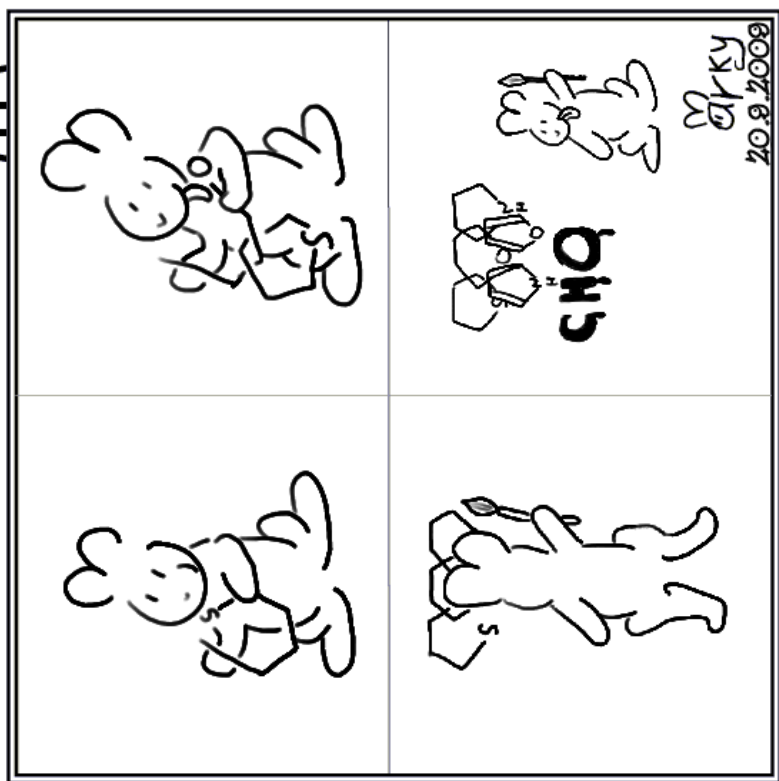


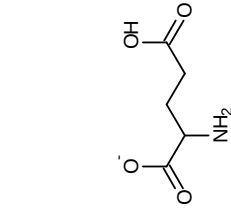
Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

ročník 8, série 1

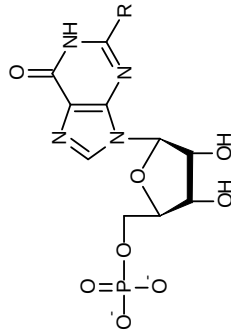
2009/2010

Zajíčeské chemišké





L-glutamát



R = H 5'-inosinát

R = NH₂ 5'-guanylát

Obrázek 4: Struktury látek způsobujících chuť umami

Tyto látky vám jsou nejspíš velmi dobře známé – používají se jako intenzifikátory chuti. Co dokáže dostatečné množství glutamátu, můžete vyzkoušet i doma. Že polévky po přidání polévkového koření lépe chutnají?

Glutamáty se skrývají pod kódy E 621–625, kyselina 5'-guanylová a její soli pod E 626–629 a kyselina 5'-inosinová a její soli jsou E 630–633. E 634 je směs vápenatých solí 5'-ribonukleotidů. Pro stejný účel se používají i bílkovinné hydrolyzáty, ale přídavek glutamátů je jen o trochu nižší vzhledem k tomu, že sojová a zvláště pšeničná bílkovina obsahuje hlavně glutamin a kyselinu glutamovou.

S glutamáty je spojován i tzv. syndrom čínských restaurací. Po konzumaci jídla s velkým množstvím glutamátů, jako jsou právě ta čínská, se u některých lidí do hodiny objevují podivné projevy – zvracení, bušení srdce, ztuhlé svaly, bolesti hlavy a otupělost. Po řadě vědeckých zkoušek ale nebylo prokázáno, že by je způsobovaly právě glutamáty, takže se považují za bezpečné.

Otázkou ovšem zůstává, jak moc je zdravé jíst často jídla, do kterých se musí glutamáty přidávat, aby měla vůbec nějakou chuť. Nedoporučuji se pro děti do tří let a vyhýbat by se jim měli i lidé, kteří se snaží snížit svůj příjem sodíku. Vždyť nejpoužívanější glutamát je ten sodný.

Literatura

1. Pokorný J. et al.: Senzorická analýza potravin, Vydavatelství VŠCHT Praha, 1999.
2. Arvisenet G. et al.: Effect of Apple Particle State on the Release of Volatile Compounds in a New Artificial Mouth Device, J. Agric. Food Chem., 56 (9), 3245–3253, 2008.
3. Tarasoff L., Kelly M.F.: Monosodium L-glutamate: A double-blind study and review, Food Chem. Toxicol. 31 (12), 1019–1035, 1993.



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

Vážení vyučující chemie!

Právě se Vám do rukou dostal korespondenční seminář, který může pomoci Vaším studentům k většímu zájmu o chemii prostřednictvím zajímavých úloh i odborných soustředění. Předějte jim prosím zadání KSICHTu. Mnohokrát děkujeme.

Pokud máte zájem, můžeme Vám posílat jednotlivé série přímo do školy. Stačí, když nám sdělíte adresu, na kterou máme KSICHT posílat. Zadání KSICHTu bude zveřejňováno i na Internetu. Máte-li k němu přístup, můžete využít i tento způsob. Úlohy můžete použít například ke zpestření výuky nebo jako inspiraci.

Přiložený letáček prosím vyvěste na viditelné místo ve Vaší škole, aby si ho mohli prohlédnout všichni studenti. Děkujeme.

Milí příznivci chemie i ostatních přírodovědných oborů!

Právě držíte v rukou zadání úloh Korespondenčního Semináře Inspirovaného Chemickou Tematikou, KSICHTu. Už osmým rokem pro vás, střední školy, KSICHT připravují studenti Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, Vysoké školy chemicko-technologické a Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Seminář je podporován v rámci Rozvojového projektu CSM 8/2009.

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.

Proč řešit KSICHT?

V rámci tohoto semináře se zdokonalíte nejen v chemii samotné, ale i v mnoha dalších užitečných schopnostech. Za všechny jmenujme zlepšení logického

mýšlení, schopnosti vyhledávat informace, třídit je a zařazovat je do kontextu. Ačkoli to zní možná hrozně, nebojte, ono to půjde vlastně samo.

Na *výletech* se můžete seznámit s dalšími řešiteli KSICHTu a námi, autory, studenty vysokých škol. Máte šanci rozšířit si své obzory, ale taky se bavit a užít si. Uvidíte, že chemici nejsou suchari v bílých pláštích.

Na konci školního roku pořádáme na Přírodovědecké fakultě UK *odborné soustředění*, kde si vyzkoušíte práci v laboratoři, seznámíte se s moderními přístroji a poslechnete si zajímavé přednášky. Pro nejlepší řešitele jsou připraveny hodnotné ceny!

