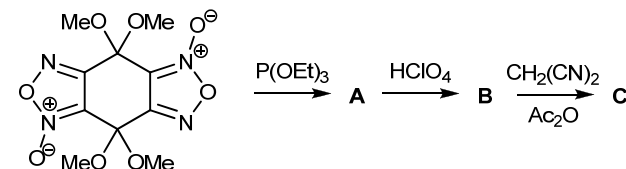
Autoři: Michal Řezanka, Markéta Zajícová



Co je organická chemie? Mnozí z vás jistě odpoví, že je to chemie sloučenin obsahujících uhlík, vodík, někdy i kyslík, dusík a síru a čas od času i několik dalších prvků. Bez uhlíku by to už nebylo ono. Ale je možné „dělat organiku“ třeba bez vodíku? KSICHTI veteráni na poslední otázku jistě odpoví kladně – vzpomenou si na loňskou úlohu Domorodcův vodík fuč.

V této úloze nás také budou zajímat sloučeniny, které obsahují uhlík, ale neobsahují vodík (ani jiný jednovalný atom). Bude však potřeba vědět, co znamená, když řekneme, že v molekule máme například dva typy atomů uhlíku. KSICHTI nováčci si ekvivalenci atomů mohou nastudovat ze zmiňované loňské úlohy⁶, KSICHTI veteráni zapátrají v paměti.

Začneme se sloučeninou sumárního vzorce $\text{C}_{12}\text{N}_8\text{O}_2$ (**C**), která má čtyři typy atomů uhlíku. Syntéza této sloučeniny je popsána na následujícím schématu:

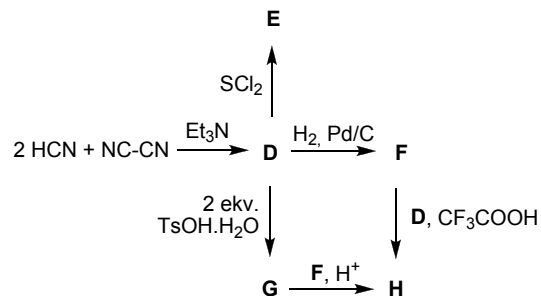


Pokud by to zvědavé řešitele zajímalo, výchozí sloučenina se připravuje dvoustupňovou syntézou z trinitrosobenzotriolu. Pro nás ale budou důležité další kroky. Přes sloučeninu **A** se dostaneme k bezvodíkové sloučenině **B**. Následnou reakcí s dinitrilem kyseliny malonové a acetanhydridem se dostáváme ke kýženému produktu **C**. Tato poslední reakce se podobá, co se týče důležitých funkčních skupin v reaktantu a v produktu, Wittigově reakci.

1. Nakreslete strukturní vzorce látek **A**, **B** a **C**.

Další sloučenina (**H**), na kterou upřeme pozornost, má sumární vzorec C_8N_6 a je prekurzorem pro přípravu derivátů ftalocyaninu. Tyto deriváty mají slibné vlastnosti, kterých se dá využít při přípravě materiálů například pro elektrochromní displeje, molekulární elektroniku či fototerapii.

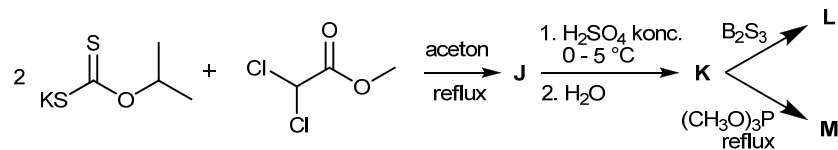
⁶ <http://ksicht.natur.cuni.cz/pdf/ksicht-10-4.a5.pdf>, 3. úloha



Jelikož jsou ve schématu použity netriviální reakce, můžete použít následující nápovědu. Každá z látek **D** až **H** má pouze dva typy atomů uhlíku. Kromě sloučenin **E**, **G** a **H** obsahují všechny sloučeniny alespoň jeden atom vodíku. Při přípravě derivátu kyseliny jantarové (**D**) slouží triethylamin pouze jako katalyzátor. Při přípravě derivátu kyseliny maleinové (**F**) se spotřebuje pouze jeden ekvivalent vodíku a sloučenině **F** bychom podle sumárního vzorce také mohli říkat tetramer kyanovodíku. Při reakci sloučeniny **D** s monohydrátem *para*-toluensulfonové kyseliny dochází k hydrolyze iminu za vzniku ketonu **G**.

2. Nakreslete strukturální vzorce látek **D** až **H**.

Na následujícím schématu máme dokonce hned tři bezvodíkové sloučeniny – **K**, **L** a **M**. Meziprodukt **K** má sumární vzorec $\text{C}_4\text{O}_2\text{S}_4$, dva typy atomů uhlíku a je podobný sloučenině zvané glykoluril. Produkt **L** bychom mohli nazvat sirtým analogem sloučeniny **K**, produkt **M** zase dimerem sloučeniny **K**.



3. Nakreslete strukturální vzorce látek **J** až **M**. (Sloučeniny **CH** a **I** zde v úloze nejsou vzhledem k nevhodnosti písmen **CH** a **I**.)

Řešení úloh 2. série 11. ročníku KSICHTu

Úloha č. 1: Vzkaz od organizátorů KSICHTu (II/IV) Hrátky se zvířátky

(7 bodů)

Autor: Luděk Míka

1. Názvy sloučenin (a prvků) ve zvířátkovštině jsou následující:

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	husan šnekytý (šnečitý)
SO_3	želvid husový
Al	žába
H_2SO_4	kyselina husová (želvovina husová)
FeSO_4	husan šneknatý
Na_2SiO_3	houseničitan rybný
CaSO_3	husičitan kravnatý (krávnatý)
ZnS	husid myšnatý
BeS	husid kůňnatý (kůňnatý)
SO_2	želvid husičitý

2. Zvířátkovský Spis se dá přepsat takto:

