

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie

**Experimenty pro výuku chemie na střední
škole - motivace a osvojování učiva**

Diplomová práce

studijního oboru Učitelství chemie pro střední školy

Vypracoval: Ondřej Maca

Školitel: Prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

Praha 2010

Název: Experimenty pro výuku chemie na střední škole - motivace a osvojování učiva

Abstrakt: Tato práce se věnuje chemickým experimentům a jejich využití v jednotlivých fázích výuky – tedy ve fázi motivační, osvojovací, upevňovací a kontrolní. Na souboru prověřených experimentů ukazuje jejich možné využití ve výuce ve fázi motivační a osvojovací. Každý experiment je doplněn návodem, vysvětlením, poznámkami k jeho provedení a zařazení do výuky a fotografiemi. Pro použití ve fázi osvojovací byly vytvořeny pracovní listy, které na základě experimentu mají za úkol napomoci osvojení učiva.

Klíčová slova: fáze výuky, motivace, chemický experiment, pracovní list

Title: Chemical experiments in chemistry teaching and learning at secondary schools – motivation and curriculum acquisition

Summary: This diploma thesis focuses on chemical experiments and their usage in learning phases – namely in motivation phase, acquisition phase, retention phase and control phase. On the set of tried experiments, their possible usage in chemistry teaching and learning in motivation and acquisition phases is demonstrated. Instructions, explanation, comments and photographs are attached to each experiment. For usage in acquisition phase worksheets have been made for each experiment to improve curriculum acquisition.

Keywords: learning phases, motivation, chemical experiment, worksheet

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením školitele Prof. RNDr. Hana Čtrnáctové, CSc., a že jsem všechny použité prameny řádně uvedl.

V Praze dne.....

.....

Podpis

Rád bych poděkoval vedoucí mé práce, Prof. RNDr. Hana Čtrnáctové, CSc., za cenné rady a návrhy při tvorbě této diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval vyučujícím na Katedře učitelství a didaktiky chemie za vstřícnost při využívání laboratoře.

Také bych chtěl poděkovat Mgr. Pavlu Teplému za zapůjčení stativu.

A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodičům za podporu a rady při tvorbě této práce a Martinu Benešovi za rady a kontrolu obsahu a pravopisu.

Obsah

Obsah.....	1
1. Úvod.....	4
2. Cíl práce	5
3. Teoretický úvod.....	6
3.1 Fáze výuky	6
3.1.1 Motivační fáze	6
3.1.2 Osvojovací fáze	14
3.1.3 Upevňovací fáze	15
3.1.4 Kontrolní fáze.....	16
3.2 Chemický experiment.....	17
3.2.1 Členění chemického pokusu.....	17
3.2.2 Funkce chemického pokusu	18
3.2.3 Chemický pokus jako součást poznávacích postupů a metod ve výuce chemie ..	19
4. Praktická část.....	21
4.1 Modrý plamen	21
4.1.1 Popis pokusu.....	21
4.1.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	22
4.1.3 Metodické materiály k tématu Reakční teplo – exotermické reakce.....	23
4.2 Endotermická reakce	25
4.2.1 Popis pokusu.....	25
4.2.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	27
4.2.3 Metodické materiály k tématu Reakční teplo	28
4.3 Faraonovi hadi	30
4.3.1 Popis pokusu.....	30
4.3.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	33
4.3.3 Metodické materiály k tématu uhličitany	33
4.4 Bengálské ohně.....	35
4.4.1 Popis pokusu.....	35
4.4.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	37

4.4.3 Metodické materiály k tématu Výbušniny	38
4.5 Reakce sacharosy a dusičnanu draselného	40
4.5.1 Popis pokusu.....	40
4.5.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	41
4.5.3 Metodické materiály k tématu Dusík a jeho sloučeniny	41
4.6 Chameleon Mineralis	44
4.6.1 Popis pokusu.....	44
4.6.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	45
4.6.3 Metodické materiály k tématu d-prvky - mangan	46
4.7 Reakce sacharosy s manganistanem a hydroxidem sodným	48
4.7.1 Popis pokusu.....	48
4.7.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	50
4.7.3 Metodické materiály k tématu d-prvky - mangan	51
4.8 Manganistanová sopka	53
4.8.1 Popis pokusu.....	53
4.8.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	54
4.8.3 Metodické materiály k tématu Redoxní reakce	54
4.9 Samozápalná směs.....	57
4.9.1 Popis pokusu.....	57
4.9.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	58
4.9.3 Metodické materiály k tématu Redoxní reakce	58
4.10 Chemické jojo.....	60
4.10.1 Popis pokusu.....	60
4.10.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	62
4.10.3 Metodické materiály k tématu Alkalické kovy	62
4.11 Chromová duha	65
4.11.1 Popis pokusu.....	65
4.11.2 Možnosti tematického zařazení do výuky	66
4.11.3 Metodické materiály k tématu Peroxidy a peroxosloučeniny	67
4.12 Modrá baňka.....	69
4.12.1 Popis pokusu.....	69

4.12.2	Možnosti tematického zařazení do výuky	70
4.12.3	Metodické materiály k tématu Kyslík	71
4.13	Barvy semaforu	73
4.13.1	Popis pokusu.....	73
4.13.2	Možnosti tematického zařazení do výuky	74
4.13.3	Metodické materiály k tématu Indikátory	75
4.14	Pyroforické olovo	77
4.14.1	Popis pokusu.....	77
4.14.2	Možnosti tematického zařazení do výuky	79
4.14.3	Metodické materiály k tématu Vliv velikosti částic na reaktivitu.....	79
4.15	Pyroforické železo	82
4.15.1	Popis pokusu.....	82
4.15.2	Možnosti tematického zařazení do výuky	83
4.15.3	Metodické materiály k tématu d-prvky - železo.....	84
5.	Diskuze.....	87
6.	Závěr.....	88
	Literatura	89

1. Úvod

Pojetí výuky na základních a středních školách se průběžně mění. Výuka chemie postupně přechází od „klasického“ výkladu k interaktivnějším formám, jako je například diskuze, skupinová výuka a další. Co však stále zůstává, je chemický experiment.

Využití experimentu ve vyučování chemie má hned několik významných důvodů. Za prvé zvyšuje zájem a motivaci žáků. Čím zajímavější efekt experiment obsahuje, tím vyšší zájem u žáků zpravidla vyvolá. Další příležitostí pro zařazení do výuky je vysvětlování nové látky žákům, kdy pokus napomáhá pochopení, případně zapamatování předkládané teorie a vizualizuje ji. Experimentu je rovněž možné využít i během opakování již probraného učiva a nakonec i při kontrole osvojení učiva žáky, kdy žáci mohou odhadovat průběh experimentu, vysvětlovat jeho princip a podobně.

Pro zvýšení didaktického účinku experimentu, ať už mluvíme o aktivizaci žáků nebo o míře osvojení učiva, je možné využít pracovních listů, které žáci na základě provedeného pokusu řeší. Právě vytvoření takovýchto pracovních listů je jedním z cílů této práce.