Pro letošní akademický rok se nám navíc podařilo zajistit **promíjení příjmacích zkoušek** do chemických (a některých dalších) studijních oborů **na Přírodovědecké fakultě UK**. Bez přijímací zkoušky budou přijati řešitelé, kteří ve školním roce 2008/2009 získali alespoň 50 % z celkového počtu bodů nebo ve školním roce 2009/2010 v 1.–3. sérii získají alespoň 50 % z celkového počtu bodů za tyto série.

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 a v experimentální úloze prokážete též svou chemickou zručnost. Pokud nezvládnete vyřešit všechny úlohy, vůbec to nevadí, 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 zařazujeme na vaše přání seriál o sensorické analýze. Dozvíte se spoustu zajímavých a užitečných informací, které pak můžete použít nejen při řešení úloh KSICHTu, ale i při dalším studiu chemie.

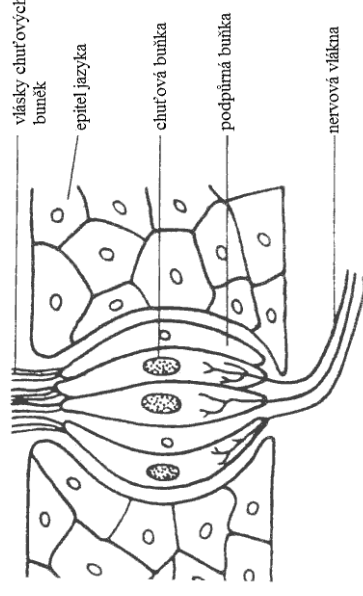
Jak se tedy můžete stát řešiteli KSICHTu?

Není nic jednoduššího! Stačí se jen *zaregistrovat*¹ 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 formulář*² jako soubory typu PDF.

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

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

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



Obrázek 3: Schéma chutňového pohárku

hořkou 10 °C. Navíc postupně dochází k adaptaci receptorů a to zvláště ve vnímání slané chuti.

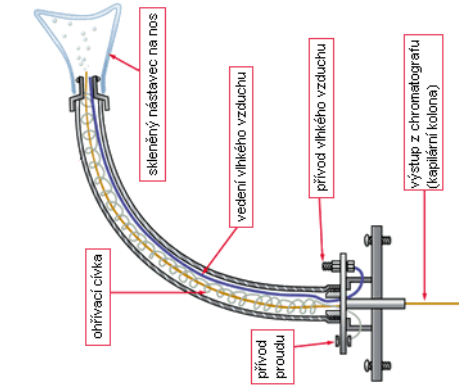
Choroby chuti se označují jako geusie. Předponami se odvozují jednotlivé choroby (u dalších smyslů je to podobné, jak uvidíme v dalších dílech seriálu). Ageusie je částečná nebo úplná nefunkčnost receptorů. Hypogeusie je snížená citlivost, často pouze částečná. Parageusie je zkrácené vnímání chuti. Například sladká sůl, smutný ráj, suchý děšť... Ne, až tolik toho parageusie nezvládne, ale třeba slabé roztoky sacharosu jsou vnímány jako hořké.

Umami

Tuto chuť označuje japonský výraz 旨味, který se překládá do češtiny jako chutný, masitý, delikátní⁶. Receptory pro umami byly objeveny v roce 1908 na Tokijské univerzitě a je to tedy zatím nejmladší uznávaná základní chuť. Přesto byla pro západní svět dlouho neznámá až do konce druhé světové války. Podle tradované historie se američtí vojáci dostali v Japonsku ke zbytku vojenských zásob poražené armády a s údivem zjistili, že chutnají mnohem lépe než jejich vlastní. Bodejť by ne, když do americké nebyl přidán glutamát.

Existují dva podtypy této chuti, ale oba jsou přenášeny jazykohrtanovým nervem. První je způsobován L-glutamát, druhý 5'-ribonukleotidy (viz obrázek 4). Oba tyto typy mají synergický účinek, tj. intenzita chuti směsí glutamátu a např. inosinátu je vyšší než prostý součet intenzit, které by způsobovaly samostatně.

⁶pozn. aut.: Nevím, možná pro Japonce. Při cvičení rozeznávání chutí jsme měli z umami obavy, protože ji neznáme jako čistou chuť. Poznali jsme ji bezpečně. Byla naprosto odporná.



Obrázek 2: Nástavec pro olfaktometrickou detekci

Rozlišují se čtyři druhy papil. Největší jsou rýhovitě u kořene jazyka, kterých je ale asi jen kolem deseti. Zato jsou viditelné pouhým okem. Dále existují papily houbovitě, listkovité a nitkovité. Papily mají rýhy, ve kterých se ukrývají chuťové pohárky s receptorovými chuťovými buňkami (viz obrázek 3). Buňky jsou původem epitelové a jsou napojené na nervové buňky, které předávají signály do mozku prostřednictvím několika nervů (trojklaný, lícní, jazykohrtanový a bloudivý).

Známe základní chutě, tj. sladká, slaná, kyselá, hořká a umami, mají vlastní receptory, z nichž jsou signály šířeny přes lícní a jazykohrtanový nerv. Tyto receptory jsou všude, ne jen v určitých oblastech, jak se traduje. Liší se ale citlivostí.

Počítky ostatních odvozených chutí (trpká, ostrá, chladivá. . .) jsou vnímány i pomocí volných nervových zakončení a jsou šířeny jinými nervy než chutě základní. U myši byly objeveny receptory i pro tučnou a vápennou chuť, takže se možná za pár let bude mluvit o sedmi základních chutích. Do vnímání chuti se zapojuje slně i čich. Některé chuti, např. kovová, jsou kombinované a označují se hezky česky *flavour*.

Vnímání chuti je poměrně pomalé, protože se aktivní látky musí nejdříve rozpustit a pak ještě difundovat ke schovaným chuťovým buňkám. Viskóznější roztoky proto chutnají méně intenzivně, protože některé molekuly se k receptorům ani nedostanou. Doznívání je kvůli difuzi také pomalé.

Vliv má i teplota – s rostoucí teplotou intenzita roste a pak klesá. Optimum je různé pro jednotlivé chuti. Například pro sladkou chuť je to 35–50 °C, pro

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 píše čitelně, vězte, že nemůžeme považovat za správné něco, co nelze přečíst.

V případě, že posíláte úlohy přes webový formulář, uložte každou úlohu do *samosvatného souboru typu PDF* a nezapomeňte v záhlaví každé stránky uvést svoje celé jméno, název a číslo úlohy! Více informací o elektronickém odeslání řešení naleznete přímo na stránce s formulářem. *Neposílejte nám prosím naskenovanou řešení*, neboť jsou často velice špatně čitelná. Výjimkou jsou nakreslené a naskenované obrázky, které připojíte k řešení napsanému na počítači.

Do řešení také píše 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 spolurěšitelé podělí o získané body rovným dílem.

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, píše prvnímu uvedenému.

