



Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou

Ročník 11 (2012/2013)

Série 2



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 přiloženým 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 dovednostech. Za všechny jmenujme zlepšení logického myšlení, schopnosti vyhledávat informace, třídít je a zařazovat je do kontextu. Ačkoliv to zní možná hrozivě, 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 suchaři 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!

Již tradičně jsou úspěšným řešitelům KSICHTu **promíjeny přijímací zkoušky** do chemických (a některých dalších) studijních oborů **na Přírodovědecké fakultě UK**. Bez přijímací zkoušky budou přijati řešitelé, kteří ve školním roce 2011/2012 získali alespoň 50 % z celkového počtu bodů nebo ve školním roce 2012/2013 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 úložky 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 nevádí, byli bychom moc rádi, kdybyste si z řešení úloh odnesli nejen poučení, ale hlavně abyste se při řešení KSICHTu dobře bavili. Jak se nám naše snažení daří, to už musíte posoudit sami.

KSICHT vám přináší s každou sérií i seriál, čtení na pokračování. V letošním ročníku zařazujeme na vaše přání seriál Efektní pokusy v chemii. Dozvíte se spoustu zajímavých informací, které vám umožní přemýšlet o světě kolem sebe trochu jinak. Znalosti, které získáte, 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 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, vězte, 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 odeslání 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.

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

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

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.

Den otevřených dveří na PřF UK

V pátek 18. ledna 2013 se na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze uskuteční Den otevřených dveří. Dozvíte se informace o studiu na fakultě, budete si moci prohlédnout laboratoře a dozvědět se aktuální novinky ve výzkumu. Srdečně vás zveme! Více informací naleznete na webových stránkách PřF UK.⁴

Termín odeslání 2. série

Série bude ukončena 7. ledna 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://www.natur.cuni.cz/faculty/studium/studium-bc/>

Úvodníček

Drahé Ksichtáčky, draží Ksichtáci,

hlásím se vám z místa konání další série tradiční soutěže v Ksichtu. Zde, na stanovišti organizátorů, panuje napjatá atmosféra, ve které se jednotliví autoři snaží na poslední chvíli vyladit formu pro nastávající soubor. Šance jsou tentokrát obzvláště vyrovnané a bude jen na vás, účastnících, který z autorů tentokrát zvítězí.

Jako první borec na startu nastupuje ostřílený matador Luděk Míka se svou úlohou s odvážným názvem Hrátky se zvířátky. Luděk je znám svojí dokonalou technikou při pipetování a zálibou v exotermních reakcích. Zkušenější řešitelé proto již tuší, že patrně půjde o černého koně tohoto kola. V závěsu za ním již můžeme spatřit Zdeňka Moravce s jeho pověstnou do ruda rozžhavenou termickou analýzou. Při pohledu na jejich společnou práci slabší povahy tají a přetrhávají veškeré vazby. Pro jeho úspěch bude klíčové ve správný okamžik upustit páru. S naší kamerou jsme se již ale přesunuli ke druhé půlce pelotonu, kde nastupují ostrovní hosté Barbora Szmolková a Karel Berka. Karel patří ke klasikům tohoto sportu a starší ročníky se slzou v oku dodnes vzpomínají na chvíle jeho největší slávy, kdy nastupoval do závodu dokonce s několika úlohami najednou. Jeho strategické spojení s mladou krví tak vnáší do hry mnoho nadějí. Téma cukrovky je velice nápadité a bude zajisté radost pozorovat, jak si s ním oba autoři poradí. Jako předposlední na startovní pozici právě dobíhá soutěžící z dřívější série se svým maratonem na téma Elektronky kolem nás. Ve vzduchu je cítit náboj něčeho nového a mezi diváky to takřka jiskří. Porota však, zdá se, zůstává vůči rtuťovitému Vítku Fialovi poněkud pasivní. Nic však není ztraceno, neboť finální verdikt je ve vašich rukou. Poslední pořadím, nikoliv však kvalitou, uzavírají náš peloton Jan Bartoň s Chemistrem. Na této dvojici je již z dálky patrný volnější přístup k tématu. Místo soustředěného vyčíslovacího souboje s ostatními totiž oba autoři pomrkávají na přítomné fanynky a snaží se je nalákat na Hudbu sfér. Až samotný závod však ukáže, zda se jim tentokrát podaří najít příhodný akceptor jejich návrhů.

Soutěžní sestava je již kompletní a mně nezbyvá, než odstartovat druhou sérii a popřát vám i soutěžícím příjemnou zábavu a snad i brzké setkání při dalším kole, které je naplánováno po Novém roce.

Za soutěžní kolektiv,

Jan Havlík


Zadání úloh 2. série 11. ročníku KSICHTu**Úloha č. 1: Vzkaz od organizátorů KSICHTu (II/IV)****(7 bodů)****Hrátky se zvířátky**

Autor: Luděk Míka



Bylo nebylo, za devatero erlenkami, za devatero vývěvami, žila byla zvířátka. A tahle zvidavá zvířátka začala zkoumat svět kolem sebe. Netrvalo dlouho a zvířátka zjistila, že vše se skládá z malých částíček – atomů, které se spojují do celků větších – molekul. A všechny tyto látky spolu můžou reagovat. Nezbylo než jen vymyslet, jak tyto poznatky zapsat...

Při prohledávání jeskyně v nehlubší části lesa za devatero erlenkami objevili dobrodružové kamennou destičku, dnes všemi označovanou jako Spis. Obsah se ale nepodařilo dosud uspokojivě objasnit. Jednou z teorií je, že zvířátka neznalá chemické terminologie označovala jednotlivé prvky jmény svých objevitelů. Přepis Spisu se nachází na dalším listu.

Chemické anorganické názvosloví zvířátek se příliš neliší od našeho. Používají úplně stejné přípony (-ný, -natý, ...), jen se u nich prvky jmenují jinak. Například sloučeninu ₃ by zvířátka pojmenovala jako motýlid medvěditý.

1. Pojmenujte ve zvířátkovštině všechny látky ve Spisu, které jsou podtržené.
2. Vyluštěte obsah Spisu. Přepište jeho obsah tak, aby forma odpovídala běžným chemickým konvencím.

Abyste měli luštění jednodušší, některé prvky jsou ve Spise už vyplněny, nápověda k některým dalším (ale ne všem) prvkům se nachází v otázkách.

3. První reakce na zvířátkovském Spisu popisuje jeden z kroků starého a dnes už dávno nepoužívaného postupu přípravy velice důležité průmyslové kapaliny. Co je to za kapalinu? Z jakého minerálu/materiálu se při výrobě vycházelo?

Kapalině vyrobené tímto způsobem se říkalo Česká kyselina. Čím byla v té době výjimečná?

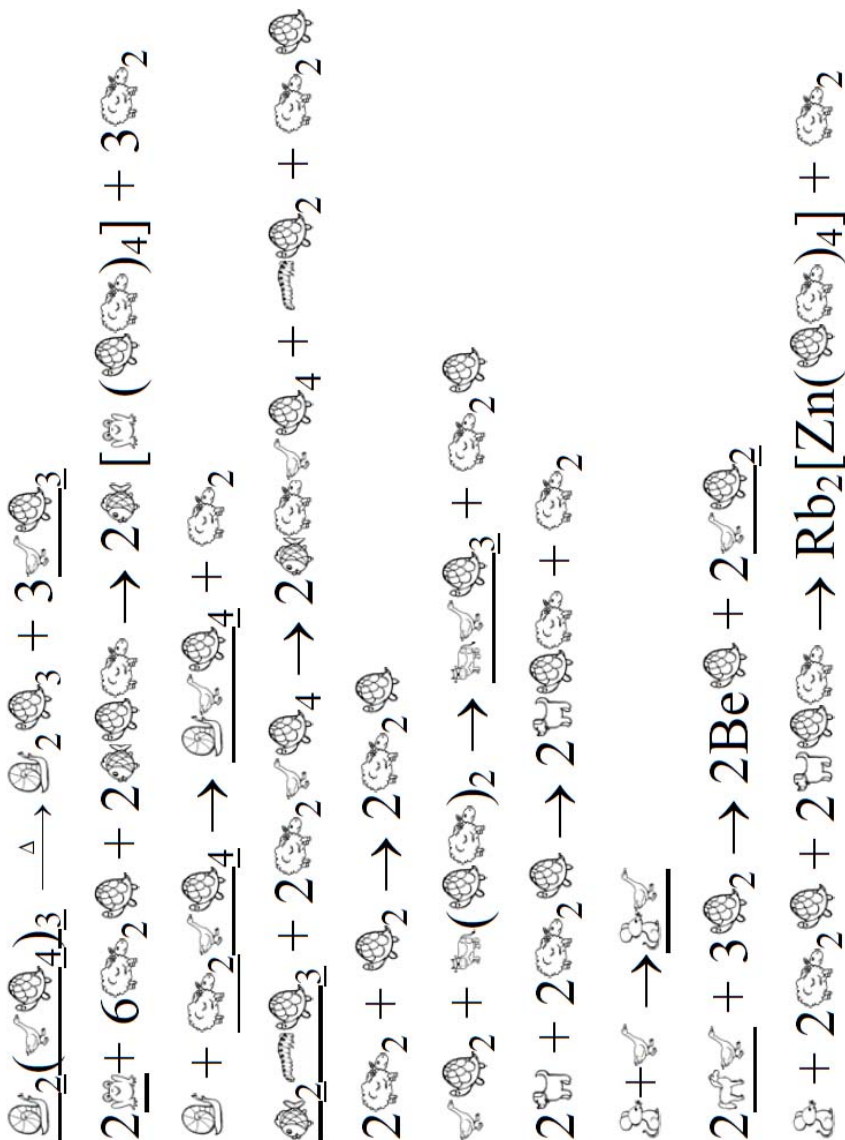
4. Prvek housenka se používá ve velmi čistém stavu na výrobu mikroprocesorů. Napište, jak se nazývá postup, při kterém se dosahuje vysoké čistoty tohoto prvku, a na jakém principu funguje.
5. Prvek žába se používá v řadě lehkých a pevných slitin. Mimo jiné je hlavní součástí slitiny s názvem dural. Napište, jak se jmenuje slitina žáby s housenkou.
6. Ryba je prvek, který po excitaci (například v plameni) emituje typické oranžové světlo s charakteristickým dubletem u 589,29 nm. Jakou barvu bude mít v plameni pes?
7. Kráva je prvek, jehož sloučeniny jsou důležitou součástí stavebního průmyslu. Popište chemickými rovnicemi, jak se proměňují sloučeniny krávy od vydolování uhlíčitánu krávy ze země až po uschnutí na zdi.
8. Napište, jak reaguje husa s želvou₂. Kde v domácnosti a potravinářství se tato reakce využívá?
9. Druhou část Šifry tvoří pod sebou psané značky prvků odpovídající sekvenci:



10. Třetí část Šifry tvoří pod sebou psaná nejběžnější oxidační čísla prvků vyskytujících se ve Spisu. (Oxidační číslo 0, tedy elementární prvek, nepočítejte.) Oxidační čísla zapište v následujícím pořadí:



Spis



Úloha č. 2: Termická analýza

(9 bodů)

Autor: Zdeněk Moravec



Termická analýza je soubor metod, které sledují chování vzorku během definovaného teplotního programu.

My se v této úloze zaměříme na sledování dvou veličin, změny hmotnosti vzorku (TG – ThermoGravimetry) a tepelných efektů (DSC – Differential Scanning Calorimetry) a jejich kombinaci (STA – Simultaneous Thermal Analysis).

Termogravimetrie (TG) je jedna ze základních metod termické analýzy. Patří mezi dynamické analytické metody. Základním principem je měření změn hmotnosti analyzovaného vzorku při jeho plynulém zahřívání nebo ochlazování. Změny hmotnosti se vyjadřují v závislosti na teplotě $m = f(T)$, respektive čase $m = f(t)$, tzv. termogravimetrickými křivkami.

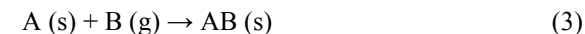
Změnu hmotnosti látky AB při zahřívání a uvolňování plynné složky (voda u tepelného rozkladu hydrátů solí apod.)



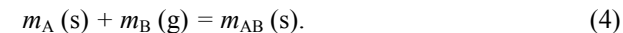
můžeme vyjádřit rovnicí (2)



Může ale také docházet k opačným jevům, kdy studovaná látka A při zahřívání reaguje s plynem (např. oxidace neušlechtilých kovů, při níž vzniká oxid nebo hydroxid příslušného kovu):



Změnu hmotnosti lze pak popsat rovnicí (4)



TG křivky podávají informace o složení zkoumaného vzorku, jeho tepelné stálosti, teplotním rozkladu a také o produktech vznikajících při rozkladu. Na osu x se vynáší čas (v min), popř. teplota (ve stupních °C nebo v K) a na osu y hmotnost (v mg nebo relativně v %). TG křivka ve svém průběhu obsahuje úseky vodorovné s osou x , tzv. prodlevy, a zlomy. Prodlevy jsou úseky rovnoběžné s osou x , v jejichž průběhu nedochází k žádné změně hmotnosti vzorku. Zlomy naopak naznačují, že analyzovaný vzorek mění svoji hmotnost (nejčastěji úbytkem), ať už rozkladem nebo reakcí. Po dosažení určité teploty pak nastává další prodleva.

Diferenční kompenzační kalorimetrie (DSC) je metoda, která zkoumá tepelné změny ve vzorku v průběhu teplotního programu. Měří se rozdíl teploty vzorku a reference. Touto metodou lze přesně stanovit teploty fázových změn (tání, varu či krystalizace) nebo reakční teplo apod.

Simultánní metody (STA) umožňují zkoumat více fyzikálních vlastností najednou během jednoho měření. Výhodou tohoto přístupu je, že nemusíme připravovat nové vzorky a máme tak dány stejné experimentální podmínky. Na druhou stranu ale tyto podmínky musí vyhovovat všem použitým metodám. Mezi nejvíce rozšířenou dvojici metod patří TG-DTA a TG-DSC. Tyto metody se totiž dobře doplňují.

1. Důležitým údajem pro interpretaci dat z termické analýzy je rychlost ohřevu. Pokud změříme stejný vzorek při různých rychlostech ohřevu, zjistíme, že teplota, při které probíhají reakce (např. oxidace nebo tepelný rozklad) se změnila, ale teplota fázových změn (např. tání nebo varu) zůstala stejná. Proč?

Termickou analýzu lze provádět za různých podmínek, pomocí kterých určujeme průběh samotné analýzy a někdy i děje, které lze studovat. Nejčastěji se využívá dynamická nebo statická atmosféra, ale lze měřit i ve vakuu. To je výhodné např. pro konstrukci fázových diagramů slitin. Měření ve vakuu s sebou nese jeden velký problém. Měření přesné teploty je ztíženo nepřítomností plynu mezi vzorkem a detektorem.

2. Jakými mechanismy se šíří teplo ve vakuu? Pokuste se o jejich rozbor.

Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje výsledek termické analýzy, je kelímek na vzorek a referenční materiál. Pro přístroj Netzsch STA 449C, který byl použit pro měření termogramů pro tuto úlohu, se používají kelímky z korundu nebo slitiny Pt/Rh o objemu 85 μl a vnějším průměru 6,8 mm (viz obrázek 1).

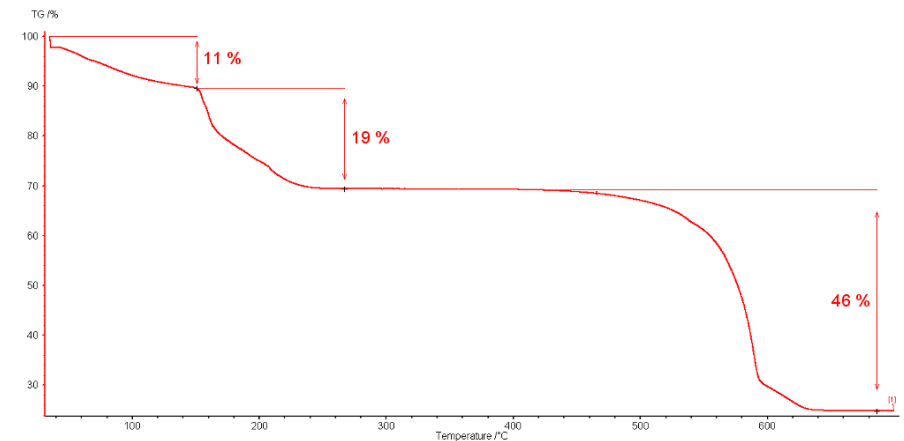


Obrázek 1. Pt/Rh kelímky pro TG/DSC analýzu

3. Kelímek lze pro měření použít s víčkem nebo bez víčka. Pokuste se srovnat výhody a nevýhody a určete, jak by bylo vhodné měřit vzorek monohydrátu šřavelanu vápenatého a jak slitinu Cu/Sn/Pb.

- Proč se pro termickou analýzu využívají kelímky ze slitiny Pt/Rh a ne kelímky z čisté platiny nebo jiné slitiny, např. Pt/Ir?
- Jak velkou navážku tetrahydrátu dusičnanu vápenatého (v mg) můžeme změřit v dotyčném kelímku o objemu 85 μl , pokud jej zaplníme z poloviny? (sypná hustota $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

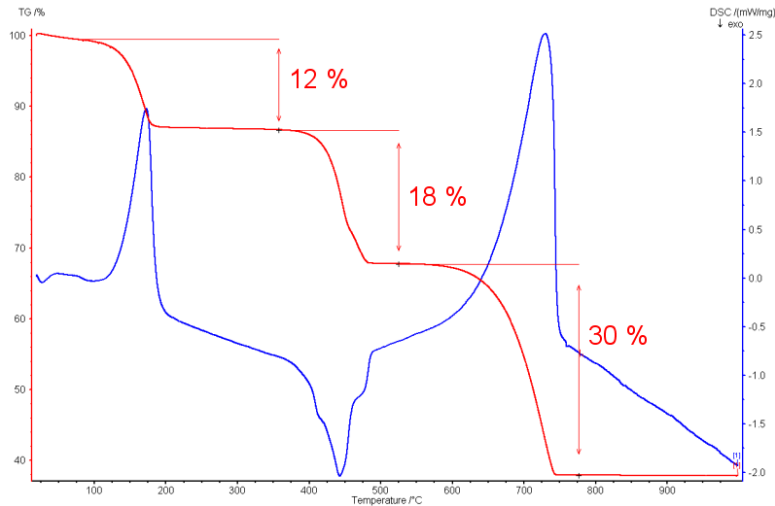
Na závěr se podíváme na interpretaci reálných dat získaných z TG/DSC experimentu. Jako vzorek byl použit tetrahydrát dusičnanu vápenatého, získaný termogram najdete na obrázku 2. Jsou na něm patrné tři výrazné kroky.



Obrázek 2. TG křivka rozkladu tetrahydrátu dusičnanu vápenatého

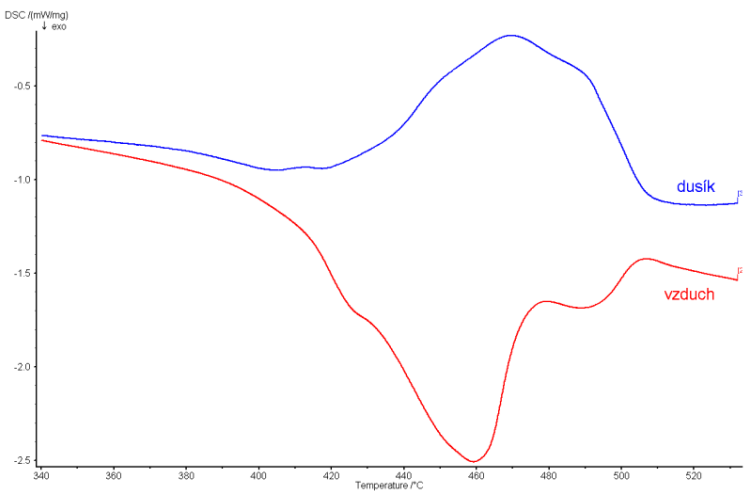
- Navrhnete mechanismus tepelné degradace tetrahydrátu dusičnanu vápenatého a výpočtem ověříte jeho správnost.

Poslední otázka bude věnována termické analýze monohydrátu šřavelanu vápenatého. Termický rozklad probíhá ve třech krocích (viz obrázek 3). Nejprve dojde k dehydrataci na bezvodý šřavelan vápenatý. Ten ve druhém kroku dekarboxyluje za vzniku uhličitánu vápenatého. Posledním krokem je dobře známý proces pálení vápna, při němž se uhličitán vápenatý rozkládá na oxid vápenatý a oxid uhličitý.



Obrázek 3. Termogram rozkladu monohydrátu štavelanu vápenatého. Červená křivka je TG, modrá DSC

7. Na obrázku 4 vidíte DSC křivku druhého kroku degradace změřenou v atmosféře syntetického vzduchu (spodní, červená křivka) a čistého dusíku (horní, modrá křivka). S ohledem na mechanismus degradace vysvětlíte, proč je tento krok v dusíkové atmosféře endotermní a při měření na vzduchu exotermní.



Obrázek 4. DSC křivka druhého kroku rozkladu štavelanu vápenatého

Úloha č. 3: Ostrov

(8 bodů)

Autoři: Barbora Szmolková, Karel Berka



Toho dne měla záchranná služba napilno. Už ráno byla sanitka zavolána k dopravní nehodě. Automobil narazil čelní maskou do zdi kravína. Za volantem záchranáři našli muže v bezvědomí. Řidič byl opoceny, ale našťastí bez známek vážnějších poranění nebo vnitřních zranění. Po vyproštění byla u pacienta zjištěna glukometrem neměřitelně nízká hladina krevního cukru. Po podání koncentrované glukózy do žilního vstupu se muž přibližně po dvou minutách probral. Následně uvedl, že je diabetik na inzulínu. Ranní dávku si aplikoval, ale protože spěchal do práce, nestihl posnídat a zapomněl si doklady i s kartičkou diabetika.

- Určitě vás po přečtení úvodu překvapilo, proč jsme tuto úlohu o cukrovce pojmenovali Ostrov. Zkuste vysvětlit proč.
- Podle jednotlivých charakteristik napište, o jaký typ diabetu se pravděpodobně jedná v následujících případech:
 - Tento typ diabetu se objevuje pouze u žen, a to v určitém období jejich života, které se může opakovat. Po ukončení tohoto období se glukózová tolerance většinou upraví.
 - Za vznik tohoto typu diabetu může špatná životospráva, obezita a částečně i dědičná dispozice. Objevuje se většinou kolem čtyřicátého roku života. Inzulín ve tkáních účinkuje nedostatečně.
 - Typickým rysem tohoto typu diabetu je úplná absence produkce inzulínu. Pacienti trpící touto nemocí obvykle rychle ztrácí na váze. Léčba spočívá v pravidelné aplikaci inzulínu injekčně do podkoží.

Diabetes mellitus se běžně diagnostikuje z moči a krve.
- Co se stanovuje při testování moči?
- Vysvětlíte, proč je vyšetření moči nedostatečné.
- Při počáteční diagnostice cukrovky druhého typu se používá také speciální krevní test. Popište, jak probíhá a co hodnotí. Jaký je oficiální název pro toto vyšetření?
- Na rozdíl od moči se v krvi dají navíc stanovit glykované bílkoviny, nejčastěji glykovaný hemoglobin. Jaké výhody má jejich stanovení oproti stanovení hladiny látky z předchozí otázky?

7. Prvním opatřením při zjištění diabetu 2. typu je úprava jídelníčku a především celkové životosprávy. Pomozte sestavit Aleně, která onemocněla diabetem 2. typu, optimální snídani, pokud víte, že:

Každý den má sníst 225 g sacharidů, 75 g bílkovin a 60 g tuků, přičemž příjem na snídani má obsahovat 20 % z celkového denního příjmu základních živin.

Alena se nechce vzdát svých oblíbených snídaňových cereálií. Ke snídani sní 40 g cereálií obsahujících ve 100 g: 58,9 g sacharidů, 11 g bílkovin a 4,8 g tuků.

Své návrhy vpisujte do tabulky, která sleduje složení sacharidů, bílkovin a tuků. Kromě cereálií tabulka musí obsahovat min. 3 další snídaňové položky.

Název potraviny	Množství v g	Množství v g			% v snídani		
		Sacharidy	Bílkoviny	Tuky	Sacharidy	Bílkoviny	Tuky
Součet:							

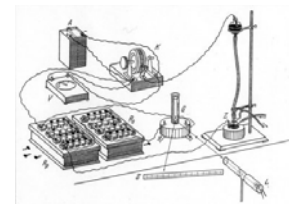
Poznámka: Povolená tolerance odchylky v celkovém součtu základních živin činí $\pm 2\%$, zaokrouhluje na dvě desetinná místa.

8. Spolu s tabulkou nám zašlete⁵ i fotku, jak snídáte dle jídelníčku, který jste si sami vytvořili. Předepsané cereálie nahraďte svými oblíbenými.

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

(11 bodů)

Autor: Vítek Fiala



Druhá část úlohy „Elektrony kolem nás“ je tu! V první části úlohy jsme se seznámili s elektrochemickým článkem a naučili jsme se počítat s redoxními potenciály kovů. Elektrochemická úloha v této sérii bude nejvíce ovlivněna Michaellem Faradayem a Jaroslavem Heyrovským, resp. jejich objevy.

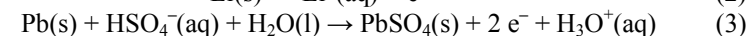
V příkladech řešených v první sérii docházelo v roztoku v důsledku nedosažení elektrochemické rovnováhy k vytvoření elektromotorického napětí, které konalo práci. Takto vytvořená energie se využívá například v bateriích.

Opačným příkladem je vložení vnějšího zdroje napětí na elektrody. Dojde tím k vychýlení elektrochemické rovnováhy, ionty se začnou v roztoku pohybovat. Na jedné elektrodě se prvek vylučuje, druhá elektroda se naopak rozpouští. Takhle jednoduše můžeme z roztoku vyloučit různé prvky. Proces se nazývá elektrolýza a může být popsán pomocí Faradayova zákona

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}, \quad (1)$$

kde m představuje hmotnost vyloučeného kovu na katodě, M je jeho molární hmotnost, z je počet molů vyměněných elektronů, F je Faradayova konstanta a I je konstantní elektrický proud. Dokud nebyla elektrolýza známá, nebylo možné vyrábět například sodík a produkce hliníku byla velice náročná. Pro představu, jak byl čistý hliník dříve vzácným kovem: anglická královna Viktorie dostala při jedné ze svých zahraničních cest náhrdelník z hliníku jako „vzácný šperk“.

- Kolik času je potřeba, aby se vyloučilo 225 mg mědi z roztoku měďnaté soli, kterým protéká konstantní proud 0,78 A?
- Předpokládejme, že anodová reakce pro lithiovou baterii je dána rovnicí (2) a pro olověný akumulátor rovnicí (3). Kolikrát větší je molární hmotnost spotřebovaného olova než lithia, jestliže oběma bateriemi protékal proud 1 A po dobu 10 minut?



U elektrolýzy existuje lineární závislost mezi proteklým proudem a množstvím vyloučeného prvku. Zatím jsme předpokládali, že na elektrody je vkládáno dostatečně vysoké napětí pro změnu prvku z přítomného oxidačního

⁵ Fotky o velikosti maximálně 2 MB s názvem „ostrov_prijmeni_jmeno“ pošlete na e-mail karel.berka@ksicht.natur.cuni.cz

stavu až na prvek samotný. Je zřejmé, že potřebné napětí pro změnu oxidačního čísla prvku bude záviset jak na standardním elektrodoovém potenciálu dané dvojice, tak na podmínkách, za kterých bude reakce probíhat (zejména na koncentraci, přesněji aktivitě jednotlivých částic vystupujících v elektrodoové reakci). Při postupném zvyšování napětí jako první probíhá ta reakce, která potřebuje nejnižší vložené napětí. Aby byl některý z iontů zoxidován či zredukován do elementárního stavu (ox. číslo 0), je potřeba na elektrody vložit tzv. vylučovací napětí.

3. Jaký platí matematický vztah mezi vylučovacím napětím a elektrodoovým potenciálem při reverzibilních dějích? Srovnajte tyto dvě veličiny.

U prakticky prováděných elektrolyz probíhají děje ireverzibilně. Zpravidla je tedy nutné vložit vyšší napětí, přičemž rozdíl mezi teoretickou a praktickou hodnotou napětí se nazývá přepětí. Pro velikost přepětí je směrodatný především materiál a velikost elektrody, dále její povrchové vlastnosti, chemismus probíhající elektrodoové reakce, proudová hustota či teplota. Pokud bychom dokázali zaručit určité podmínky, mohl by být princip otočen a místo kvantitativního vylučování prvku elektrolyzou by se při zvyšování napětí sledovalo, jaké probíhají v roztoku reakce a v důsledku tedy jaké je chemické složení roztoku. Tuto variantu plně rozvinul jeden z našich nejznámějších chemiků, Jaroslav Heyrovský. Za rozpracování polarografické metody převzal 10. prosince 1959 Nobelovu cenu za chemii.

4. Jaké podmínky musí splňovat pracovní elektroda, proud a okolí elektrody pro kvalitní polarografickou analýzu?

Polarografie je velice silný nástroj pro analýzu roztoku. Metoda je schopna rychle a přesně změřit kvalitativní i kvantitativní údaje nejen pro stopová množství prvků, ale i zastoupení jednotlivých oxidačních stavů. Při polarografických měřeních se pracuje s elektrodou, na které je vysoké přepětí vodíku.

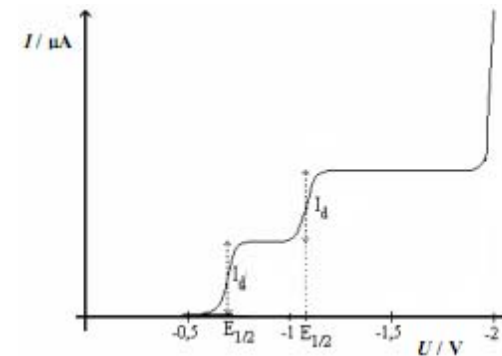
5. Jakému nežádoucímu jevu se snažíme prací s elektrodou s vysokým přepětím vodíku zamezit?