2. Cíl práce

Cílem předkládané práce je vyhotovit soubor experimentů, které jsou vhodné pro použití v motivační a osvojovací fázi výuky. Každý experiment bude vyzkoušen a kompletně popsán, což znamená, že by u něj měl být postup jeho provedení včetně použitých pomůcek a chemikálií, zápis pozorování průběhu experimentu, jeho vysvětlení, fotografie z jeho průběhu a poznámky k jeho provedení a zařazení do výuky.

U každého experimentu bude dále uvedeno několik možných tematických zařazení, včetně vhodnosti použití v motivační a osvojovací fázi těchto témat. Pro zvolené tematické zaměření budou uvedeny základní pojmy a nastíněno využití v jednotlivých fázích výuky. Pro fázi motivační budou uvedeny otázky, které by mohl experiment u žáků při jeho pozorování vyvolat. Pro fázi osvojovací budou vypracovány pracovní listy ke stejnému tematickému zaměření, mající za úkol aktivizovat žáky při pozorování experimentu a seznámit je při jeho řešení s osvojovanou látkou a některými základními pojmy.

3. Teoretický úvod

3.1 Fáze výuky

Proces výuky můžeme rozdělit z didaktického hlediska na dílčí úseky. Tyto úseky jsou podle převažujícího charakteru označeny jako výukové fáze. Jejich optimální následnost je motivační, osvojovací, upevňovací a kontrolní^[4]. U některých autorů je používáno dělení na motivaci, expozici, fixaci, diagnózu a aplikaci^[5,6].

Tyto fáze však nelze chápat jako izolované a uzavřené časové úseky. Jedná se o variabilní momenty výuky, které v sobě každá výuka a typ výuky obsahuje. I když mohou jednotlivé fáze výuky vystupovat ve výuce v podstatě jako samostatné jednotky, zpravidla se navzájem prolínají v průběhu celého vyučovacího procesu. Stejně tak jejich pořadí, jak je výše uvedeno, není nikterak závazné a pořadí fází se může v konkrétních případech lišit podle cílů a podmínek výuky. Není rovněž nutné (a mnohdy ani žádoucí) realizovat všechny fáze v jediné vyučovací jednotce, například během vyučovací hodiny. Uvedené fáze výuky představují základní principy výuky, které jsou vyučovacími metodami více či méně využívány, v žádném typu výuky však nemohou chybět.

3.1.1 Motivační fáze

Motivace je slovo, které do jisté míry proniklo do běžné mluvy. Zpravidla jím však není míněn jeho plný rozsah. Motivace jako taková dalece přesahuje slovní význam, který je jí přisuzován v běžném životě. Ve skutečnosti je prakticky celé lidské konání výsledkem působení rozličných motivací, často i protichůdných.

V případě učitelství je motivace často zmiňována. Žáci jsou málo motivovaní ke studiu, je třeba dělat hodiny zábavnější, abychom je namotivovali a tak dále. Motivovat žáky však neznamena jen dělat hodiny vtipnější, barevnější či méně náročné. O tom ale až dále v kapitole Motivace k učení. Teď se podívejme nejprve na motivaci jako obecný psychologický termín.

Pojem motivace je odvozen z latinského *movere* – hýbati, pohybovati. O motivaci potom můžeme zjednodušeně mluvit jako o souboru hybných momentů v chování, činnostech a osobnosti. Hybný moment můžeme popsat jako podněty, pobídky něco dělat, nějak reagovat, zároveň však mohou tlumit, bránit danému konání, reagování. Motivaci lze tedy zřejmě připsat energii (sílu jejího působení) a také směr, kterým působí.

Významnými termíny jsou vnější pobídky a vnitřní motivy. Jako příklad vnitřního motivu můžeme za všechny uvést například hlad. Z vnějších pobídek jmenujme potom jídlo. Tyto termíny jsou poměrně úzce spjaty. Vnější pobídka zpravidla zesiluje působení vnitřního motivu. Spatření jídla, mnohdy i jen zmínka o jídle, v člověku může probudit hlad (případně “chut’ na jídlo“). Naproti tomu, je-li vnitřní motiv slabý, vnější pobídka nemusí působit. Například u sytého člověka již spatření jídla nevyvolá tak snadno pocit chuti na něj.

Lidská motivace je však mnohem složitější, než by se mohlo zdát z předcházejícího příkladu. Motiv pro tutéž činnost se mohou u různých lidí lišit (interindividuálně), mohou se dokonce lišit i pro tutéž osobu v různých obdobích (intraindividuálně). Člověk sám si navíc uvědomuje zpravidla jen část svých motivů, často nemusí jít ani o motivy hlavní.

Pro popis motivace se používá rozličných termínů. V první řadě jsou to pud a instinkt. Tyto se používají převážně pro biologické motivy. Dříve se věřilo, že lidské konání je určováno právě jenom biologickými instinkty. Tehdy se mluví o takzvané biologizaci člověka a jeho motivace. Tento názor je již považován za překonaný. Oba termíny, instinkt a pud, jsou zatíženy biologizujícím zjednodušováním lidských pohnutek. Pojmu instinkt se dnes používá pro označení specifických forem chování u zvířat, u člověka potom k označení těchto momentů, které má společné se zvířaty. Jako pudy jsou označovány motivy biologicky dané, například hlad, žízeň a podobně.

V druhé polovině dvacátého století se rozšířil termín potřeba. Z termínu vyjadřujícího původně stav organismu, který postrádá něco důležitého (například potravu), se postupně jeho význam rozšířil i na nebiologické potřeby. Nyní se jím označují i motivy poznávací, estetické a další.

Důležitým principem, souvisejícím s biologickými potřebami je princip homeostázy. Týká se například udržování stálé tělesné teploty, dostatku živin a vody. Při nedostatku vyvolá organismus odpovídající reakci vedoucí ke znovuoobnovení rovnováhy, tedy optimální hodnoty těchto parametrů. Tento princip je vrozený, instinktivní. Podstatným jevem v rámci homeostázy je nasycení – uspokojení potřeb. Nasycení vede k oslabení potřeby na určitou dobu. Jev nasycení je tedy regulačním mechanismem principu homeostázy. Princip homeostázy můžeme zjednodušeně formulovat takto: síla potřeby vzrůstá při jejím neuspokojování a klesá při jejím hojném uspokojování.

Někdy lze vypožorovat u vývojově mladších (vyšších) potřeb princip podobný homeostáze. Bude-li se člověk věnovat dlouho jedné činnosti, která je pro něj zajímavá, může rovněž dojít k nasycení. Například v případě komunikace v rámci malé skupiny lidí může snadno dojít k

nasyčení. Tyto jevy však mohou mít jiné mechanismy než udržování homeostázy. Mnohdy také dochází k situaci opačné – věnuje-li se člověk nějaké činnosti, může u něj narůstat jeho zájem o ni. Rovněž dlouhodobé neuspokojování potřeby často vede k jejímu oslabení.

Ukazuje se tedy, že princip homeostázy nevystihuje uspokojivě mechanismus naplňování vyšších potřeb. I v rámci uspokojování biologických potřeb dochází k odchýlkám, které není možné uspokojivě vysvětlit principem homeostázy. Příkladem může být obezita způsobená chorobným přejídáním nebo mentální anorexie.