Výlet s KSICHTem

Pozor, pozor! Během měsíce listopadu se bude konat další víkendový výlet s KSICHTem. Tentokrát pojedeme do Jihlavy. Prosíme potenciální zájemce, aby se zaregistrovali na stránkách KSICHTu⁴ do 27. října. Zaregistrujte se však co nejdříve, počet míst je omezen! Aktuální informace naleznete začátkem října na webových stránkách KSICHTu.

Termín odeslání 1. série

Série bude ukončena **9. listopadu 2009**. 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>

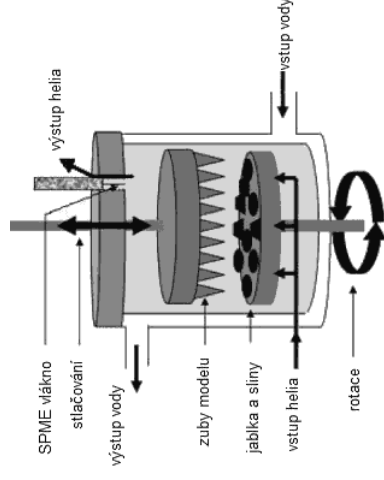
Úvodníček

Drahé Ksichfáčky, drazí Ksichfáci!

Období prázdninového volna zmizelo v nenávratnu a školní mašinérie se již rozjela na plné obrátky. Jsme proto rádi, že vás můžeme přivést na jiné myšlenky s pomocí brožurky, kterou právě držíte ve svých rukou. Jedná se o první sérii osmého ročníku KSICHTu. Jak je již dobrým zvykem, připravili jsme si pro vás pět úloh s chemickou tematikou. Některé jsou lehčí, jiné obtížnější. Cílem však není získat plný počet bodů, ale pobavit se a dozvědět se nové zajímavosti. Nebojte se proto posílat odpovědi třeba jen na jednu jedinou otázku. Snaha se také cení. Nyní však již blíže k jednotlivým úlohám. Jako první vás čeká rozehrávací klasika. Určité už jste někdy hráli na čtvercovaném papíru lodě. Pokud však zrovna po ruce žádný papír nemáte, poslouží dobře i periodická tabulka. Jak na to napoví úloha první. Ve druhé úloze se vrátíme do víru podvodů ve vrcholovém sportu. Jak říká klasik: „To bylo ještě v době, kdy doping nebyl povinný.“ Ukážeme si tedy, jak taková dopingová kontrola funguje v praxi. Po sportovním vypětí si zasloužíte trochu romantiky. Tajemným milostným poměrem se můžete podívat na zoubek pomoci metody NMR v úloze třetí. Pokud vám již také občasně koncentrovaná kyselina sírová připadá nudná a toužíte po něčem výkonnějším, co uspokojí i požadavky náročného chemika, máme pro vás něco jedinečného, magického. Budete zajisté okouzleni našimi kyselinami z úlohy číslo čtyři, které okyselí neokyselitelné a rozpustí nerozpustitelné. Reklamy nám každý den sdělují, že kde je voda, tam je život, a kdo se potí, nezaslouží slitování. Jak je to ale s koloběhem vody doopravdy, se z reklam nedozvíte. Od toho je tu totiž úloha č. 5 zaobírající se něčím tak zdánlivě jednoduchým, jako je déšť. Nezbývá mi, než vám popřát hodně štěstí při řešení a doufám, že se s některými z vás setkám na podzimním výletu s KSICHTem, či alespoň ve druhé sérii.

Za autorský tým

Honza Havlík



Obrázek 1: Robotická ústa – zkoumání uvolňování jablečného aroma

Napodobit ale působení na chuťový nebo čichový smysl je mnohem složitější. A proto se v poslední době vyvíjejí přístroje, které by lidské smysly nahradily. Tyto elektronické nosy nebo jazyky se skládají z několika různých senzorů. Měřením většího množství známých vzorků se statistickými metodami hledají vlastnosti, kterými se vzorky nejvíce liší. Tím se získají výše zmiňované „zkušební“, potřebné pro vyhodnocení neznámých vzorků. Z tohoto je patrné, že neznámé a kalibrační vzorky musí být stejné nebo velmi podobné, což není většinou moc praktické. O vysoké ceně přístrojů ani nemluvě.

Olfaktometrická detekce

Lidský nos se používá i ve spojení s přístroji, především s plynovou chromatografií (pak je označován zkratkou GC-O), zvláště při studiu složek aroma. Výstup z chromatografu je rozdělen minimálně na dvě části – jeden prochází normálním detektorem (plamenově-ionizační nebo hmotnostní) a druhý vede k nosu hodnotitele (viz obrázek 2). Ten označuje na počítací intenzitu a kvalitu pachů, které mu postupně přijdou pod nos. Každý z detektorů určuje něco jiného – první detektor množství látky a člověk zase citlivost čichových buněk pro tuto látku. Porovnáním chromatogramů lze určit důležitost konkrétní složky pro aroma. Mnohdy se v olfaktometrickém chromatogramu objevují i signály, které se v druhém téměř ztrácí v šumu.

Chuť

Receptory chuti jsou v celé ústní dutině, v dospělosti je jich ale nejvíce na jazyku. Viditelné hrbolky na jazyku jsou chuťové papily (zvané také savičky).

Historie

Chuť byla pro lidi důležitá již od pravěku – kyselé a hořké ukazovalo na jedovaté nebo zkažené potraviny, naopak sladké, slané a tučné bylo prospěšné a dodnes nám více chutná. Později se uplatňovali tzv. koštěři. Museli být velmi citliví a zkušební, takže mohli hodnotit pouze některé komodity. Ale jako vědní obor vznikla senzorická analýza až ve čtyřicátých letech 20. století. Americká armáda vyvinula objektivní metody hodnocení potravin, aby zaručila svým vojákům přijatelnou stravu i v dalekém zámoří.

Smyslové vnímání

Vnímání živých organismů a přístrojů je v jistém smyslu podobné. Vždy je zde receptor, který více či méně specificky reaguje na látku nebo vlastnost studovaného vzorku (tj. podnět). Receptor vysílá zesílený signál (tj. počíteček), který je veden do centra, kde je zpracován na vjem. A právě v tomto zpracování je rozdíl. Lidé při senzorickém hodnocení vkládají do interpretace i své zkušenosti, které přístroj nemá. Z tohoto důvodu také nelze za nejlepší hodnotitele považovat malé děti, které mají oproti dospělým více receptorů, ale ještě nemají tolik zkušeností.

Podobná je i terminologie. Nejnižší koncentrace, kdy lze odlišit vzorek s látkou a vzorek bez ní (někdy zvaný slepý pokus nebo anglicky blank), ale ještě nelze s dostatečnou jistotou zjistit, kolik tam dané látky je, se v analytice nazývá mez detekce. Tento termín se používá i v senzorce, ale bývá také nahrazen sloslovími práh rozpoznání nebo dolní podnětový práh. Na rozdíl od analytické chemie se nemusí určit kvalita vjemu. Prostě jen víme, že tam něco je. Další mezi je v analytice tzv. mez kvantifikace, kdy už lze, jak název napovídá, přesně kvantifikovat a identifikovat. V senzorické analýze se tato koncentrace nazývá práh rozpoznání. Kvantifikace je v tomto případě problematická, ale pro její přibližné určení lze porovnat vzorek s řadou různě koncentrovaných standardů.