6. Jaká elektroda se nejčastěji používá pro polarografické měření?

Výsledkem polarografické analýzy je grafické znázornění závislosti protékajícího proudu na vloženém napětí. Na obrázku 1 jsou zobrazeny tzv. „polarografické křivky“ či „polarografické vlny“. V inflexním bodě „vlny“ je tzv. půlvlnný potenciál $E_{1/2}$, který je kvalitativním hodnocením probíhajících procesů. Při dalším zvyšování napětí je dosaženo rovnovážného limitního difúzního proudu, kdy jsou elektrodoovou reakcí vyčerpány všechny ionty účastníci se

daného elektrodoového děje z okolí elektrody. Výška vlny (velikost limitního difúzního proudu) je pak kvantitativní údaj.

7. Na obrázku 1 je znázorněna polarografická křivka. Ta byla získána po analýze roztoku obsahující indifferentní 1 M KCl a dále zinečnaté a kadmennaté ionty. Popište, jaké děje probíhají v okolí kapek rtuti při analýze při postupném zvyšování napětí, jestliže víte, že K^+ ionty se redukují na amalgám draslíku při napětí $E = -1,8 V$, Cd^{2+} na amalgám kadmia při $E = -0,6 V$ a Zn^{2+} na amalgám zinku při $E = -1,05 V$.



Obrázek 1. Polarografické křivky

8. Proč se do roztoku přidává indifferentní elektrolyt?

9. Jaký bývá problém s roztoky k polarografické analýze připravených na vzduchu? Jak se dá tento problém vyřešit?

10. Co je zobrazeno na schématu v úvodu úlohy?

Elektrochemické děje nám ne vždy přinášejí užitek. Jedním z negativních důsledků přenosu elektronů je koroze kovových předmětů. V důsledku koroze dochází k poškození až znehodnocení materiálů, a tím k ekonomickým ztrátám. Aby se rezivění kovových předmětů předešlo, je nutná investice do pokrytí povrchu tenkou vrstvou nekorodujícího kovu, například chromu.

11. Proč chrom, narozdíl od železa, na vzduchu nekoroduje?

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

Autoři: Ondřej Mangl, Jan Bartoň

*V noci zdál se mi krásný sen,
jsem z něj zcela omámen!
Sféry molekul já viděl jen,
jasně, jako bílý den.*

*Nyní vzhůru, práce čeká,
není nikdo, kdo se léká!
V poledne již tuha měkká,
hotovo mám, heuréka.*



Těmito jednoduchými verši by se dal shrnout vznik hypotézy, která na přelomu 19. a 20. století ukázala, že zřejmé a jasné není nikdy nic. Názorným příkladem bylo dogma o schopnosti řetězení atomů ve dlouhé molekuly. Uhlík tvoří dlouhé skelety, tak proč ne ostatní atomy? Jednomu chemikovi ze Švýcarska se zdál sen a ten dal vzniknout nové hypotéze. Později dostal Nobelovu cenu, ale důkazu své hypotézy se nedožil...

1. Jak se jmenoval onen významný chemik? Kdy vydal svou hypotézu a jaké oblasti chemie položil základy? Ve kterém roce za svou hypotézu dostal Nobelovu cenu?

Soli, látky disociující v roztoku na ionty, jsou známy dlouhou dobu. Pokud se k vodnému roztoku nějaké barevné soli přidá roztok čpavku, roztok změní barvu. Co způsobuje tuto barevnou změnu? Pokusy se zjistilo, že molekuly čpavku neovlivňují pH ani jinak nereagují, tedy se v roztoku volně nepohybují. Předpokládalo se proto, že čpavek v roztoku zreagoval s kationtem a vznikla kovalentní sloučenina.

2. Jakým způsobem byste zjistili, kolik molů amoniaku v roztoku nezreagovalo, tj. jsou volné v roztoku po přidání známého množství amoniaku?

Základní problém, který nikdo nedokázal spolehlivě vysvětlit, natož dokázat, byl počet molekul čpavku, který se k danému kationtu kovu vázal. Předpoklad řetězení molekul čpavku nevysvětloval fakt, proč se 5 molekul váže, ale 10 nikoliv. Proč se někdy povede připravit látku se stejným složením, která je ovšem strukturně jiná (těžko přehlédnout jinou barvu), a proč to jde jen u některých látek?

Obrázky molekul na konci 19. století se asi nejvíce podobaly chobotnicím – z iontů kovu vybíhala různě dlouhá „chapadla“. Pouze poslední atom (či skupina atomů) „chapadla“ mohla v roztoku disociovat. Ostatní byly vázány kovalentní vazbou a nemohly podle této představy disociovat. V době před vznikem

hypotézy se běžně pokládala maximální možná vaznost prvku za rovnou číslu jeho skupiny v periodické tabulce. Dusík proto mohl být až pětivazný.

3. Nakreslete všechny varianty látek $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}_3$ a $\text{Co}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_3$. Při kreslení předpokládejte, že molekula NH_3 může tvořit dvě vazby.

Sloučeniny dusíku v oxidačním stavu +V existují, dusík v nich však není pětivazný!

4. Napište základní elektronovou konfiguraci atomu dusíku. Kolika vazný je atom dusíku obvykle (např. v $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$) a kolik vazeb je schopný vytvořit maximálně (např. v NH_4^+)? Nakreslete strukturní elektronový vzorec didusnanového i dusičnanového aniontu (nezapomeňte i na elektronové páry na atomech). Proč nemůže atom dusíku vytvářet pět jednoduchých vazeb? Co by muselo existovat, aby toho byl schopen?

Nová hypotéza s sebou přinesla velké množství pojmů a úplně jiný náhled na to, jak chápat toto „slučování“ molekul čpavku s určitými solemi v roztoku. Sloučenina podle ní obsahuje dvě sféry a v každé z nich platí jiná pravidla.

5. Jaký přívlastek měla každá sféra a jaký druh interakce se ve sférách uplatňoval? Pojmenujte částice, jež se v dané sféře vyskytovaly. Jak se obecně nazývá iont kovu, který byl středem celé sloučeniny?

K objevu elektronů, které zprostředkovávají vazbu mezi atomy, došlo také koncem 19. století...

6. Kdo a kdy objevil elektron? Bylo to před vydáním této teorie nebo po ní? Jak se dnes v nejobecnějším pojetí definuje chemická vazba mezi dvěma atomy?
7. Jak ovlivnila autora námi zkoumané hypotézy Lewisova teorie kyselin a zásad? Jak vysvětluje vznik vazby mezi atomem kovu a molekulami amoniaku Lewisova teorie?

Základní pojmy a pohled na vazby mezi iontem kovu a molekulami čpavku máme za sebou. Je jasné, že samotná hypotéza by nikdy nedosáhla velikého významu, pokud by se ji nepodařilo prokázat.

8. Existovala na konci 19. století nějaká metoda, která by dokázala nezvratně potvrdit tuto teorii? Jak obhájil autor svou teorii? Jak byste postupovali dnes při dokazování struktury?

Volba vhodných sloučenin k obhajobě hypotézy byla neméně důležitou částí snahy o její dokázání. Za tímto účelem si autor vybral sloučeniny s kobaltitým a chromitým kationtem. Nejdříve bylo nutno stanovit geometrii molekuly, což nebylo snadné v 19. století a není to jednoduché dnes. Zaměříme se na zjištění poměrů atomů v molekule a odvození jejího vzorce.

9. Jakým způsobem se dříve stanovovalo prvkové složení molekul? Popište proces zjišťování složení neznámé látky, které by vedlo ke vzorci $[\text{Cr}(\text{NH}_3)]\text{Cl}_3$?

Nyní, když umíme z daných dat stanovit vzorec molekuly, podívejme se, jak se určovala geometrie molekul. Autor hypotézy připravil velké množství sloučenin a pro sloučeniny typu $[\text{MA}_6]\text{X}_3$ získal vždy pouze jednu její variantu. Pro sloučeniny typu $[\text{MA}_5\text{B}]\text{X}_3$ získal také pouze jednu variantu, pro $[\text{MA}_4\text{B}_2]\text{X}_3$ dvě varianty a pro $[\text{MA}_3\text{B}_3]\text{X}_3$ také dvě (variantou je myšlena látka se stejným chemickým vzorcem, ale jiným rozložením skupin atomů kolem atomu kovu).

10. Jak se nazývá jev, který je vysvětlován slovem „varianta“ a určete typ této „varianty“. Pojmenujte rozdílné „varianty“ pro sloučeniny typu $[\text{MA}_4\text{B}_2]\text{X}_3$ a $[\text{MA}_3\text{B}_3]\text{X}_3$? Uvažujte oktaedrické uspořádání.

Dnes víme, že prakticky všechny sloučeniny se 6 skupinami atomů na kationtu kovu, jsou oktaedrické (vyjma několika trigonálně prizmatických). Kromě oktaedru a trigonálního prizmatu, se v teorii uvažovalo i o hexagonu.

11. Níže uvedenou tabulku překreslete do vašich řešení a nakreslete do ní tvar těchto 3 geometrií. Určete, kolik jedinečných typů „variant“ je schopna vytvořit sloučenina se vzorcem $[\text{MA}_5\text{B}]\text{X}_3$, $[\text{MA}_4\text{B}_2]\text{X}_3$ a $[\text{MA}_3\text{B}_3]\text{X}_3$.