Motivace k učení

Jako motivaci k učení lze chápat žákův zájem o učení. Jedná se o složitou motivaci, která je souhrnem mnoha různých potřeb, citů a hodnotových orientací. Motivaci k učení můžeme rozdělit na vnitřní a vnější.

Vnitřní motivací rozumíme motivy přímo spjaté s předmětem nebo činností, kterými se žák učí. Jedná se o:

1. poznávací potřeba (zvědavost)
2. potřeba činnosti (radost z vykonávání samotné činnosti)
3. uspokojení z osvojení znalostí, dovedností, ze zvýšení své kompetence
4. uspokojení ze společné činnosti, sociální interakce

Vnější motivaci potom můžeme přiřadit momenty, které jsou s příslušnou učební činností spojeny jen nepřímo, zprostředkovaně. Patří sem například pochvala, odměna, trest, prestiž. V pedagogické praxi se vnější motivace hojně využívá a má to své opodstatnění. Ovšem vnější motivace by neměla být tou hlavní, má-li vést k dlouhodobě dobrým výsledkům. Pokud žák nemá radost ze získávání nových znalostí, z interakce s ostatními či z činnosti samotné, je jeho osobnost a jeho motivace ochuzena, což se projevuje v nespokojenosti a nestálosti v nejrůznějších oblastech života, jako ve škole nebo doma.

Opět však pomocí tohoto dělení není jednoduché motivaci zařadit. Pokud například žák studuje daný předmět kvůli svému budoucímu povolání, může jít o motivaci vnitřní i vnější. Záleží na žákovi. Přijme-li splnění a zvládnutí předmětu za svůj cíl, bude-li k němu mít emoční vztah, jedná se o motivaci vnitřní. Pokud jej však bude brát jen jako nutné zlo, jedná se o motivaci vnější.

Při používání vnější motivace je třeba mít na zřeteli, že ne všichni žáci reagují stejně. Výzkum na druhém stupni základní školy^[1] ukázal, že na pochvalu nejvíce reagují žáci, kteří

jsou nízko hodnocení svými spolužáky, často jsou to rovněž žáci se slabším prospěchem. Naopak u žáků s dobrým hodnocením a prospěchem má pochvala výrazně nižší účinek. Tyto naopak vede k zvýšení úsilí upozornění na chyby. Více než závislost na pochvale se u těchto žáků vyskytuje radost ze samotné činnosti.

V rámci výkonové motivace je možné rozlišit kladnou a zápornou komponentu. Kladnou komponentou je naděje na úspěch v činnosti, kdežto záporná komponenta je strach z neúspěchu. Ukazuje se, že v nejrůznějších situacích se lépe osvědčují lidé s kladnou složkou motivace, tedy s nadějí na úspěch, oproti lidem, u kterých převládá strach z neúspěchu. Ve škole je tomu stejně tak, což je podpořeno i výzkumy ^[2]. Mezi špatně hodnocenými žáky převládají ti, u kterých se projevuje strach z neúspěchu (až 80 % špatně prospívajících žáků). Naproti tomu u žáků s dobrým prospěchem převažuje naděje na úspěch.

Podobně můžeme rozdělit na kladnou a zápornou složku i jiné motivy. V případě sociální motivace je to potřeba lásky a strach z její ztráty. Opět se ukazuje, že kladná složka vede k lepším výsledkům.

Kladná složka motivace se u žáků rozvíjí v příznivém emočním klimatu (ve třídě, doma, mezi vrstevníky). Záporná složka značně sílí u dětí citově deprivovaných, vystavených zápornému emočnímu postojí okolí, vyrůstajících v domácnostech s přísnými tresty. Takové děti trpí mnohdy velice nízkým sebehodnocením a jsou tedy náchylnější ke strachu z neúspěchu.

Motivace k učení není pochopitelně stálá, může klesat nebo růst v závislosti na mnoha podmínkách. Byla vypořádována řada činitelů, které ovlivňují motivaci k učení. Ty lze dále pro zjednodušení rozdělit do několika skupin ^[3]:

1. Novost situace, předmětu, činnosti

Vše, co je pro žáka nové, má šanci jej zaujmout. Toto je projev zvědavosti, poznávací potřeby. Proto je každá nová situace, každá změna ideálním okamžikem pro vznik zájmu. Příklady, kdy může být zvědavost žáků při výuce probuzena, mohou být například exkurze, nový studijní materiál, ale třeba i odlišně podané učivo. Podaří-li se například v žákovi vzbudit úžas, údiv nad prezentovaným učivem jeho vhodným představením, může to vést k jeho silné motivaci k učení. Nelze rovněž nezmínit názorné představení učiva, které má opět velký potenciál zaujmout. Také vyjádřením rozporu nového s dosavadními žákovými zkušenostmi lze zvýšit žákovu motivaci.

Přemíra novosti však může v žákovi vyvolat zmatek nebo strach z neporozumění. Kladný motivační účinek může mít na druhou stranu i setkání s něčím známým. Známé aspekty, prvky v novém předmětu, problému dávají naději na pochopení, vyřešení. Proto je vhodné navazovat na již známé informace.

2. Uspokojení z činnosti

Jakákoliv činnost znamenající vymanění se z pasivní role posluchače a diváka může vést k motivaci žáka. Působí zde především potřeba činnosti. Podnítit motivaci žáka můžeme zapojením jeho myšlení a fantazie. Řešení matematických úloh, hádanek, ale také slohové práce a drobné inscenace by byly typickými představiteli. Může jít o řešení zapeklitého problému, stejně tak i zobecňování a hledání souvislostí, pravidelností.

Pochopitelně však nemusí jít jen o intelektuální činnost. Práce s rozličnými pomůckami, ať už jsou to například modely molekul ve výuce chemie, různá laboratorní cvičení v biologii nebo nářadí v dílnách má opět velký potenciál motivovat. Ve své podstatě vycházejí učební činnosti z dětských her.

3. Úspěch v činnosti

Uspěh v činnosti, získání dobrého výsledku je pro žáka, stejně tak pro jeho okolí, dokladem jeho kvalit – schopností, dovedností, vůle, charakteru či fyzických vlastností. Roli zde hraje potřeba dobrého výkonu. Vyniknutí, získání společenského uznání a další motivační momenty jako je touha po zvýšení své způsobilosti nebo získání dovednosti. Úspěch rovněž vede ke zvýšení sebehodnocení, sebevědomí a jistoty. Úspěch v činnosti patří bezpochyby k nejmocnějším motivujícím činitelům.

Důležitá je ale míra úspěchů a neúspěchů, tedy v podstatě i náročnost úkolů. Příliš snadný úspěch zdaleka netěší tolik, jako úspěch zasloužený, který si žák musel „tvrdě odpracovat“. Je nutná určitá míra obtížnosti úkolu, obtíží při jeho plnění, aby byl výsledek prožíván jako úspěch. Vyšší obtížnost úkolu může také motivovat ke zvýšení úsilí při jeho plnění, k využití svých možností v plném rozsahu. Příliš vysoká obtížnost však bere žákům naději na úspěšné splnění úkolu, čímž je žák spíše demotivován. Rovněž opakované neúspěchy zpravidla podryvají žakovu jistotu a víru ve vlastní schopnosti. Takto frustrovaný žák potom ztrácí motivaci k učení. Úspěch po řadě neúspěchů se potom může svým motivačním efektem stát „záračným“ obratem v jeho postoji k učení.