Všechny receptory se při určité koncentraci nasytí a na její další zvyšování už nereagují. Tento bod se v senzorické analýze nazývá práh nasycení nebo horní podnětový práh, v analytice horní mez dynamického rozsahu.

Instrumentální senzorická analýza

Lidé nejsou zrovna ideální hodnotící „přístroje“ – při hodnocení se poměrně rychle unaví, po čase si na určitý vjem zvyknou nebo se mohou jen obecně nachladit. K hodnocení jednodušších vlastností jako třeba barva nebo textura se dají použít přístroje poměrně snadno – např. textura se hodnotí měřením viskozity, tvrdosti, ale existují dokonce přístroje napodobující lidské žvýkání (viz obrázek 1).

Zadání úlohy 1. série 8. ročníku KSICHTU

Úloha č. 1: Lodě

Autorii: Luděk Mka a Pavel Řezanka

6 bodů

„Co budeme dělat?“ zeptal se Pavel, když s Luděkem usedli v metru. „Zahrajem si lodě,“ odpověděl po chvíli přemýšlený Luděk. „Ale čtverečkový papír nemám,“ smutně poznamenal Pavel. „Hmmm, a máš aspoň periodickou soustavu prvků?“ zeptal se Luděk. „Jo, tu mám,“ řekl Pavel, z kapsy vyndal peněženku, z ní ji vylovil a podal ji Luděkovi. Ten ji chvíli překládal a trhal a za chvíli podal Pavlovi kus tabulky s 4. až 6. periodou d-prvků. Sám si nechal p-prvky, ale bez helia. „Každý máme 30 prvků,“ přemýšlel nahlas Pavel, „to budeme muset upravit vzhled a počet lodí. Co dáš jeden křížník (typ T – 4 čtverečky), dva torpédoborce (2×1) a dvě ponorky (1×1) s tím, že se nesmí dotýkat stranami, ale rohy ano?“ zeptal se Pavel Luděka. Luděk přikývl a po rozmístění lodí se pustili do hry.

V tabulce na následující straně je zaznamenána jejich partie. Většinou však neřkali přímo jména prvků, ale pouze jejich popisy. Začínal Pavel.

1. Nosí s sebou Pavel (autor této úlohy) skutečné periodickou soustavu prvků v peněžence?
2. Přiřaďte popisy jednotlivým prvkům. Značky prvků запиšte pro jednotlivé hráče pod sebe.
3. Tam, kde jsou uvedeny jen názvy prvků, vymyslete vlastní jednoduché a výstižné popisy, které charakterizují vlastnosti nebo použití. Nepopisujte prvky jejich protonovým číslem nebo molekulovou hmotností (2×5 prvků).
4. Kdo vlastně vyhrál? Na kterých prvcích mohl mít vítěz poslední nezmičenou lod'?

Pavlovy tahy	Zásah	Lůdkovy tahy	Zásah
známý polovodič	ano	nejtěžší platinový kov	ano
T. A. Edison s ním zapálil vlák	ne	zlato	ne
využít pro definici 1 molu	ano	hydrogenační katalyzátor	potopena
hlavní složka vydechovaného vzduchu	ne	nemá stálý izotop	ano
germanium	ano	mangan	ano
tak to už je jasné	potopena	nejpoužívanější kov vůbec	ne
prvek s největší elektronegativitou	ne	nazvaný podle Ruska	ano
indium	ne	soluce na důkaz fosforečnanů	potopena
konečný produkt rozpadu radioaktivních prvků	ano	[Ar] 3d ² 4s ²	ne
prvek s $M = 208,98 \text{ g mol}^{-1}$	ne	MO ₂ používán jako polovodič	ne
thalium	potopena	ve 4. periodě d-prvků nejnižší teplotou tání	ano
tellur	ne	kadmium	ne
kapalina	ne	tak to už je jasné	potopena
žlutá látka	ano	jméno podle švédského města (jiné 3 prvky též)	ne
jedovatý plyn	potopena	vanad	ne
neon	ne	vitamín B12	ne
Superman	potopena	kapalina	potopena
radioaktivní plyn	ne	monazitový písek	ne
desinfekční účinky	ne	prvek s 21 protony	ne
radioaktivní halogen	ne	zir-konium	potopena

Seriál – Senzorická analýza I

Autor: Jana Zikmundová

Úvod

Většina z vás si pod senzorickou analýzou představí sommeliera ochutnávajícího vybraná vína nebo parfémářského mistra míchajícího nejrůznější esence tak, aby vznikl vyvážený koktejl vůní. Senzoricky hodnotit se ale může prakticky cokoli – od špekáčků přes krém proti vráskám až po zbrusu nové auto. V dnešním díle seriálu se dozvíme něco o senzorické analýze jako takové a o možnostech její instrumentace. Nakonec se podíváme na první z lidských smyslů, které si postupně blíže představíme, chuť.

Co je to senzorická analýza

Senzorická analýza využívá k hodnocení výrobků lidské smysly. Je jasné, že každý je jinak citlivý na určité vůně i chutě. A co víc, co jednomu chutná, je jinému odporné. Na první pohled je tedy hodnocení smysly dosti pochybné a bylo by lepší používat pouze přístroje, které tolik ovlivněny nejsou. Ale může nám analytický přístroj říci, jestli je vůně příjemná? Jestli jsou nakládané okurky tak akorát kyselé a slané? Nebo jestli pomerančový džus „nějak divně smrdí“? Výsledné dojmy jsou způsobené směsí faktorů, které se ještě různé ovlivňují a mnohdy sotva tušíme jak.

Senzoričtí hodnotitelé prochází řadou školení a přeepsaných testů, kde jsou ověřeny jejich schopnosti, seznamují se s různými chutěmi a vůněmi. A hlavně s výrobky, aby věděli, jak má vypadat a chutnat třeba typická valašská klobása. Při samotném hodnocení musí mít každý hodnotitel stejné podmínky – v senzorické laboratoři je sám v boxu, reguluje se teplota, intenzita a dokonce i barva osvětlení. Vzorky jsou předkládány označené číselným kódem v přeepsaných a jednotlivých nádobách. Zkoumá se intenzita jednotlivých vjemů nebo jejich příjemnost. K samotnému testování se používají různé metody, jako např. porovnávání dvou vzorků nebo řazení více vzorků podle určité vlastnosti. Výsledky jsou pak statisticky vyhodnoceny. Takto získané hodnocení je objektivní.

Jednodušším způsobem hodnocení výrobků je využití obyčejných lidí, tzv. konzumentů. Nemusí být tolik proškolení a jejich úkolem je pouze vyhodnotit, jestli jim předložené jídlo chutná, zda by si tyto sušenky koupili nebo jak se jim pere zrovna v tomto prášku. Data získaná od dostatečného počtu takových lajků mají také důležitou vypovídací hodnotu a slouží třeba pro vývoj nových výrobků.