$\text{M}(\text{A}_5\text{B})\text{X}_3$			
$\text{M}(\text{A}_4\text{B}_2)\text{X}_3$			
$\text{M}(\text{A}_3\text{B}_3)\text{X}_3$			

Řešení úloh 1. série 11. ročníku KSICHTu

Úloha č. 1: Vzkaz od organizátorů KSICHTu (I/IV)

(7 bodů)

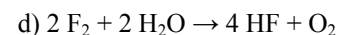
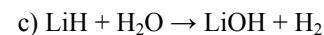
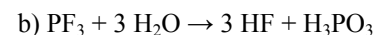
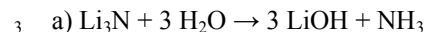
Autoři: Luděk Míka, Pavel Řezanka

1. Názvy a značky prvků jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Názvy a značky prvků

Označení prvku	Prvek	Značka
α	uhlík	C
β	bor	B
γ	fluor	F
δ	fosfor	P
ϵ	lithium	Li
ζ	dusík	N
η	titan	Ti
θ	beryllium	Be
ι	kobalt	Co
κ	vodík	H
λ	skandium	Sc

2. Fosfor se může vyskytovat v bílé, červené, fialové, šarlatové a černé alotropické modifikaci a také jako difosfor.



4. a) NH_4F – fluorid amonný, používá se jako antimikrobiální látka

b) TiN – nitrid titanu, používá se pro úpravu povrchů a jako brusný materiál

c) NH_3 – čpavek, používá se například v chladících systémech, čpavková voda

d) CH_4 – zemní plyn, používá se jako plynné palivo

Otázka 1 – 2,2 bodu, 2 – 0,8 bodu, 3 – 2 body a 4 – 2 body. Celkem 7 bodů.

Úloha č. 2: Pečeme s KSIChTEm**(9 bodů)**

Autoři: Klára Navrátilová, Pavel Řezanka

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

Tabulka 1. Ingredience potřebné pro přípravu produktu

Ingredience	Název
1	hladká mouka světlá
2	cukr
3	sůl
4	mléko
5	droždí
6	máslo
7	jablka

2. Homogenní směs = těsto, produkt = buchta, koláč
3. Produkt byl pečen při teplotě 200 °C.
4. Udržet teplotu v uvedeném rozsahu je potřeba, aby kvasinky v droždí produkovaly dostatek oxidu uhličitého. Při nižší teplotě by těsto nenakynulo dostatečně a při vyšší teplotě by kvasinky zahynuly.
5. Jedná se o Maillardovu reakci.
6. Maillardova reakce je neenzymatická, zatímco zhnědnutí ovoce je způsobováno enzymaticky i neenzymaticky. Při Maillardově reakci spolu interaguje karbonylová skupina redukujících cukrů s aminoskupinou aminokyselin, za vzniku charakteristické vůně, chuti a zbarvení. Zhnědnutí ovoce je způsobeno porušením buněk a vylitím jejich obsahu.
Při enzymatické reakci dochází k oxidaci fenolových látek na chinony působením vzdušného kyslíku a tato oxidace je katalyzována enzymy (polyfenoloxidáza, chlorofyláza a částečně i peroxidáza).
7. Droždí je sice možné nahradit hydrogenuhličitanem sodným (v obchodě sehnatelným pod názvem jedlá soda), ale pak se nejedná o pravé kynuté těsto, není tedy potřeba nechat těsto kynout. Kromě toho je třeba na dané množství mouky dát více jedlé sody.
8. Nejlepší fotky nám poslaly Tereza Janatková a Andrea Monteiro. Děkujeme ale samozřejmě za všechny došlé fotky. Sešlo se jich 114.



Obrázek 1. Fotka koláče od Terezy Janatkové



Obrázek 2. Fotka koláče od Andrei Monteiro

Otázka 1 – 1,75 bodu, 2 – 0,5 bodu, 3 – 0,25 bodu, 4 – 0,5 bodu, 5 – 0,5 bodu, 6 – 0,5 bodu, 7 – 0,5 bodu a 8 – 4,5 bodu. Celkem 9 bodů.

Úloha č. 3: Fosgen**(12 bodů)**

Autor: Václav Kubát

1. Fosgen byl použit jako jeden z prvních proto, že byl tehdy snadno dostupný v potřebných množstvích. Fosgen se využívalo a využívá pro mírové účely jako meziprojektu řady organických syntéz a již v době začátku 1. světové války byly v Německu i jinde vybudovány továrny schopné dodat dostatečné množství tohoto plynu, aby mohl být nasazen jako BCHL.

Němci použili nejvíce BCHL ze všech mocností účastnících se 1. světové války, protože měli v té době nejvíce rozvinutý chemický průmysl. Pro výrobu fosgenu byl především důležitý průmysl barviv, jehož intenzivní rozvoj v předválečném Německu byl dán malým množstvím německých kolonií. Britové a Francouzi barviva dováželi ze svých kolonií, Němci měli kolonií málo, proto se soustředili na chemii a vyvíjeli barviva syntetická.

Na Wikipedii lze nalézt informaci, že o nasazení BCHL se v Německu významně zasadil prof. Fritz Haber. Tohle je bohužel typický příklad toho, že údaje uváděné na Wikipedii (resp. na internetu obecně) je třeba ověřovat, uvedený Němec se jmenoval Fritz Haber.

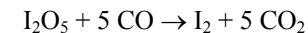
2. Důvodem pro použití BCHL byl styl vedení války. Na rozdíl od střetů v minulých staletích, ve kterých proti sobě pochodovaly armády na otevřeném bojišti, v 1. světové válce se v široké míře uplatnila zákopová válka. Pro obě strany bylo velmi obtížné překonávat opevnění (zákopy) protivníka. Proto vyvstala potřeba vyvinout nové zbraně, které by překonání zákopů umožnily. K tomuto účelu byly hned na začátku války nasazeny bojové plyny a později také tanky.
3. Při otravě fosgenem dochází k poškození buněčných membrán plicních sklípků, čímž se zvýší jejich propustnost a dochází k hromadění plasmatické tekutiny v plicích (vzniká plicní otok – edém). Otoková tekutina brání výměně plynů v plicích, tělo má tedy nedostatek kyslíku a přebytek oxidu uhličitého. Vzhledem k tomu, že se tělní tekutiny hromadí v plicích, dochází k houstnutí krve, což zatěžuje srdeční svalstvo a zpomaluje krevní oběh.

Otrava oxidem uhelnatým spočívá v tvorbě komplexu s hemoglobinem. Vazba molekuly CO na hemoglobin je mnohonásobně pevnější než vazba molekuly kyslíku na hemoglobin, takže CO se váže přednostně a tělo následně nemá dostatek hemoglobinu, který by transportoval kyslík do tkání.

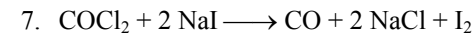
V obou případech je tedy ve výsledku nedostatek kyslíku v krvi pro zásobování životně důležitých orgánů, rozdíl je v tom, že v případě fosgenu se v plicích tvoří mechanická bariéra (otoková kapalina), která brání výměně plynů jako takové, zatímco v případě oxidu uhelnatého dochází k „vyblokování“ molekul hemoglobinu, které nejsou k dispozici pro vazbu kyslíku.

Pozn.: Hydrolyza fosgenu na HCl v plicích samozřejmě probíhá, ale za toxické účinky může fosgen výrazně více než uvolněná HCl. Pokud bychom chtěli dosáhnout totožných účinků na plíce, bylo by potřeba použít až 800krát více HCl, než se může uvolnit z daného množství fosgenu. HCl tedy přispívá k jeho toxickému účinku, ale zdaleka dominantní je fosgen samotný.

4. První pomoc spočívá v okamžitém přerušení kontaktu postiženého s fosgenem (nasazení plynové masky, vynesení z kontaminovaného území). Následně je nutné zajistit absolutní klid postiženého (námaha znamená zvýšenou potřebu kyslíku, kterého se postiženému nedostává), udržovat jej v teple, aplikovat protišoková opatření (uložení do protišokové polohy) a případně zajistit umělé dýchání. Samozřejmě následuje transport k lékaři.
5. Při průchodu vzduchu s CO detektorem bude docházet ke změně barvy z původní (pravděpodobně bílé či nažedlé, podle substrátu) na hnědou či tmavě fialovou. Zbarvení je způsobeno jodem, na který je oxid jodičný redukován oxidem uhelnatým:

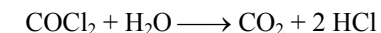


6. Požadavky na detekční trubičky: barevná změna musí být dostatečně zřetelná, aby byla pozorovatelná i při špatné viditelnosti (např. v noci s umělým osvětlením); reakce musí probíhat dostatečně rychle a také musí být málo závislá na podmínkách (např. teplota – detektory, které fungují pouze v tropech za teplého dne, nejsou příliš vhodné); použitá činidla musí být dostatečně stabilní, aby byla připravena k použití při různých podmínkách skladování; detekční limit daného průkazníku (tj. koncentrace BCHL, kterou je průkazník schopen zaznamenat) by v ideálním případě měl být nižší než prahová toxická koncentrace dané BCHL (tj. koncentrace, kdy se již projeví toxické účinky) – tedy průkazník by měl BCHL odhalit dříve, než dojde k otravě lidí.

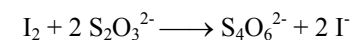
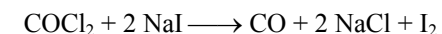


COI₂ není produktem reakce, jak uváděli někteří z vás, protože touto reakcí musí vznikat elementární jod (I₂), který následně titrujeme thiosíranem.

8. Aceton nesmí obsahovat vodu, protože fosgen hydrolyzuje. Stanovení by bylo zatíženo chybou, protože část fosgenu by zreagovala s přítomnou vodou:



9. Probíhají reakce:



$$\Rightarrow n_{COCl_2} = \frac{1}{2} n_{S_2O_3^{2-}}$$

$$n_{\text{COCl}_2} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \cdot V_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}$$

$$n_{\text{COCl}_2} = \frac{1}{2} \cdot 1,000 \cdot 10^{-3} \cdot 0,102 \cdot 10^{-3} = 0,051 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$m_{\text{COCl}_2} = n_{\text{COCl}_2} \cdot M_{\text{COCl}_2} = 0,051 \cdot 10^{-6} \cdot 98,9 = 0,005 \text{ mg}$$

500 cm³ vzorku vzduchu obsahuje asi 0,005 mg fosgenu.

1 m³ vzduchu tedy obsahuje asi 10 mg fosgenu, koncentrace fosgenu v uvažovaném vzorku vzduchu je 10 mg·m⁻³. Čichem detekovatelné koncentrace jsou od 2 mg·m⁻³, ve zkoumaném vzorku tedy bylo možné cítit zápach fosgenu.

Pozn.: Tato analýza je zasazena do období kolem 2. světové války, v dnešní době samozřejmě disponujeme moderními přístroji, které jsou citlivější a rychlejší než titrace.