4. Sociální momenty

Jsou neodmyslitelně spjaty se životem ve společnosti, neboť člověk je nevyhnutelně společností, v níž se pohybuje, ovlivněn. Zdaleka nejsilněji působí tyto momenty:

- a) pozitivní sociální hodnocení daného předmětu
- b) sociální hodnocení žákova úspěchu v činnosti
- c) společná činnost.

Poměrně velký vliv, při formování zájmů u mladistvých má smýšlení jeho okolí, především potom ti, se kterými má kladné vztahy. Bývá to například rodina, spolužáci, přátelé, ale i média, fiktivní postavy z filmů či knih. Upřednostňuje tedy ty zájmy, které považují za zajímavé právě tyto osoby. Rovněž hraje roli, jaké mínění mají tyto lidé o předmětu, o který by se mohl zajímat. Silné motivace může nabýt rovněž, zná-li nějakého představitele tohoto oboru, který je mu zároveň sympatický.

Prožívání úspěchu v dané činnosti je také silně ovlivněno tím, kterak je tato činnost vnímána společností nebo osobami z žákova okolí.

Prací ve skupině, kde panuje dobrá nálada, může pomoci formovat potřebnou motivaci i k řešení složitých problémů a úkolů.

5. Souvislost nového předmětu (činnosti) s předchozími zkušenostmi a zájmy

Poměrně typickým příkladem je situace, kdy se žák zajímá například o přírodu, tvoří vlastní herbář a sleduje přírodopisné dokumenty a postupně se u něj vyvine hluboký zájem o některý z přírodovědných předmětů, pravděpodobně biologii. Jeho zájem se zformoval na základě jiného, dřívějšího. Veškeré žákovy předchozí zkušenosti související s danou činností mu poté usnadňují její realizaci a zformování motivace k ní.

6. Souvislost daného předmětu (činnosti) s životními perspektivami

Žák může být motivován pro daný předmět souvislostí tohoto předmětu s jeho budoucností a vyhlídkami, zejména potom pracovními. Chce-li se například žák stát doktorem, nemůže dost dobře odbývat studium biologie a bude zřejmě nucen vzít na milost i svoje neoblíbené předměty jako je fyzika a chemie.

Chceme-li působit na motivaci žáka, je lépe tyto činitele různě kombinovat, abychom dosáhli většího a stálějšího dopadu na žákovu motivaci k učení. Ve vývoji motivace můžeme rozlišit dvě stádia, počáteční motivaci a hlubší motivaci.

Počáteční motivace vzniká u žáků poměrně snadno. Velmi často stačí některý prvek prvního činitele, tedy novost situace. Je snadné studentům učarovat působivým chemickým experimentem, aniž by je však zajímalo, co je jeho podstatou. Počáteční motivace však stejně snadno opadá a proto je podstatné její prohloubení, posun od počáteční motivace k motivaci hlubší, která je již trvalejší.

Obecně může dojít k prohloubení žákovy motivace kterýmkoliv z uvedených činitelů. Nejvíce záleží na žákově činnosti a na společenských podmínkách. V činnosti je totiž skloubeno mnoho činitelů. Jednak může být uspokojena potřeba činnosti, úspěchu, může poznat nové aspekty předmětu a přesvědčit se o jeho významu a v neposlední řadě může pracovat ve skupině.

Žákova motivace však zdaleka není neměnná. V závislosti na mnoha okolnostech, jako je například prostředí, proměny osobnosti žáka a vedení výuky, může docházet ke změně podstaty jeho motivace. Žák může mít i nadále zájem o stejný předmět, působí však na něj jiné motivy než předtím. Žákova motivace původně založená na zájmech ostatních se může změnit v zájem o daný předmět a poté třeba i v dlouhodobý cíl žít se v rámci tohoto oboru. Může také dojít k přeměně motivace zpočátku vnější v motivaci vnitřní, když nalezne v předmětu zalíbení.

Je však nutné říci, že motivace se nemusí vyvíjet pouze k lepšímu, zájem žáků může pochopitelně i klesat. Na vině mohou být nedostatky ve vedení výuky a vliv prostředí, kdy může jít například o špatný vztah mezi žákem a učitelem nebo mezi žákem a kolektivem třídy. Velký vliv má také *nasyčení*, kdy nadměrné zabývání se stejnou učební činností může vést k ochabnutí zájmu. Rovněž opakované neúspěchy žáka v daném předmětu mohou mít značný negativní vliv na jeho motivaci.

Motivace ve výuce chemie

Jak bylo zmíněno výše, povaha motivace žáků se s jejich věkem postupně mění. Z počátku na žáky nejvíce zapůsobí prostředky jako je odměna a trest, osobnost učitele, vizuálně zajímavé pokusy či prezentace a podobně. S vyšším věkem žáků prochází jejich motivace proměnou, na jejímž konci nalezneme spíše zájem o učivo. Při motivování žáků je tedy nutno toto vzít v potaz. Klíčovými momenty motivace ve výuce chemie jsou zejména:

1. Představy o chemii a jejich naplnění/nenaplnění

Když žáci začínají s výukou chemie, mají často hlavu plnou představ o laboratořích s podivnými aparaturami a barevnými vodičkami, o vyrábění mocné pyrotechniky a podobně. Velký vliv na tyto představy má televize a televizní pojetí chemie. Záhy se však ukáže, že chemie vyučovaná ve školách nenaplnuje jejich představy, vlastně ani nemůže. Na začátku studia chemie se nutně musí začít od základů, nelze hned začít vyrábět rachejtle, léčiva či snad dokonce kámen mudrců. U mnohých se proto dostavuje pocit zklamání.

2. Osobnost učitele

Prvkem, který je klíčovým v oblíbenosti, je osoba vyučujícího, jeho pojetí výuky a jeho vystupování. Učivo jako takové asi zaujme jen málokoho. Je to vyučující, kdo má moc udělat z nezajímavého učiva zajímavé, ovšem stejně tak může ze zajímavého udělat nezajímavé. V problematice motivačního působení učitele na žáky narazíme na začarovaný kruh. Pokud žáci dávají zřetelně najevo nezáměr o chemii, učitel se po chvíli přestane snažit o její zpříjemnění. Pokud však žáky chemie bude bavit, učitel rovněž bude odcházet z hodiny spokojenější a bude ochotně vymýšlet, jak žákům studium chemie zpříjemnit. Baví-li žáky chemie, jsou-li motivovaní se ji učit, zároveň stoupá autorita učitele a je pro něj jednodušší na žáky motivačně i jinak působit.