V dešťových srážkách je detekovatelné stopové množství kyseliny sírové, která ve vyšších vrstvách atmosféry vzniká oxidací oxidu siřičitého.

12. Jaký je největší přírodní zdroj oxidu siřičitého? A jaký je největší zdroj oxidu siřičitého pocházející z lidské činnosti?
13. Kyselina sírová je hygroskopická. Co to znamená?
14. Jakým způsobem může přítomnost kyseliny sírové ve vyšších vrstvách atmosféry způsobovat vznik drobných kapiček vody?

Přítomnost kyseliny methylsulfonové v dešťových srážkách poukázala na to, že poměrně značné množství sírných sloučenin v ovzduší je biogenního původu (na různých částech Země je to 30–100 %). Tak velké množství sloučenin siřy v atmosféře bere poněkud překvapivě z mořských řas kvůli jejich řešení problému s jedním fyzikálně chemickým pojmem.

15. Představte si, že máte polopropustnou membránu, která propustí malé nenabitě molekuly, jako je například voda, ale nepropustí velké molekuly ani ionty. Pokud je koncentrace například soli na jedné straně membrány daleko větší než na druhé, vede to k tomu, že molekuly vody, které se snaží vyrovnat koncentrační gradient, difundují polopropustnou membránou do oblastí s vyšší koncentrací soli. Tím postupně roste tlak působící na membránu, protože se postupně zvedá objem části, do níž difunduje voda. Jak se tento jev nazývá?

16. Od čisté abstraktního uspořádání přejdeme k buňkám mořských řas. Uvnitř buněk je menší koncentrace solí oproti mořské vodě okolo. Co by se s takovou řasou stalo, kdyby tuto situaci neřešila?

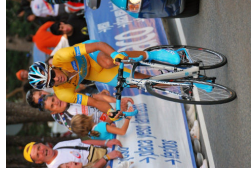
17. Mořské řasy tento problém řeší velice elegantním způsobem. Syntetizují za tímto účelem speciální látku, dimethylsulfopropionát (DMSP), která membránou neprochází. Jakým způsobem DMSP pomáhá řasám bojovat se zmíněným problémem?

18. Když buňka zemře a rozpadne se, uvolněný DMSP se enzymaticky za působením lyas rozpadá na kyselinu propionovou a dva sirné nízkomolekulární produkty **A** a **B** (produkt demethylace **A**), z nichž pouze **A** je těkavý, a proto uniká do ovzduší a tvoří typické mořské aroma. Zde je velice rychle oxidován vzdušným kyslíkem na produkt **C**, který se mimo jiné používá jako organické rozpouštědlo. Látka **C** je poté dalšími procesy oxidována na oxid uhličitý a oxid siřičitý. Oxid siřičitý se dále oxiduje na oxid sírový, který se v přítomnosti vody proměňuje na kyselinu sírovou. Identifikujte látky **A**, **B**, **C**.

Úloha č. 2: EPO

Autor: Jiri Kessler

Dopingový komisař Günter měl opět perný den. Etapa Tour de France byla u konce a teď ho čekal odběr vzorků. Od každého si nekompromisně vyžádal krev a moč a jako hlavní oštrůž kontroloval, zda se ho nezbední ptáčkove nesnaží oblafnout. V poslední době se mezi nimi velmi rozmohlo tzv. EPO a byl zvědavý, zda se mu dnes nepodaří nějaký nový úlovek. Odběr nakonec proběhl hladce a osud sportovců teď leží v analytických rukou. Pomozte mu, ať případnou chybu neodskáče poctivý sportovec.



1. Co znamená tajemná zkratka EPO? O jaký typ látky se jedná z hlediska chemické struktury?

2. Proč sportovci tuto látku užívají a v čem tkví její zdravotní rizika?

Dopingový komisař Günter stanoví EPO přímo ve vzorku moči odebrané sportovcům pomocí isoelektrické fokusace. Tato elektromigrační metoda dělí proteiny na základě jejich isoelektrického bodu. Její provedení je následující: Z roztoku obsahujícího směs amfolytů se vytvoří agarosový gel, který se umístí mezi elektrody. Po přivedení napětí na elektrody se v gelu samovolně ustaví gradient pH. Nyní již stačí na libovolné místo nadávkovat vzorek obsahující směs proteinů a počkat několik desítek minut, než proteiny domigrují na místa odpovídající jejich isoelektrickým bodům.

3. Jaké látky se označují jako amfolyty? Co značí hodnota isoelektrického bodu amfolytu/proteinu?

4. Proč dojde v elektrickém poli k vytvoření gradientu pH z původně homogenního roztoku amfolytů? Bude pH růst od katody k anodě či naopak? Vysvětlíte.

5. Proč se migrace proteinů zastaví v oblastech pH, které odpovídají jejich isoelektrickým bodům?

6. Popište, jak bude probíhat isoelektrická fokusace, pokud se protein nadávkuje do místa, kde je hodnota pH (a) vyšší, (b) nižší, než je jeho isoelektrický bod.

Komisař však vedle této přímé indicie potřebuje ještě údaj o koncentraci hemoglobinu ve sportovcově krvi. Ze vzorku nesrážlivé krve bylo odebráno 20 μ l

a naředěno na 3 ml Drabkinovým roztokem, jehož složení je specifikováno v tabulce 1. Vzniklý roztok se promíchá a nechá 10 minut reagovat. V důsledku této reakce dojde mimo jiné k přeměně hemoglobinu na látku **X**, která se spektrofotometricky stanoví, a z jejího obsahu lze stanovit množství hemoglobinu v krvi.

látka	množství
hexakvanoželezitan draselný	400 mg
dihydrogenfosforečnan draselný	280 mg
kyanid draselný	100 mg
objem roztoku	1000 ml

Tabulka 1: Složení Drabkinova roztoku

- V jakém oxidačním stavu se vyskytuje železo v biologicky aktivním hemoglobinu?
- Která látka vzniklá z hemoglobinu má vysokou afinitu ke kyanidovým aniontům? V jakém oxidačním stavu je železo v této látce?
Nápověda: Generování této látky se využívá jako první pomoc při otravě kyanidy.
- Proč nestanovujeme přímo hemoglobin? Co je látka **X**, na kterou se hemoglobin pomocí Drabkinova roztoku převádí?

Správné stanovení se však neobejde bez kalibrace. Pečlivý laborant připravil sadu kalibračních roztoků látky **X**, jejichž složení je uvedeno v tabulce 2. Výneseme-li závislost absorbance na látkové koncentraci, můžeme analyzováním této závislosti získat údaj o důležitě ke stanovení vzorku. Vzorek i kalibrační roztoky byly měřeny při vlnové délce 540 nm.