Pozn. 2: V tomto výpočtu jsem vás lehce mystifikoval, snad mi prominete. Popisovaná titrace ve skutečnosti není tak citlivá, aby bylo možné stanovit 0,005 mg fosgenu. Celý postup je možné použít, ale až pro množství vyšší než 0,1 mg fosgenu. Čísla, se kterými jste počítali, tedy nejsou reálná – použil jsem je, aby výpočet „pěkně“ vycházel.

10. Indikátor nemusíme použít, protože reakce neprobíhá ve vodném, nýbrž v acetonovém roztoku. Zatímco vodný roztok jodu (resp. roztok jodu ve vodném roztoku jodidu) má žlutohnědou barvu, roztoky jodu v bezkyslíkatých organických rozpouštědlech jsou růžovofialové, v acetonu hnědé či hnědofialové v závislosti na koncentraci. Při přidávku thiosíranu k vodnému roztoku jodu dochází k pomalé, postupné změně zbarvení z hnědé přes žlutou až k odbarvení, takže bez přidávku indikátoru nemusí být při této postupné změně bod ekvivalence správně určen. Naproti tomu barevná změna při spotřebování veškerého jodu z organické fáze (z hnědofialového na bezbarvý roztok) je okamžitá a okem dobře pozorovatelná.

11. Druhým úkolem chemika po detekci BCHL v prostředí je dekontaminace (osob, techniky, budov). Jde tedy o odstranění následků havárie či použití BCHL.

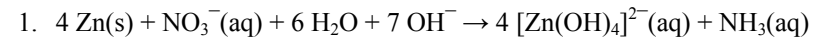
Poznámka na závěr: Fosgen byl již v průběhu 2. světové války (především ale za studené války) v arzenálech armád nahrazen mnohem nebezpečnějšími nervově paralytickými látkami, takže v dnešní době se jeho vojenské použití v podstatě nepředpokládá. Stále se ovšem jedná o významnou průmyslovou chemikálii, se kterou se běžně pracuje ve velkých množstvích. Proto je zapotřebí, aby především složky záchranného systému byly připraveny na řešení možných mimořádných situací spojených s jeho únikem.

Otázka 1 – 1 bod, 2 – 0,75 bodu, 3 – 2 body, 4 – 0,5 bodu, 5 – 1 bod, 6 – 1,5 bodu, 7 – 0,5 bodu, 8 – 1 bod, 9 – 2,5 bodu, 10 – 1 bod a 11 – 0,25 bodu. Celkem 12 bodů.

Úloha č. 4: Elektronky kolem nás (1. část)

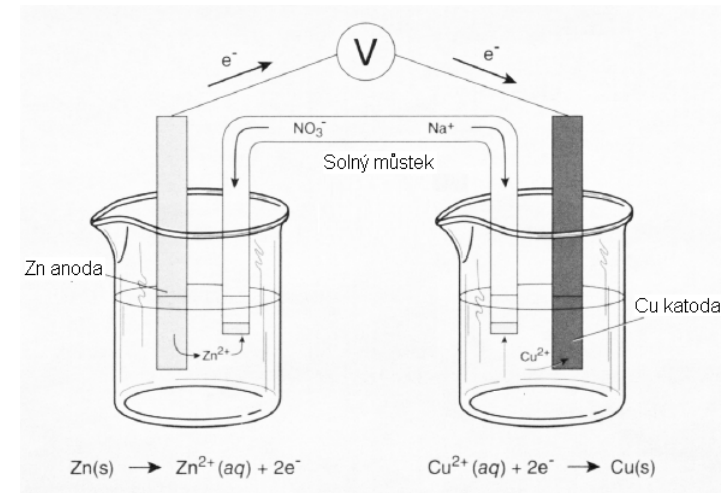
(10 bodů)

Autor: Petr Distler



(vyčíslení rovnice 1 b.)

2. Obr. 1: Popis elektrochemického článku



(popsání za 1,5 b., 2 dílčí reakce po 0,25 b., celkem 2 b.)

3. a) Pohyb je způsoben elektromotorickým napětím, které se vytváří na základě rozdílu potenciálů elektrod (katody a anody). Tento rozdíl je měřen voltmetrem a nazývá se napětí článku (či elektrochemický potenciál článku).

b) Solný můstek zabraňuje zvýšení pozitivního náboje v oblasti anody a negativního náboje v oblasti katody tím, že se anionty pohybují ze solného můstku k anodě a kationty ze solného můstku ke katodě.

c) $\text{Zn(s)}|\text{Zn}^{2+}(\text{aq}, 1,0 \text{ M})||\text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1,0 \text{ M})|\text{Cu(s)}$, první část představuje anodu a kationty, které se z ní uvolňují, || představuje solný můstek, druhá část katodu a kationty, které k ní přicházejí. Koncentrace v závorkách nemusí být uvedeny.

(vysvětlení a) a b) po 0,4 b., c) za 1,0 b., celkem 1,8 b.)

4. Redoxní potenciál standardní vodíkové elektrody $E^0 = 0 \text{ V}$ při všech teplotách, standardní redoxní potenciál článku $E^0_{\text{článku}} = E^0_{\text{katody}} - E^0_{\text{anody}}$. Podmínky: teplota, 25 °C, tlak jedné atmosféry, koncentrace všech vodných

roztoků 1,0 mol/l, reaktanty a produkty jsou přítomny ve svých standardních stavech, ionty jsou přítomny ve vodném roztoku.

(potenciál 0,1 b., vzorec 0,2 b., podmínky 0,5 b., celkem 0,8 b.)

5. Nejlepší oxidační činidlo: Ce^{4+} ; činidlo, které se bude nejlépe redukovat: Ce^{4+} ; nejlepší redukční činidlo: Al; ionty, které mohou být redukovány Sn: Ce^{4+} , Hg_2^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} .

(za každé správné určení 0,1 b., celkem 0,7 b.)

6. Jedná se o intenzivní veličinu, změna stochiometrických koeficientů nezmění hodnoty redoxních potenciálů, E^0 (pro Al^{3+}) = -1,66 V, E^0 (pro 5 Al^{3+}) = -1,66 V, $E^0_{\text{clánku}} = E^0_{\text{katody}} - E^0_{\text{anody}} = 0,85 - (-0,74) = 1,59$ V. Reakce je spontánní, protože $E^0_{\text{clánku}} > 0$.

(6 odpovědí po 0,25 b., výpočet za 0,5 b., celkem 2,0 b.)

7. Nernstova rovnice, $E_{\text{clánku}} = E^0_{\text{clánku}} - (RT/zF) \ln Q$, E^0 je standardní redoxní potenciál, R je univerzální plynová konstanta, T absolutní teplota, z počet molů elektronů přenesených v reakci, F Faradayova konstanta, přibližně 96 500 C/mol, Q je reakční kvocient.

(název 0,2 b., vysvětlení 0,3 b., celkem 0,5 b.)

8. Vyjdeme z rovnice $E = E^0 - (RT/zF) \ln Q$, kterou si přepíšeme na tvar $E = E^0 - (RT/zF) \ln \frac{[\text{Cd}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]}$. Ze zadání víme, že $[\text{Ni}^{2+}] = 1$ mol/l, vyjádříme si $[\text{Cd}^{2+}] = e^{-\frac{(E-E^0)zF}{RT}} = 4,3 \cdot 10^{-3}$ mol/l. Oxidační činidlo je nikl, redukční je kadmium.

(výpočet 1 b., určení činidel po 0,1 b., celkem 1,2 b.)

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

Úloha č. 5: Prvek známý a neznámý

(11 bodů)

Autor: Alan Liška

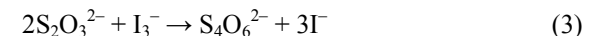
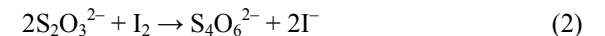
1. Názvy:

A: thiokyanatan sodný, **B:** jodthiokyan (jodrhodan), **C:** sulfid zinečnatý, **D:** sulfan, **E:** oxid siřičitý, **F:** oxid sírový, **G:** kyselina siřičitá (bude uznána i varianta hydrátu oxidu siřičitého), **H:** kyselina sírová, **I:** hydrogensířičitan sodný, **J:** hydrogensíran sodný, **K:** siřičitan sodný, **L:** síran sodný, **M:** siřičitan strontnatý, **N:** síran strontnatý, **O:** kyselina peroxosírová, **P:** disíran sodný, **Q:** peroxodisíran sodný, **R:** disiřičitan sodný, **S:** thiosíran sodný, **T:** tetrathionan sodný, **U:** trithionan sodný, **V:** dithionan manganatý, **W:** dithioničitan zinečnatý, **X:** síra.

2. Většina látek, které se v praxi používají k barvení tkanin, jsou organické polyfunkční molekuly. Poněvadž řada z nich obsahuje jako chromofory redukovatelné skupiny (např. azoskupiny $-\text{N}=\text{N}-$, enolová seskupení v indigových derivátech apod.), lze jejich redukcí zásadně změnit jejich absorpční spektrum, a tím i jejich barvu. V přípravku na obrázku je účinnou látkou dithioničitan sodný. Ten ve vodném roztoku podléhá do jisté míry homolytické disociaci (1), která vede ke vzniku radikálových aniontů $\text{SO}_2^{\cdot-}$. Ze dvou důvodů tyto částice představují ještě energičtější redukční činidlo než výchozí dithioničitanový anion. První důvod je termodynamický – po redukcí substrátu vzniká oxid siřičitý, což je stabilní molekula (ačkoli je v některých případech stále ještě schopná další redukce substrátu). Druhý důvod je kinetický – primární krok vlastního redoxního děje je elementární reakce přenosu jednoho elektronu. Ke stejnému účelu se někdy používá formaldehyd-sulfoxylát sodný $\text{HOCH}_2\text{SO}_2\text{Na}$ (ve formě dihydrátu nebo případně jeho zinečnatý analog), který využívá kombinace redukčních účinků sulfinové skupiny a formaldehydu.