3. Souvislost s praktickým životem

Často se doporučuje při výuce chemie upozorňovat na její provázanost s praktickým životem. Toto je významné zejména u žáků v počátcích učení chemie, neboť to pomáhá měnit představu chemie fantastické na chemii užitečnou a do jisté míry i známou, chemii, která se odehrává všude kolem nás. Ovšem i v pozdějším věku má význam upozorňovat na význam chemických látek a dějů v běžném životě, už proto, aby žáci neztratili ze zřetele „všednost“ chemie. Může se také jednat o jakési záchranné lano, které přitáhne žákův zájem k učivu. Bez těchto souvislostí může chemie působit vzdáleně a abstraktně.

4. Vyváženost formy a obsahu motivačních prvků

U mnohých motivačních prvků můžeme rozlišit jejich formu a obsah. Prostředky zaměřené na obsah jsou působivé zejména v rozšiřování vědomostí žáků, kdy je například chemický text ozvláštněn, podán zajímavou formou. U prostředků zaměřených na formu se jedná

především o zaujetí žáků s tím, že se mnohdy skoro až nenápadně dovídají nové věci či si opakují. Takovými prostředky by byly například křížovky, doplňovačky, chemické hry a podobně. Obsah ani formu však nelze zanedbávat, samy o sobě tyto aspekty ztrácejí účinnost. Text nabitý informacemi bez vhodné formy zdaleka nemusí uspět. Naopak motivační prostředek se zajímavou formou, ale bez obsahu, postrádá smysl.

5. Problémové úlohy

Zajímavým prostředkem motivace jsou problémové úlohy. Žák je pak často vtažen do řešení problému, do souboje intelektu a znalostí se zadáním úlohy. Takto lze velice účinně a zajímavě především opakovat učivo. Například řešení reakčních sekvencí, kdy žáci musí určit, jaké reaktanty musí přidat, aby bylo dosaženo zadaného produktu. Dalším zajímavým příkladem je praktické cvičení, kdy žáci mají určit sloučeninu nebo ion, který je obsažen v obdrženém roztoku. Praktické cvičení se tak může lehce stát zajímavým detektivním pátráním.

6. Diskuze, brainstorming

Lze také nechat žáky, aby se motivovali navzájem. Například má-li žák dotaz, můžeme nechat mezi žáky rozprout diskuzi o správné odpovědi. Žáci si tak zapamatují řešení tím spíše, pokud na něj sami přijdou. Pokud diskuzi poté rozebereme a vysvětlíme, proč ostatní řešení nebyla správná, zabijeme dvě mouchy jednou ranou. Tato metoda, jakkoli elegantní a aktivizující, je však poměrně náročná na čas. Přesto však její použití stojí přinejmenším za uvážení.

7. Chemický experiment

Nu a v neposlední řadě je typickým motivačním prostředkem ve výuce chemie chemický pokus. Byla by ovšem chyba vnímat chemický pokus pouze jako motivační prostředek, neboť jeho použití je mnohem širší. Podrobněji je potom chemický pokus popsán v příslušné kapitole.

3.1.2 Osvojovací fáze

Během osvojovací fáze jsou žákům zprostředkovávány nové poznatky. To však neznamená pouhé předávání informací učitelem, které si žáci pamětně osvojují, jak někdy bývá tato fáze

mylně chápána. Osvojovací fáze zahrnuje ve skutečnosti všechny způsoby a postupy, jejichž prostřednictvím si žáci učivo osvojí. V poslední době jsou zdůrazňovány metody využívající aktivní přístup žáků – samostatná práce, experimentování, objevování, ...

Klíčovým bodem osvojovací fáze je vytváření pojmů, které představují zobecnění věcí a jevů reálného světa. Tento proces je postupný a neustále se prohlubuje a rozšiřuje. Sestává z materiálního poznávání i z myšlenkových operací. Je nasnadě, že základem úspěšného osvojování poznatků je přesné vnímání a soustavné pozorování, teprve na jejich výsledcích lze budovat pojmovou strukturu. Děj vytváření pojmů však nelze zjednodušit do následnosti vjem > představa > pojem, neboť ve skutečnosti není jednosměrný^[6].

Může se stát, že při vynechání, ochuzení či urychlení některých momentů poznávacího procesu dojde ke vzniku pouze formálních vědomostí namísto vědomostí plnohodnotných. To znamená, že žák si sice paměťově poznatky osvojí, ovšem bez plného porozumění, což má za následek neschopnost aplikace těchto poznatků. Ke vzniku formálních vědomostí může rovněž dojít v případě, kdy je zaveden pojem, bez znalosti faktů pojmem zobecňovaných. Na druhou stranu není vždy vhodné čekat se zavedením pojmu do doby, kdy se žáci seznámí se všemi potřebnými fakty. Je proto důležité zachovat rovnováhu mezi názorností a abstraktním myšlením u žáků, mezi empirickým a teoretickým poznáním.

Do fáze osvojování rovněž náleží i vytváření základů pro rozvoj dovedností a návyků. Jejich vlastní osvojení ovšem náleží až do fáze upevňování. Vzájemná provázanost vědomostí a dovedností vyžaduje pamatovat na rozvoj příslušných dovedností již ve fázi osvojovací.

3.1.3 Upevňovací fáze

Při upevňovací fázi dochází, jak název napovídá, k upevňování vědomostí a základů dovedností, získaných ve fázi osvojovací. Zároveň dochází ke vzniku dovedností nových v průběhu opakování. Upevňování probíhá prostřednictvím návratu k dříve osvojenému učivu. Toto by se však nemělo dít mechanicky, ale skrze promyšlenou soustavu jednotlivých úkonů, řešení úloh, zobecňujících momentů, a tak dále^[6].

Upevňovací fáze je zpravidla realizována prostřednictvím opakování a cvičení. Tyto úkony by měly postupovat celým vyučovacím procesem, neboť prvotní pochopení učiva je jen počátkem na cestě k naplnění výchovně vzdělávacích cílů. Nutnost systematického upevňování učiva je dána tím, že již osvojené učivo je neustále vytlačováno z paměti učivem

novým. Proto je tak důležité učit žáky vidět souvislosti a logické návaznosti mezi jednotlivými poznatky a vytvářet z nich struktury.

Výhodné je využití psychologického přístupu k upevňování. Budeme-li vycházet ze zákonitostí paměti, křivky zapomínání, principů motivace, budeme moci volit efektivnější postupy a způsoby upevňování. Rovněž individualizací a diferenciací upevňovacího procesu dosáhneme lepších výsledků. Volba typů cvičení, metod a prostředků podle potřeb a úrovně osvojení jednotlivých žáků napomáhá úspěšnému upevnění vědomostí a dovedností.

Opakování jako ústřední princip upevňovací fáze nelze chápat pouze jako stereotypní reprodukci obsahu a úkonů. Přesnější je říci, že se jedná o soustavu návratů k již poznanému; vždy v jiném rozsahu a na jiné úrovni. Základní druhy opakování lze rozčlenit takto^[6]:

1. prvotní – provádí se v plném rozsahu jako při osvojování, ihned po probrání učiva
2. průběžné – výběrově se zaměřuje na obtížné partie nebo na individuální potřeby
3. zobecňující – postihuje větší celky učiva, vyčleňuje podstatné a zdůrazňuje mezitematické a mezioborové vztahy
4. problémové – vyžaduje od žáků nadhled nad učivem a je spojeno s aplikací osvojených poznatků a dovedností.