	1	2	3	4	5	6	7	8
m [mg]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
V [ml]	3	3	3	3	3	3	3	3
absorb.	0,113	0,227	0,341	0,455	0,569	0,683	0,796	0,910

Tabulka 2: Složení kalibračních roztoků (*m* navážka látky **X**, *V* objem vzorku) a změřené absorbance

- Nyní podobným způsobem nakreslete kus zakřiveného povrchu malé kapky vody. Budou mít molekuly vody za stejných podmínek větší tendenci z kapčky unikát nebo v ní naopak setrvávat? Proč?

Matematicky tento jev (zde pro kulovitou kapku) popisuje tzv. Kelvinova rovnice:

$$RT \ln \frac{p_r}{p_\infty} = V_m \gamma \frac{2}{r}, \quad (1)$$

kde R je molární plynová konstanta $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, T je daná teplota, p_r je tlak nasycené páry nad zakřiveným povrchem, p_∞ je tlak nasycené páry nad rovinným povrchem, V_m je molární objem kapaliny, γ je povrchové napětí kapaliny a r je poloměr kulovité kapky.

- Vypočítejte, jaký bude tlak páry nad kapkou o poloměru 10 nm při teplotě 10°C , je-li za daných podmínek povrchové napětí vody $74,22 \cdot 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$, tlak nasycené páry 1,23 kPa a hustota kapalné vody $1,00 \text{ g cm}^{-3}$.
- Co je to přesyčená pára? Na základě předchozího srovnání se pokuste vysvětlit, proč vzniká.
- Podobný, byť trochu obrácený jev, stojí za problémem utajeného varu.
- Vysvětlete, co to je utajený var, proč k němu dochází a jak se tato situace obvykle v praxi řeší.

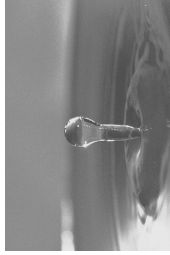
Pání! Z toho, co jsme teď odvodili, plyne to, že kdyby mechanismus deště byl opravdu takto jednoduchý, vypadalo by to asi tak, že by se ve vyšších vrstvách atmosféry hromadila přesyčená pára, která by vůbec nevytvářela mraky, ale zato by docela účinně bránila přirozenému odcházení tepla (vodní pára patří mezi skleníkové plyny), takže by se povrch země dále ohříval a vodní pára by se vypařovala víc a víc, až by to jednou všechno prasklo a veškerá voda by naráz zkondenzovala a doslova se „vyhla“ na tou dobu již značně vyprahlý zemský povrch. Poměrně nehostinné, že? A poměrně odlišné od toho, co v přírodě běžně pozorujeme... V čem je tedy háček?

- Dlouho se mělo za to, že k tomu, že ve skutečnosti prší po kapkách, významně přispívají písečné a prachové bouře a uvolňování silic rostlinami, především stromy v deštných pralesích. Vysvětlete, jak mohou přispět ke vzniku deště.

Nicméně zanedlouho se zjistilo, že ani tyto jevy nestačí úplně vysvětlit četnost a intenzitu dešťových srážek. Ukázalo se, že koloběh vody je dosti prapodivným způsobem provázán s koloběhem síry. Pojďme se tomu podívat na zoubek!

Úloha č. 5: O čem se dešťovkám ani nespilo. . .**16 bodů**

Autoři: Jiri Kysilka a Karel Berka



Obloha se zatáhla. Celá příroda zadržela dech v napjatém očekávání. . . Už? Ted? Pár kapek plesklo o listy dychtivých květin a vtuřánu se spustilo tolik očekávané představení. Kapky deště bubnují o vyprahlou zem, šustí ve větvích stromů, celá příroda zní v jedné velké šumivé symfonii.

Děšť. Jednoho sváří k tomu začít tančit mezi jeho kapkami, jiného v dostatečně nízké intenzitě aplikované po dostatečně dlouhou dobu zaručeně přivede do deprese. Všichni však tento atmosférický jev považujeme za samozřejmost. Pokud po vyřešení této úlohy nabydte dojmu, že dešť je vlastně takový malý zážrak, pak splnila svůj účel.

Kapalná voda má vždy tendenci se vypařovat a dosáhnout rovnovážného stavu, kdy je ve vzduchu nad vodou určitý parciální tlak nasycené vodní páry.

1. Na čem závisí tlak nasycené páry nad kapalinou? Kdy se bude tlak nasycené vodní páry nad kapalinou vodou rovnat tlaku vzduchu v okolí?
2. Co je to rosný bod?
3. Nad zemským povrchem se nachází vrstva vzduchu, v němž je parciální tlak vodní páry nižší než tlak nasycené vodní páry. Jak bude tento systém směřovat do rovnováhy?

4. S tím, jak se ohřívá zemský povrch, ohřívá se i přizemní vrstva vzduchu. Jak se změní její hustota a jaké to pro vrstvu vzduchu bude mít důsledky?

Ve vyšších vrstvách atmosféry je teplota i tlak mnohem nižší.

5. (a) Co by udělala změna teploty s vodní parou, kterou v sobě nese naše stará známá vrstva vzduchu, za předpokladu, že by se tlak nezměnil?
(b) A co naopak udělala s vodní parou změna tlaku při konstantní teplotě?
(c) Která veličina tedy musí měnit pomaleji termodynamické vlastnosti vodní páry, aby byla teoreticky možná kondenzace vodní páry?

Tohle všechno by bylo moc krásné, ale problémy nastanou ve chvíli, kdy se na celou situaci podíváme detailněji, ba přímo z molekulárního hlediska.

6. Schematicky nakreslete kus vodní hladiny a molekuly vody, které se zde nachází a vzájemně interagují. Co umožňuje molekulám vody uvolnit se z kapalně do plynné fáze? A co jim naopak brání a udržuje je tak v kapalně fázi?

10. Zjistěte rovnici kalibrační přímky stanovené látky **X**. Vypočítejte extinkční koeficient a molární extinkční koeficient stanovené látky **X** pro vlnovou délku 540 nm za předpokladu tloušťky kyvety 1,00 cm.

Poznámka: Předpokládejte, že při nulové koncentraci látky **X** je absorbance rovna nule.

11. Vypočítejte koncentraci hemoglobinu ve sportovcově krvi v g dm^{-3} , vykazovali vzorek při vlnové délce 540 nm absorbancí 0,653. Porovnáním s běžnými fyziologickými hodnotami usudte, zda je výsledek v normě. Předpokládejte, že se jedná o muže s fyziologickými hodnotami v rozsahu 140–170 g dm^{-3} .

$$M(\text{látka X}) = 64\,458 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{hemoglobin}) = 64\,500 \text{ g mol}^{-1}$$

Úloha č. 3: Milostný poměr

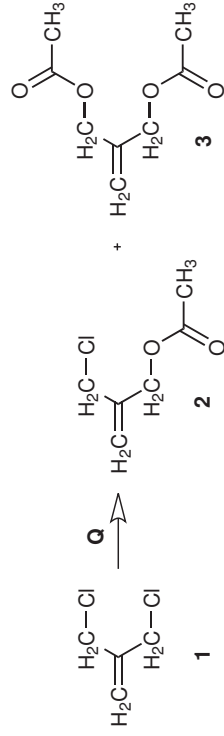
Autoři: Michal Řezanka a Robert Betfk

**9 bodů**

Deník KSICHT přišelh zajíčka chemika na záletech! Deníku se svěřil dobře informovaný zdroj, krtek, že včera v podvečer viděl zajíčka s neznámou zaječící tlapku v tlapce. Celou dobu se chichotali a lízali mrkovou zmrzlinu. Nový objev potvrzuje i zajíčkův kamarád: „Uřčitě někoho už týden má, ale drží to v tajnosti.“ Že by zajíčkův nový milostný poměr?