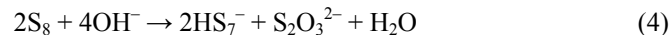


3. Reakce mezi thiosíranovými ionty a jodem (2), resp. trijodidovými ionty (3) má využití v jodometrii, pomocí níž lze přímými či nepřímými postupy stanovit řadu látek, které jsou schopny buď oxidovat jodidy na jod (např. Br_2 , O_3 , H_2SeO_4 , HNO_2 , H_3AsO_4 , Fe^{3+} , Cu^{2+} , nitrososlučeniny apod.) nebo naopak být jodem oxidovány (N_2H_4 , NH_2OH , H_3PO_2 , H_3PO_3 , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, H_2SO_3 , některé nenasycené látky, imidazoly apod.).

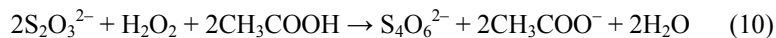


4. Ano, síra v elementární podobě může podléhat disproportionaci, pokud je zahřívána s alkalickými látkami. Cykly S_8 jsou přitom nukleofilně

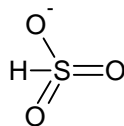
atakovány přítomnými OH^- ionty, což vede k jejich otevírání a štěpení za vzniku příslušných polysulfidových aniontů (rozsah jejich případné protonizace je závislý na konkrétních podmínkách) a oxidačního produktu, kterým bývá většinou směs siřičitanu a síranu. Vzniklý siřičitan ihned reaguje s nadbytkem síry za vzniku thiosíranu, takže jednu z řady variant reakce by bylo možné souhrnně formulovat jako (4) nebo (5).



5. Pokud se oxidace siřičitanů provede peroxidem vodíku v alkalickém prostředí, hlavním produktem je skutečně síran (6). Stejně tak je tomu v případě thiosíranů (7). V kyselém prostředí je situace komplikovanější. Siřičitanový anion poskytuje po oxidaci peroxidem vodíku určitý podíl dithionanových iontů (8), které jsou již dostatečně inertní vůči další oxidaci. Analogická reakce s thiosíranovými ionty vede ke vzniku tri- a tetrathionanových iontů (v závislosti na podmínkách) (9, 10). Tyto částice jsou rovněž poměrně stabilní a pomocí klasických důkazových reakcí je nelze od sebe odlišit.



6. Kyselina peroxosírová nese historický název „Caroova kyselina“ podle svého objevitele Heinricha Caroa.
7. Strukturální vzorec hydrogensířičitanového aniontu je na obrázku 1.



Obrázek 1: Hydrogensířičitanový anion

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

Seriál: Efektní pokusy v chemii

Autoři: Václav Kubát a Luděk Míka

Drahé KSICHŤačky, drazí KSICHŤáci!

Nezadržitelně se blíží konec roku a také bujaré oslavy začátku roku následujícího. Ty jsou tradičně doprovázeny ohňostrojí různých druhů. Přinášíme vám pár efektních pokusů, které jsou relativně bezpečné a dají se použít (nejen) na Silvestra.

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 druhý: Ohnivě pokusy

Hořící ruce neboli ohnivá koule

Pokus do laboratoře

Zemní plyn hoří, to je obecně známá skutečnost. Zkoušeli jste si ale někdy zemním plynem „zapálit“ ruce? Ne? To je dobře, ani v tomto pokusu to zkoušet nebudete. Pouze si zkusíte zapálit bublinu zemního plynu.

Pomůcky: Plastová vanička, lavor, širší hrnc nebo jiná prostorná nádoba, voda, Jar (nebo jiný saponát), zemní plyn, špejle, sirky nebo zapalovač.

Provedení: Pokus provádí dvojice – jedna osoba bude manipulovat se saponátovou bublinou (krycí jméno Soptík) a druhá ji bude zapalovat (Podpalovač). Po rozdělení rolí napustíte asi do poloviny výšky vhodné nádoby vlažnou vodu. Můžete použít i studenou vodu, ale vlažná je příjemnější. Do vody přidejte větší množství saponátu (asi 4 polévkové lžice) a jemně rozmíchejte. Jako nejvhodnější saponát se nám jeví obyčejný Jar. Neradi děláme reklamu, máme ale vyzkoušeno, že některé jiné prostředky nepění tak dobře. Nyní si Soptík namočí ruce do vzniklého roztoku a omyje se roztokem minimálně do poloviny předloktí. Podpalovač mezitím pomocí hadice nabublá do roztoku zemní plyn jednoduše tak, že sundá hadici z kahanu a ponoří ji pod hladinu roztoku. Na hladině by měly vznikat a plavat bubliny. Soptík do dlaní nabere část bublin obsahujících zemní plyn – vezměte objem odpovídající nejvýše 0,5 l bublin (tedy odhadem 1 až 2 hrnky), ne více. Potom musí natáhnout ruce před sebe, zaklonit hlavu a zvednout ruce s bublinou nad úroveň očí tak, aby bublina po zapálení neohrožovala jeho, Podpalovače, ani osoby v přilehlém okolí. Zatímco se Soptík nastavuje do bezpečné pózy, Podpalovač zapálí špejli a potom pomocí špejle zapálí bublinu plynu v natažených rukou Soptíka.

K návodu připojujeme ještě několik technických a bezpečnostních poznámek: Ruce si v roztoku saponátu máčíte proto, aby hořící plyn zahřál pouze tenký vodný film na vaší kůži a nikoli přímo ji samotnou. Díky tomuto opatření vám také pravděpodobně neohoří chlupy na rukou (pokud ano, tak se příště namočte pečlivěji). Oba dva experimentátoři by měli mít v průběhu pokusu nasazený obličejový štít nebo alespoň laboratorní brýle. Pozor na dlouhé vlasy a ofinku – zajistěte je (svázáním, zasponkováním, zastrčením pod plášť) tak, aby nehrozilo jejich vzplanutí. A především neberte do rukou více než doporučený objem bublin! Uvědomte si, že po zapálení vznikne plamen většího objemu než je objem původních bublin. Pokud se při provedení pokusu leknete, snažte se rozhodit rukama od sebe. První reakce bývá většinou instiktivní přitáhnutí rukou k tělu, což v tomto případě není vhodné. Bubliny s plynem několik zlomků vteřiny hoří, takže byste si v takovém případě hořící plyn přitáhli k sobě. Ujistěte se, že špejli zapalujete až v momentě, kdy je bezpečně vypnutý přívod plynu.

Likvidace materiálu: Roztok saponátu vylijte do výlevky. Z mokrých rukou obvykle odkapává saponát na zem, utřete po sobě vzniklou loužičku, aby na ní někdo neuklouzl.

Hořící gumový medvídek

Pokus do digestoře

Jak donutíte gumového medvídku tančit? Vhodíte ho do roztaveného chlorečnanu. Medvídek je v podstatě želatina a sem tam něco navíc, takže se velmi dobře oxiduje. A chlorečnan je známé oxidační činidlo - ideální kombinace. Na valčík si ovšem raději najdete někoho míň hořlavého.

Pomůcky: Laboratorní stojan, klema, zkumavka, kahan, KClO_3 , gumový medvídek, kleště.

Provedení: Do zkumavky naberte chlorečnan draselný tak, aby sahal do výšky 2 – 3 cm ode dna. Zkumavku svisle upevněte do stojanu v digestoři. Připravte si kleště a gumového medvídku, ujistěte se, že je dostatečně malý a projde hrdlem zkumavky dovnitř. Zatím ho tam ale nevhazujte. Doporučujeme použít medvídku červené barvy – na provedení reakce to sice nemá vliv, ale nám červený nejmíň chutná, ostatních je škoda. (Opět nechceme dělat reklamu žádné firmě, ale nejvíc se osvědčili gumoví medvídky HARIBO. Jsou malí a nelepi se ke stěnám zkumavky.)

Zkumavku s chlorečnanem (zatím bez medvídku) zahřívejte kahanem rovnoměrně ze všech stran, dokud se chlorečnan zcela neroztaví. Do vzniklé taveniny pomocí kleští vhodte gumového medvídku. Po vhození nechte kleště položené v ústí zkumavky, medvídek se škařví a poskakuje, pokud by vyskočil příliš, zarazí se o kleště a nevyskočí ze zkumavky ven.

Je vhodné mít delší laboratorní kleště, medvídek sice ze zkumavky přes kleště nevyskočí, ale občas se stane, že vyprskne kapička chlorečnanu, a to na ruce docela pálí.

Likvidace materiálu: Pokud zkumavka nepraskne, lze ji použít znovu. Zkumavku ponořte přes noc do vody se saponátem a trochou hydroxidu sodného.

Lihová raketa

Pokus na ven

„A teď si ukážeme, jak to chodí na Bajkonuru,“ říká náš hrdina v bílém plášti a přichází k PET lahvi upevněné na provázku mezi dvěma stromy. Škrťá sirkou, načež plamen začne olizovat „raketu“, která s intenzivním svistem vystartuje podél nataženého provázku.

Pomůcky: Tenký provázek, prázdná PET láhev (1,5 - 2 l), brčko, izolepa, sirky, líh (96%, denaturovaný).

Provedení: Nejprve si připravte raketu. Do víčka PET lahve udělejte díрку o průměru asi 4 mm, a na láhev izolepou připevněte brčko nebo nějakou jinou plastovou trubičku. Mezi dvěma pevnými body (stromy, sloupy apod.) natáhněte provázek a navlékněte na něj připravenou raketu. Otvorem ve víčku vstříkněte do

lahve stříčkou trochu lihu a lahví zatřepejte. Pak se pokuste z lahve co nejvíc lihu vylít a láhev asi třikrát zmáčkněte a znovu narovnejte, aby se dovnitř dostal dostatek vzduchu. Teď už jen zbývá přiložit zapálenou špejli k otvoru ve víčku a raketa s ostrým syknutím vystartuje na svůj krátký let. Při zapalování stůjte vedle rakety, stejně tak ruku se špejlí přibližujte z boku, ne zezadu. Ujistěte se, že nikdo nemůže vejít raketě do cesty.

Pokud nejde raketa zapálit, je v ní pravděpodobně málo vzduchu, vymačkejte ji ještě jednou.

Pozor na hořlavé předměty v okolí, při zapalování rakety dochází k vyšlehnutí plamenů zevnitř PET lahve.

Likvidace materiálu: PET láhev můžete zrecyklovat, provázek taky. Když už tyto věci budete vyhazovat, tak do kontejnerů na tříděný odpad.