Volba vhodných postupů pro upevňování není ani zdaleka jednoduchá. Důležité je vyhnout se stereotypnosti, nezajímavosti a nesoustavnosti. Zvláště významné je uplatnění a udržení motivace žáků při opakování. Tomu napomáhá jeho vhodné rozvržení a střídání upevňovacích forem a prostředků, například mluvené a psané slovo, práce s knihou, vzorkem či technickým zařízením. Pro úspěšné upevnění je klíčové pochopení učiva, jeho propojení s ostatními tematickými celky a jeho začlenění do systému poznatků. Pro toto jsou zvláště vhodné přehledy, tabulky, schémata a podobně. Nejúčinnějším způsobem opakování je jeho využití při řešení učebních úloh a aplikace na životní situace. Je zřejmé, že efektivního upevnění nelze dosáhnout bez zpětné vazby, to mimo jiné znamená, že se žák musí průběžně dovídat o výsledcích svého učení, aby mohl uvědoměle spolupracovat při dosahování žádaných výsledků. A tím se dostáváme ke kontrolní fázi.

3.1.4 Kontrolní fáze

Pod označení kontrolní fáze spadají činnosti jako zkoušení, prověřování, hodnocení a známkování. Základním smyslem kontrolní fáze však není rozdáváním známek, ale zpětná vazba. Vyučující by měl soustavně vhodnými prostředky zjišťovat aktuální úroveň osvojení

učiva žáky, z výsledků vyvozovat závěry a ty potom zohlednit při dalším pedagogickém působení. Zpětná vazba by měla pomoci odhalit činitele, které negativně ovlivňují studijní výsledky. Časté příčiny neúspěchu žáků bývají v životních podmínkách žáka, v pedagogickém působení vyučujícího, špatném přístupu k učení a tak dále. Smyslem kontrolní fáze je tyto příčiny odhalit a napravit, případně odstranit, ne potrestat žáka špatnou známkou.

Ve školní praxi se vytvořily různé druhy a formy kontroly ^[6]. Ke druhům kontroly patří: průběžná, frontální, individuální, skupinová, kolokvijní, testová a strojová. Formy kontroly jsou: ústní, písemná, grafická, pohybová a kombinovaná. Zvláštní pozornost je třeba věnovat hodnocení a známkování, neboť neobjektivní hodnocení může mít dalekosáhlé negativní následky. Proto by vyučující měl mít problematiku hodnocení zvládnutou a k hodnocení přistupovat s rozvahou.

3.2 Chemický experiment

Jak již bylo zmíněno dříve, experiment je typickým motivačním prostředkem v hodinách chemie. Jeho funkce se však zdaleka neomezuje pouze na motivaci žáků, ale uplatňuje se velmi významně i v dalších fázích výuky, jejichž povaha byla popsána výše. Na co bude v těchto fázích kladen u experimentu důraz bude zmíněno zanedlouho, konkrétní příklady pojetí chemického experimentu pro jednotlivé fáze jsou náplní praktické části této práce. Díky tomu, že se v něm snoubí množství didakticky výhodných charakteristik, jedná se o nejpoužívanější chemickou pomůcku.

3.2.1 Členění chemického pokusu

Chemický pokus můžeme, neboť se jedná o relativně složitý proces, rozdělit do několika částí ^[4]:

- První část sestává z přípravy pokusu. Jedná se jak o přípravu materiální, tak i o přípravu nemateriální. Materiální přípravou chápeme přípravu nádobí, aparatury, chemikálií a podobně. Nemateriální přípravu potom chápeme jako vědomostní a dovednostní způsobilost žáků k provedení, pozorování a vyhodnocení pokusu.
- Druhá část je provedení samotného pokusu a pozorování změn při chemickém ději probíhajících.
- Ve třetí části jsou pozorované změny vyhodnoceny a chemicky vyjádřeny. Jedná se tedy o získání empirických údajů.

- Čtvrtá část je tvořena racionálním zpracováním a vyhodnocením získaných empirických údajů. Výsledkem tohoto jsou empirické poznatky.

3.2.2 Funkce chemického pokusu

Co se dělení pokusů podle jejich funkce ve výuce chemie týče, rozlišujeme dvě skupiny funkcí. Za prvé se jedná o funkce vztahované k fázím výuky, a sice motivační, osvojovací, upevňovací a kontrolní. Ve druhé skupině potom nacházíme funkce vycházející z cílů výuky, konkrétně se jedná o funkci informativní, formativní a metodologickou.

Motivační, osvojovací, upevňovací a kontrolní funkce chemického pokusu

Dělení funkcí pokusu na motivační, osvojovací, upevňovací a kontrolní vychází z jednotlivých fází výuky.

U motivačního pokusu vystupuje do popředí především samotné provedení pokusu, neboť motivujícím prvkem je samotný průběh pokusu. Při použití pokusu pro osvojení učiva je kladen důraz více na přípravnou a vyhodnocovací fázi pokusu, kdy se žáci například mohou podílet na určování výchozích látek a na vyhodnocení pokusu. Upevňovací funkce chemického pokusu využíváme ve chvíli, kdy si již žáci osvojili požadované znalosti a dovednosti, které provedení pokusu upevní. Na základě již získaných znalostí mohou žáci předvídat průběh a výsledek pokusu. V kontrolní fázi výuky potom využíváme osvojené znalosti, vědomosti a dovednosti z jednotlivých fází struktury experimentu^[4].

Informativní, formativní a metodologická funkce chemického pokusu

Informativní funkce. Jak již název naznačuje, jedná se o informace, které díky pokusu žáci získávají. Mnoho informací získají již při přípravě pokusu, kdy jde o informace o výchozích látkách, o aparatuře, o laboratorní technice, o postupu práce. Informace získávají i při provádění pokusu (informace o jeho provedení, průběhu a pozorování). Další informace si potom dále vyvozují na základě pozorovaného děje ve formě empirických údajů a empirických poznatků. Takto získané informace mají velký význam, neboť si je žáci sami ověřili, případně k nim dospěli vyhodnocením průběhu pokusu.

Formativní funkce. Jestliže funkce informativní je naplněna získáváním znalostí, funkce formativní je naplňována při jednotlivých činnostech. Formativní potom proto, že právě při

činnostech je formována osobnost žáků, jejich charakterové vlastnosti a názorové postoje. Činnosti při přípravě, provedení, pozorování a vyhodnocování pokusu tedy úzce souvisí s formativní funkcí pokusu.

Metodologická funkce. Metodologická funkce chemického pokusu je zosobněna ve zprostředkování vývoje chemie jako vědy.

3.2.3 Chemický pokus jako součást poznávacích postupů a metod ve výuce chemie

Poznávací postupy v chemii

Poznávací proces sestává ze dvou složek, z poznání empirického a poznání teoretického. Poznání empirické je založeno na faktech, jejichž podstata není objasněna. V chemii je nejvýznamnějším prostředkem empirického poznání chemický pokus. Poznání teoretické naopak vysvětluje podstatu dějů a objektů, ale chybí mu empirické ověření. Dominantní činnosti v případě empirického poznání budou senzomotorické, kdežto u poznání teoretického intelektuální.