Intimní poměr mezi sebou mohou mít nejen zajíci, ale i chemické sloučeniny. A my se podíváme jaký.

Robert při přípravě hormonu estronu potřeboval pro další syntézu sloučeninu **2** (schéma na obrázku 1). Nechal reagovat sloučeninu **1** s jedním molárním ekvivalentem činidla **Q** (jedna molekula činidla **Q** na jednu molekulu sloučeniny **1**).



Obrázek 1: Schéma přípravy meziprojektu pro syntézu estrogenu

Analýzou reakční směsi pomocí NMR (viz seriál⁵ prvního ročníku semináře) zjistil, že jsou v ní přítomny všechny tři sloučeniny (**1–3**). Podívejme se nyní, co nám řeká ¹H NMR spektrum (obrázek 2). Pokud jsou ve sloučenině různé typy vodíků (mají různé chemické okolí), mají různé signály (tzv. peaky) ve spektru. Jejich chemický posun se uvádí v ppm. Podobné typy vodíků mají ve spektru podobný posun. V našem případě signály **A** a **A'** odpovídají vodíkům na dvojně vazbě ve sloučeninách **1–3**, signály **B** a **B'** patří vodíkům v –CH₂–O– skupině ve sloučeninách **2** a **3**, signály **C** a **C'** náležejí vodíkům v –CH₂–Cl skupině ve sloučeninách **1** a **2**. Signál **D** odpovídá vodíkům methylových skupin ve sloučeninách **2** a **3**.

Další informací, kterou ze spektra můžeme vyčíst, je tzv. integrální intenzita. Spočítá se jako plocha daného peaku a vyjadřuje relativní zastoupení

⁵<http://ksicht.natur.cuni.cz/u/lohy/milostny-pomer/serial.pdf>

zeolitů. Pozadu nezůstává ani aplikační sféra, obzvláště kyselá katalýza získala se superkyselinami mocný nástroj, jak donutit reakce běžet kženyým směrem. My ale ještě chvíli zůstaneme u „klasické“ magické kyseliny a podíváme se na některé husarské kousky, které se s ní dají provádět.

11. Vezměme třeba methan. Za běžných podmínek se jedná o acidobazicky poměrně inertní plyn, v prostředí magické kyseliny se však mění v solidní zásadu. Napište, co bude produktem reakce methanu s magickou kyselinou (nebojte se, že to vypadá „trochu“ divně). Pokuste se navrhnout, jaký druh vazby se bude uplatňovat ve vzniklé částici (dobře spočítejte elektrony).

12. Vzorek uhličitanu draselného byl rozpuštěn v magické kyselině při –78 °C. Reakce ovšem nebyla doprovázena vývinem plynu, jak je při smíchání kyseliny a uhličitanu běžné. ¹H NMR spektrum roztoku po provedení reakce poskytl jediný signál. Struktura produktu byla potvrzena ¹³C NMR spektroskopii (bez vodíkového decouplingu), ve kterém byl pozorován jediný signál – kvartet. Co vzniklo? (Tato odpověď nám zároveň prozradí, proč neunikal žádný plyn.)

13. V tuto chvíli už mi určitě dovedete vysvětlit, proč došlo k rozpuštění parafinu v magické kyselině na onom vánočním večírku zmiňovaném v úvodu.

Vlastnost	H ₂ SO ₄	HSO ₃ F
Teplota tání [°C]	10,371	–88,98
Teplota varu [°C]	ca 300 (rozklad)	162,7
Viskozita (25 °C) [mPa·s]	24,55	1,56

Tabulka 1: Fyzikální vlastnosti H₂SO₄ a HSO₃F

Kyselina	H ₀	Kyselina	H ₀
H ₂ SO ₄ (20%)	–0,35	H ₂ S ₂ O ₇	–14,44
H ₂ SO ₄ (100%)	–11,93	HF	–15
CF ₃ SO ₃ H	–14,1	HSO ₃ F	–15,1

Tabulka 2: H₀ pro některé kyseliny

5. Lehce odbočíte: HSO_3F je poměrně zajímavá sloučenina, obzvláště v porovnání s její blízkou příbuznou, tedy s kyselinou sírovou. V tabulce 1 najdete hodnoty některých důležitých fyzikálních konstant těchto dvou látek. Vysvětlíte, proč jsou tyto hodnoty tolik odlišné, přestože se jedná o podobné sloučeniny.

Nyní se pokusme odpovědět na otázku, proč jsou vlastně superkyseliny tak kyselé a jak jejich kyselost ještě zvýšit. Jak ukazují hodnoty H_0 , čistá (100%) kyselina sírová je poměrně silnou kyselinou, známe však sloučeniny, které jsou samy o sobě kyselejší (viz tabulka 2). Je zajímavé, že HF , ač je ve vodném roztoku slabou kyselinou, je ve velmi čistém stavu více než důstojným konkurentem nejsilnějších kyselin. Problémem ovšem je, že sebedeší množství vody jeho kyselost drasticky snižuje.

Zvýšit kyselost systému můžeme přidáním silnější brønstedovské kyseliny. Vezmeme nyní čistou $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$ a přidejme k ní čistou $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$.

6. Napište rovnici probíhajícího acidobazického děje.
7. Vysvětlíte, proč dochází při smísení těchto dvou látek ke zvýšení kyselosti původní $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$. Dívejte se na systém z hlediska chemické rovnováhy.
8. Odbočka číslo dvě: Přestože je HSO_3F silnější kyselinou než $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$, může být mnohdy výhodnější použít právě slabší $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$, obzvláště v organické chemii. Proč? (Soustředte se hlavně na chemické vlastnosti těchto sloučenin.)