Zapalování karbidu na sněhu

Pokus na ven

Tak on pravil: „Dobře,“ a pak pravil, že půjde k Honzovi Pivcovýmu, co prodává karbid, že je sním jedna ruka a že Honza mu dá karbidu, co bude chtít. Ptali jsme se ho, co s tím karbidem, a on odvětil: „To se uvidí,“ a chytře zamrkal...

Pak jsme šli, Bejval nic neřikal a my jsme taky nic neřikali a on nás vedl do polí. Když jsme byli v polích, tak Bejval pravil, jestli víme, že když se karbid hasí vodou, tak se z něho vyvinuje plyn, který byv zapálen vydává jasné světlo?...

Na poli leželo sněhu velice moc a my jsme ten karbid zahrabali do sněhu, a když byl zahrabaný, tak jsme rozškrtili zápalku a chvílku drželi u toho. Za chvílanku to začalo prudce syčet, pak to chytlo a hořelo jasným plamenem. Kdo by nevěděl, že je v tom karbid, tak by si myslel, že hoří sníh, což by mu bylo divné.⁶

Pomůcky: Sirky, CaC₂.

Provedení: Do sněhu položte kousek karbidu vápníku (nejlepší je kusový karbid, práškový karbid není většinou karbid, ale už uhličitán) a zapalte unikající plyn. Když je hodně velký mráz, je potřeba plamenem nejprve roztavit sníh okolo karbidu, aby mohla vzniklá voda s karbidem reagovat. Pozor na hořlavé materiály v okolí.

Likvidace materiálu: Není co likvidovat.

Hoření methanu

Pokus do laboratoře

Další varianta ohnivé koule, tentokrát spojená s igelitovým pytlíkem.

Pomůcky: Malý igelitový sáček, zemní plyn, špejle, sirky.

Provedení: Vezměte malý (nejmenší svačínový) igelitový sáček a naplňte jej zemním plynem: odpojte přívod plynu od kahanu, hadici vsuňte do pytlíku, ze kterého jste vytlačili vzduch a napusťte do něj plyn (držte otvor sáčku omotaný kolem hadice, aby plyn vyplnil celý objem sáčku a vytlačil z něj zbylý vzduch). Vypněte přívod plynu, vyndejte hadici a jemně pusťte pytlík – pokud je naplněn vhodným množstvím plynu, stoupá ke stropu, protože methan tvořící hlavní část zemního plynu je lehčí než vzduch. Pokud nestoupá, přidejte plyn. Vezměte si od spolupracovníka zapálenou špejli (nezapalujte ji sami, abyste si nepodpálili sáček) a z bezpečné vzdálenosti ji přiložte k otvoru sáčku. Pozor, plameny, které zachvátí sáček, mají výrazně větší objem než sáček samotný. Nedoporučujeme proto zapalovat sirkou, je příliš krátká.

Likvidace materiálu: Plastový cucek, který zbyde ze sáčku, vyhoďte po vychladnutí do koše.

Bengálské ohně z pudinku

Pokus do digestoře/pokus na ven

V tomto pokusu se naučíme zapalovat puding. Použijeme k tomu nám již známý chlorečnan draselný. Princip reakce je podobný jako v případě upalování medvídky, chlorečnan je silné oxidační činidlo, puding je tvořený převážně škrobem, který slouží jako palivo. Kromě toho se k této směsi přidává ještě dusičnan některého z kovů barvicích plamen.

Pomůcky: puding libovolné příchuti, KClO₃, Sr(NO₃)₂ nebo Ba(NO₃)₂, třecí miska s tloučkem, filtrační papír, plech či kachle, sirky, volitelně H₂SO₄ a kapátko.

Provedení: V čisté, suché třecí misce rozetřete 3 lžičky chlorečnanu draselného na jemný prášek. Puding bývá obvykle jemně práškový, ale lze jej nahradit třeba cukrem nebo škrobem. Je-li to zapotřebí, rozetřete palivo v jiné čisté třecí misce (nebo umyté usušené původní). Použijte stejné množství, tj. 3 lžičky pudingu. V poslední misce rozetřete 1,5 lžičky dusičnanu barnatého či strontnatého (pro zelený, resp. červený plamen). Je nutné třít chlorečnan odděleně od ostatních komponent, tření chlorečnanu dohromady s palivem může vyvolat vzájemnou reakci, směs by mohla vzplanout v třecí misce. Pokud používáte stejnou misku, nelze ji jen vyškrábat či vytřít, je nutné ji vymýt vodou.

⁶ Poláček, K.: Bylo nás pět. Praha : SNKL, 1958. 230 s.

Dobře rozetřené komponenty smíchejte na filtračním papíře – opět z bezpečnostních důvodů netřete v třecí misce, ale nasypete na větší kus papíru a postupným přesypáváním či jemným promícháváním špachtlí (netlačit, netřít!) dokonale promíchejte. Směs musí být co nejlépe homogenizovaná, jinak špatně chytá. Připravenou směs nasypete na vhodný plech, kachli či jiný materiál, na kterém se může zapálit. Je možné vytvořit „kopeček“ nebo „cestičky“ podle vlastního uvážení. Směs zapalte buď sirkou, nebo kapkou koncentrované kyseliny sírové, kterou pomocí kapátka kápněte na směs. Pokud používáte kyselinu sírovou, nedržte kapátko visle, ale držte jej tak, aby ústí bylo nad směsí a vaše ruka bezpečně mimo směs, ke vzplanutí dojde ihned po dopadu první kapky kyseliny. Plamen bengálského ohně je poměrně intenzivní, neďejte se do něj přímo, ale periferně.

Likvidace materiálu: Spálený zbytek je převážně popel a chlorid draselný, po vychladnutí jej lze propláchnout vodou a vyhodit do koše.

Grilování marshmallow

Pokus do digestoře

Pomůcky: Krystalizační miska nebo Petriho miska, špejle, marshmallow (nebo jiné pěnové bonbony), kulatý nůž, kapátko, KMnO_4 , H_2SO_4 (konc.), líh.

Provedení: Naberte na špičku nože manganistan draselný (lepší je jemně práškový) a nasypete jej na krystalizační misku. K manganistanu opatrně přidejte kapátkem asi 1 ml koncentrované kyseliny sírové. Na konec špejle napíchněte marshmallow, ponořte ho do lihu, aby lépe hořelo, a dotkněte se jím směsí v krystalizační misce. Bonbón začne ihned hořet, hnědnout, tavit se a do ovzduší se začnou uvolňovat hnědé kousky burelu.

Směsí manganistanu draselného a koncentrované kyseliny sírové (resp. oxidem manganistým vzniklým jejich vzájemnou reakcí) můžete zapalovat různé organické látky, např. líh v lihovém kahanu. Pozor, oxid manganistý je látka velmi reaktivní, nelze ji přechovávat. Pozor na hořlavé předměty v okolí.

Likvidace materiálu: Krystalizační misku ihned po experimentu vypláchněte velkým množstvím vody, všechny zbytky můžete po zředění spláchnout do kanalizace. Krystalizační misku lze zbavit hnědého nánosu koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou (provádějte v digestoři, při reakci se uvolňuje chlor).

Nitrovata

Pokus do digestoře/pokus do školy

Na pódium vstupuje náš chemik hrdina a v ruce nese chomáček vaty. Druhou rukou zapaluje špejli o hořící kahan. Špejle začíná hořet, ale on ji sfoukává a dotýká se vaty jen špejli doutnající. Vata nezačne pomalu a líně hořet, jako by to udělala vata obyčejná, ale všechna naráz shoří a nezbude po ní ani dým, ani popel.

Pomůcky: Odměrný válec, kádinka, nádoba na chlazení, kýbl, gumové rukavice, led, vata, HNO_3 (konc.), H_2SO_4 (konc.), NaHCO_3 .

Provedení: Nejprve si musíte připravit nitrovatu z vaty a nitrační směsi. V digestoři opatrně smíchejte v prostorné (asi 400ml) kádince 45 ml konc. kyseliny sírové 25 ml konc. kyseliny dusičné. Kádinku postavte do chladicí lázně obsahující led a vodu. Vyčkejte, dokud teplota nitrační směsi neklesne na 5 °C. Poté do směsi opatrně ponořte 2 g vaty. Vatu nechte ponořenou v nitrační směsi asi hodinu, celou dobu kontrolujte, že v chladicí lázni je dostatek ledu a teplota v lázni nepřekročila 15 °C. S vatou nijak nemíchejte. Po hodinovém stání vyndejte kádinku z chladicí lázně a obsah kádinky vyklepte do kýblu se studenou vodou. Nyní nastal čas gumových rukavic (nejlepší jsou ty silné na mytí podlahy), je potřeba totiž chomáč vaty propláchnout, aby se z něj dostaly zbytky kyselin. Po vymytí kyselin vatu pochytejte, vymačkejte z ní zbytky vody a obsah kýblu vylijte do běžného odpadu. Vatu properte ještě jednou čistou vodou a následně roztokem hydrogenuhličitanu sodného (neutralizace zbylých kyselin). Vatu znovu promyjte vodou a pořádně vyždímejte.

Aby vata rychleji uschla, je vhodné ji vyprat v lihu, líh vyždímat, nitrovatu rozprostřít v malých útržcích na arch filtračního papíru a nechat vyschnout přes noc. Druhý den s malým smotkem (maximálně 2×2 cm) vaty vyzkoušejte, jestli už je suchá a jak dobře hoří.

Nitrovata připravená tímto způsobem se dá zapálit i horkovzdušnou pistolí nebo horkým drátem. Když budete nitrovatu zapalovat na ruce, pořádně ji načechejte, shoří rychle a nepopálí vás. Kdo nechá vatu na ruce ve formě žmolku, zjistí, že i rychlé hoření může být někdy delší než je zdrávo.

Nikdy nepřipravujte více než 2 g nitrovaty najednou, při přehřátí směsi by mohlo dojít k jejímu zapálení už v nitrační směsi. Do reakční směsi nepřidávejte více než 2 g vaty, sice by se jí tam dalo napat víc, ale vzniklý produkt by nebyl kvalitní, hůř by se zapaloval a hořel by pomaleji.

Likvidace materiálu: Zředěnou nitrační směs můžete vylít do kanalizace.

Zajíček chemik