Motorické činnosti sestávají z přípravy a prováděním pokusu, nejvýznamnější jsou základní laboratorní činnosti (vážení, filtrace, destilace, ...). Senzorické činnosti se rovněž budou uplatňovat při provádění pokusu. Jejich podstatou je záměrné smyslové vnímání, které podle zapojených receptorů můžeme rozdělit zejména na vnímání zrakové, čichové a sluchové. Intelektuální činnosti jsou využívány již v činnostech předchozích, ale především potom, při odvozování nových poznatků.

Ve výuce nelze efektivně využívat pouze jedné složky poznání, neboť potom by poznání žáků bylo neúplné. Je tedy výhodné obě složky poznání kombinovat. Tím dojde i ke zkombinování činností, které žáci v průběhu poznávání budou používat. Z hlediska postupu můžeme rozlišit dvě cesty k poznání, empiricko-teoretický a teoreticko-empirický postup.

V případě, že nejprve provedeme pokus, žáci při jeho pozorování získávají určité informace. Jejich vyhodnocením potom docházejí k empirickým poznatkům. Tyto by potom měli být schopni na základě svých dosavadních znalostí vysvětlit. Zde by se jednalo o empiricko-teoretický postup. V případě opačném, kdy žáci nejprve na základě svých vědomostí odvodí určitý poznatek, vysloví hypotézu, kterou poté experimentálně ověří, se jedná o postup teoreticko-empirický.

Vyučovací metody v chemii

Chemický pokus můžeme zařadit do vyučovacích metod informativně-ilustrativních, úkolových a problémových podle typu převažující aktivity žáků.

Metoda informativně-ilustrativní od žáků vyžaduje nejméně aktivity, neboť se od nich očekává pouze pozornost při výkladu nebo demonstraci vyučujícího. Činnost žáků je cele řízena vyučujícím.

Metoda úkolová sestává ze zadávání úkolů žákům v rámci osvojování a upevňování učiva, které navozují dílčí úseky činnosti žáků. Těmito činnostem se žáci věnují samostatně a spočívají v řešení úloh na základě úloh podobných a již známých, jedná se tedy o reprodukční činnost. V dílčích úsecích je činnost řízena žáky samotnými, ovšem celkové řízení opět spočívá v rukou vyučujícího.

Oproti metodě úkolové, při metodě problémové se od žáků očekává uplatnění produktivních činností. Žáci znají konečný cíl činnosti, cestu k němu si však volí sami, sami si určují dílčí úseky. V podstatě to znamená, že si žáci sami formulují učební úlohu a realizují poté její řešení. Řízení celé činnosti je plně v rukou žáků.

4. Praktická část

Obsahem praktické části této diplomové práce je soubor experimentů s návrhy zařazení do učiva a pracovními listy pro podporu jeho osvojení.

4.1 Modrý plamen

Silně exotermická reakce, která je zahájena kapkou vody.

4.1.1 Popis pokusu

- Pomůcky: nerezová miska, špejle
- Chemikálie: dusičnan amonný, chlorid amonný, práškový zinek, destilovaná voda
- Postup: Ve třecí misce rozetřeme na prášek 1 g chloridu amonného a na filtračním papíře smísíme s rozetřenými 4 g dusičnanu amonného a 4 g práškového zinku. Směs přesypeme na nerezovou misku do tvaru kužele. Nerezovou misku umístíme do digestoře a na vrchol směsi kápneme kapku destilované vody.
- Pozorování: Po kápnutí vody na směs záhy vyšlehnul modře zbarvený plamen, zatímco probíhala velmi bouřlivá reakce, doprovázená odletováním žhavých částecek.
- Vysvětlení: Přidaná voda slouží jednak jako reakční prostředí a jednak jako katalyzátor. V první fázi probíhá pravděpodobně reakce mezi chloridem amonným a zinkem. Teplota této reakce je velmi vysoká, což vede k termickému rozkladu dusičnanu amonného. Jako katalyzátory jeho rozkladu mohou mimo jiné působit i voda a zejména potom přítomnost chloridových iontů ^[16]. Rozklad dusičnanu amonného je silně exotermický a teplota směsi se proto dále zvyšuje. Za vysokých teplot potom dusičnan amonný velmi bouřlivě reaguje se zinkem hořením ^[17]. Modrá barva plamene je způsobena přítomností zinku ^[18].
- Poznámky: Reakce je prudce exotermní a je nutná velká dávka opatrnosti. Není doporučen pro samostatnou práci žáků v laboratoři. Dusičnan amonný je silně hygroskopický, což může vést k tomu, že reakce začne probíhat bezprostředně po smísení reaktantů ještě před přidáním vody. Je tedy nutné pracovat se suchým dusičnanem amonným. Zároveň není

doporučeno provádět tento pokus za podmínek vysoké vlhkosti vzduchu. Chlorid amonný je možné nahradit jiným chloridem, například je možné použít i chlorid sodný. Tato směs a jí podobné se označují jako Negative-X.

Fotografie:



Obr. 1 a) Reakční směs před přidáním vody



Obr. 1 b) Průběh reakce

4.1.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Reakční teplo - exotermické reakce
- d-prvky – zinek

Pro fázi motivační je tento experiment vhodný pro obě zmíněná témata, neboť se jedná o velmi efektní experiment. Ve fázi osvojovací je vhodné jej zařadit u tématu Reakční teplo, neboť je velmi dobře vidět velký nárůst teploty během reakce.

Základní pojmy:

- reakční teplo
- enthalpie
- reakce endotermické
- reakce exotermické
- slučovací teplo
- spalovací teplo

4.1.3 Metodické materiály k tématu Reakční teplo – exotermické reakce

Téma reakční teplo v jednoduchosti pojednává o tepelném zabarvení reakcí, tedy jestli reakce teplo spotřebovávají nebo naopak produkují.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Jaká je úloha vody v této reakci?
- Proč dochází ke zvýšení teploty?
- Jak poznám, jestli při reakci vzroste teplota?
- Jaké jsou další reakce provázené vzrůstem teploty?