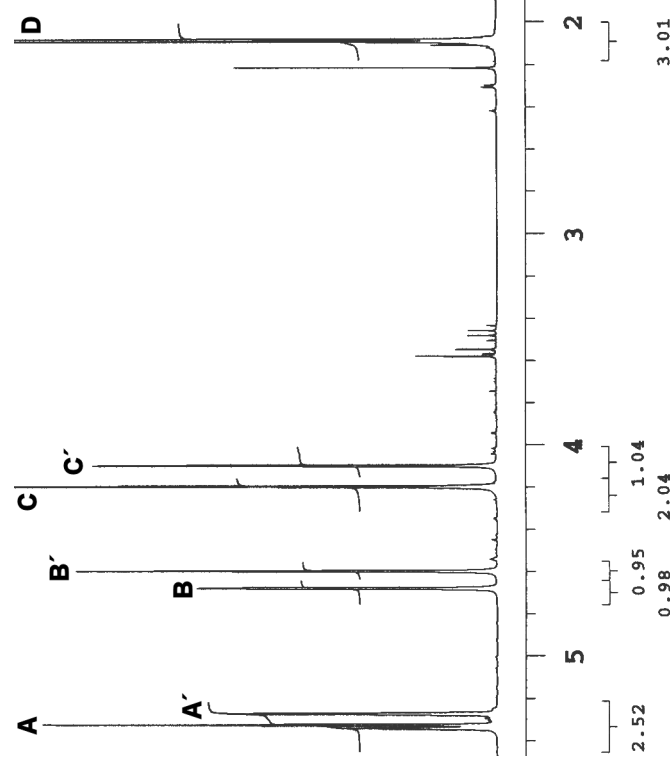
Takto ovšem nemůžeme jít věčně, někdy jednoduše neexistuje silnější Brønstedova kyselina. V takovém případě zvyšujeme kyselost systému přidávkem silné Lewisovské kyseliny. Takovou směs je třeba v úvodu zmiňovaná magická kyselina – směs HSO_3F a SbF_5 . Jiné systémy kombinují HF s SbF_5 , eventuelně ještě s přidávkem oxidu sírového. Nárůst kyselosti je skutečně obrovský: H_0 pro magické acid ($\text{HSO}_3\text{F} + \text{SbF}_5$ v molárním poměru 1:1) činí $-23,0$. Pro systém HF/SbF_5 je udáváno dokonce $H_0 = -28!$

9. Srovnajte kyselost 100% H_2SO_4 a magické kyseliny: vyjádřete, která z nich je kyselejší a kolikrát. Samozřejmě včetně výpočtu.
10. Vysvětlíte na příkladu magické kyseliny, jak v tomto systému působí Lewisovská kyselina. Zdůvodněte, proč dochází ke zvýšení kyselosti. Děj dokumentujte chemickou rovnicí.
- Objev superkyselin pochopitelně otevřel cestu k dalšímu bádání v různých oblastech chemie. V dnešní době známe další superkyselé systémy, např. na bázi

určitého vodíku (kterému patří zkoumaný signál) v měřeném vzorku. Integrální intenzita se uvádí jednak esovitou křivkou přímo na peaku a jednak číselnou hodnotou uvedenou pod daným peakem. Ze spektra tedy můžeme vidět, že například vodíky, kterým odpovídají signály **B** a **B'**, jsou ve vzorku zastoupeny v poměru přibližně 1:1.

Nyní byste již měli mít dostatek informací, abyste mohli odpovědět na následující otázky.

1. Určete nejmenší celočíselný poměr zastoupení sloučenin **1:2:3**.
2. Přiřaďte signály **A**, **A'**, **B**, **B'**, **C** a **C'** jednotlivým sloučeninám **1–3**. Které signály nelze s jistotou přiřadit?



Obrázek 2: ^1H NMR spektrum reakční směsi

3. Určete činidlo **Q** použité pro reakci a pojmenujte sloučeninu **1**.

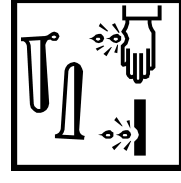
4. Předpokládejme ideální průběh zkoumané reakce a stejnou rychlost reakcí **1** → **2** a **2** → **3**. Kolik molárních ekvivalentů činidla **Q** je vhodné použít, aby byl výtěžek monosubstituovaného derivátu **2** maximální? Stručně popište metodu použitou pro výpočet.

5. Diskutujte případné odchylky v zastoupení sloučenin **1**–**3** při použití jednoho molárního ekvivalentu činidla **Q** v případě ideálního průběhu a v případě reálného průběhu reakce, který provedl Robert (tj. vámi zjištěné poměry ze spektra).

Úloha č. 4: Magic Acid

Autor: Václav Kubát

15 bodů



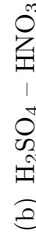
Vánoční večírek pomalu končí a osazenstvo laboratoře se s přáním přejemných svátků hotoví k odchodu. Mladý postdoktorand ještě vhazuje zbytek parafinové svíčky do kádinky s kapalinou. Svíčka se rozpouští. Normální? Myslíte? Kdepak. Shromáždění členové výzkumné skupiny vědí, že v kádince není hexan, benzen, ani jiné organické rozpouštědlo, které by svíčku rozpustilo. Je tam kyselina. Ale která kyselina rozpouští parafin?? No přece magická...

Nevěříte? Ale skutečně se to stalo, někdy koncem šedesátých let v laboratoři profesora G. A. Olah, pozdějšího nositele Nobelovy ceny. Ona kyselina patřila mezi tzv. superkyseliny, tedy systémy, které jsou kyselější než 100% kyselina sírová. A právě superkyselinám se podíváme na zoubek.

Co je to vlastně kyselina? Jistě víte, že je to látka schopná odštěpit vodíkový kation, H^+ , a „vnutit“ jej jiné látce, kterou nazýváme zásada. Jak poznáme, která kyselina je silnější? Bude to ta, která přinutí druhou (slabší) kyselinu státi se zásadou, tedy „vnutí“ (předá) jí svůj H^+ .

A jak vyjádřit kyselost roztoku? Pro zředěné roztoky kyselin (a zásad) máme pH. A co koncentrované? Co takové pH 10M H_2SO_4 ? Vychází záporné, že? A přece je takový roztok jenom „čajíček“ proti superkyselinám. Pro takovéto systémy stupnice pH nestačí, a proto bylo navrženo několik nových veličin. My budeme pracovat s tou nejpoužívanější, s Hammettovou funkcí kyselosti, kterou značíme H_0 . Pro zředěné roztoky je H_0 totožná s pH, avšak je dobře využitelná i při srovnání kyselosti superkyselin. Stejně jako u pH i v případě H_0 platí, že čím je H_0 menší, tím je roztok kyselější.

1. Chemickými rovnicemi dokumentujte, která z dvojice kyselin bude silnější:



2. Ve zbytku úlohy se budeme zabývat mimo jiné následujícími látkami: SbF_5 , $H_2S_2O_7$, HSO_3F a CF_3SO_3H , proto bychom se s nimi měli seznámit. Uvedené látky pojmenujte a nakreslete jejich strukturní elektronové vzorce.

3. Kromě výše uvedené definice kyselosti (podle Brønsteda) známe i Lewisovu teorii kyselin a zásad. U následujících částic určete, zda mohou vystupovat jako Lewisovské kyseliny nebo zásady: H^+ , PF_5 , F^- , TaF_5 , BF_3 .

4. Napište rovnici autoprotolýzy HSO_3F .