Fáze - Osvojovací

PL1 – Zapálení ohně kapkou vody

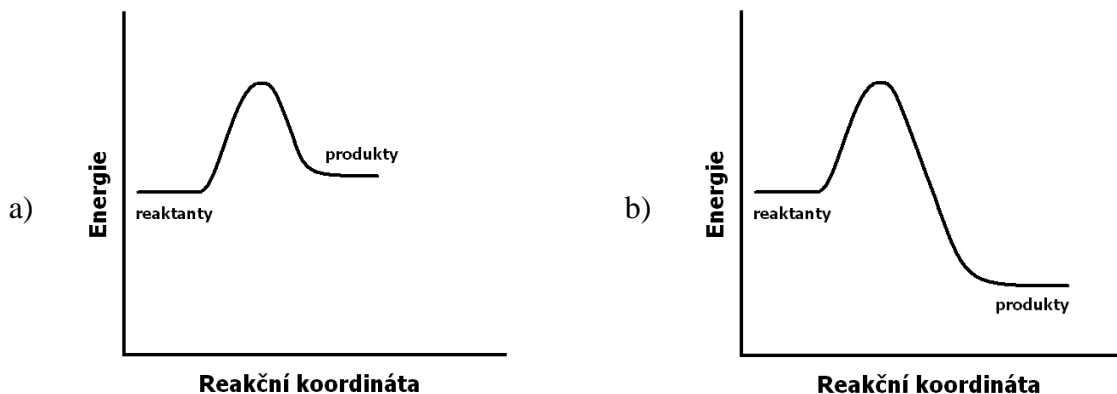
1. Jak byla zahájena reakce? Zakroužkujte jednu možnost:
 - a) zapálena špejlí
 - b) prudkým úderem
 - c) pomocí rozbušky
 - d) kapkou vody

2. Výchozí látky měly laboratorní teplotu. Jakou teplotu měly produkty? Zakroužkujte jednu z možností:
 - a) menší než výchozí látky
 - b) stejnou jako výchozí látky
 - c) větší než výchozí látky

3. Podtrhněte správné varianty v textu:

Během reakce je teplo (produkováno / spotřebováno), můžeme tedy říci, že energie produktů je (nižší / vyšší), než energie výchozích látek, protože (při jejich vzniku bylo spotřebováváno teplo z okolí / přebytečné teplo bylo vyzářeno do okolí).

4. Který z grafů popisuje energetickou bilanci naší reakce? Případné vyzářené teplo není počítáno k energii produktů.

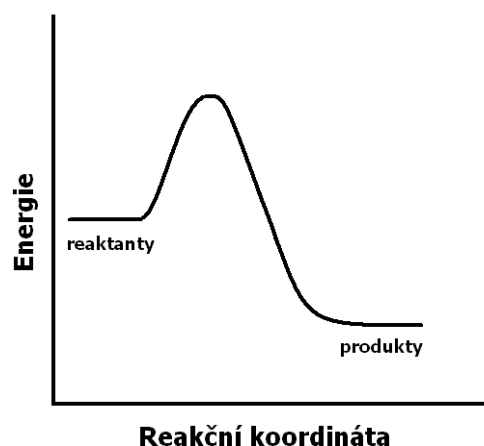


5. Pokud při reakci teplo vzniká, jedná se o reakci exotermickou; pokud je teplo při reakci spotřebováno, jedná se o reakci endotermickou. Naše reakce tedy byla (podtrhněte správnou možnost):

exotermická / endotermická

Řešení:

1. Reakce byla zahájena **d) kapkou vody**
2. Produkty měly teplotu **c) vyšší než výchozí látky**
3. Během reakce je teplo (**produkováno** / spotřebováno), můžeme tedy říci, že energie produktů je (**nižší** / vyšší), než energie výchozích látek, protože (při jejich vzniku bylo spotřebováváno teplo z okolí / **přebytečné teplo bylo vyzářeno do okolí**).
4. Energetickou bilanci popisuje graf b), který popisuje exotermické reakce



5. Naše reakce tedy byla **exotermická** / endotermická

4.2 Endotermická reakce

Endotermická reakce thiokyanatanu amonného s hydroxidem barnatým je typickou endotermickou reakcí, při které lze pozorovat spotřebování značného tepla z okolí a tedy velký pokles teploty reakční směsi. Z tohoto pohledu je tato reakce pro studenty velmi zajímavá, zvláště když se nám podaří vizuálně změnu teploty zobrazit.

4.2.1 Popis pokusu

Pomůcky: baňka, zátka

Chemikálie: thiokyanatan amonný, hydroxid barnatý oktahydrát

Postup: V třecí misce rozetřeme 16 g thiokyanatanu amonného a nasypeme do baňky. Dále přidáme 32 g rozetřeného oktahydrátu hydroxidu barnatého, zazátkujeme a promícháme zatřesením.

Pozorování: Chvilí po promíchání reaktantů je možné cítit pokles teploty reakční směsi sáhnutím na baňku. Zanedlouho se zprvu heterogenní směs pevných látek začíná měnit na tekutou kaši, zároveň se dále snižuje teplota. Konečná teplota reakční směsi klesne až pod 0 °C.

Vysvětlení: Výše uvedená reakce je endotermická, to znamená, že pro její průběh je třeba dodání energie zvnějšku. Zároveň se ale jedná o reakci spontánní, to znamená, že probíhá samovolně. Při tom odebírá energii potřebnou pro průběh z okolí, což se projevuje poklesem teploty směsi. Zda je reakce samovolná nebo ne, lze rozhodnout na základě změny Gibbsovy energie.

Aby reakce proběhla samovolně, musí být změna Gibbsovy energie záporná. Ta má dva příspěvky:

$$\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S$$

Kladná hodnota enthalpie ($\Delta_r H = 102,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) znamená, že se jedná o reakci endotermickou. V případě této reakce je kladný enthalpický příspěvek více než kompenzován příspěvkem entropickým ($\Delta_r S = 495 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\text{K}^{-1}$). V součtu je tedy změna Gibbsovy energie záporná a reakce je tedy spontánní.

Poznámky:

Jedná se o jednu z mála spontánně probíhajících endotermických reakcí, tato se navíc vyznačuje mimořádným poklesem teploty. Rovněž se jedná o reakci mezi dvěma pevnými látkami, což také není běžné. Reakce není možná nijak působivá vizuálně (i když i změna skupenství reakční směsi je do jisté míry zajímavá), ale snížení teploty je rozhodně pozoruhodné. Pokud použijeme dřevěné prkénko, stříkneme na něj malé množství vody a na ni postavíme baňku s čerstvě připravenými reaktanty, pak tato baňka k prkénku po chvíli díky poklesu teploty přimrzne. Tato modifikace je nesmírně působivá a umožňuje pozorovat projev poklesu teploty, který sám o sobě není pozorovatelný. Pro tuto modifikaci je lepší použít baňku s velkým kontaktem s podložkou, jako je například baňka kuželová. Reakce není nijak nebezpečná a je tedy vhodná i pro laboratorní práce. Spotřebovává ovšem velké množství výchozích látek, které nejsou tolik běžné, proto je někdy lepší použít jich menší množství, potom ale již nemusí dojít k přimrznutí baňky.

Fotografie:



Obr. 2 a) Reaktanty v pevném skupenství Obr. 2 b) Produkty kašovitého konzistence
před reakcí po reakci

4.2.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata

- Reakční teplo – endotermické reakce
- Reakce v pevné fázi

Pro téma reakční teplo je možné jej využít jak ve fázi motivační, tak i ve fázi osvojovací, kde jej například mohou žáci provádět v rámci laboratorních prací. V tématu reakce v pevné fázi klesá význam experimentu spíše do roviny motivační. Dále budu pracovat s příkladem využití experimentu v tématu reakční teplo. Pro použití v tomto tématu je vhodné pokus endotermická reakce doplnit dalším experimentem ukazujícím reakci teplo produkující.

Základní pojmy:

- reakční teplo
- enthalpie
- reakce endotermické
- reakce exotermické
- slučovací teplo
- spalovací teplo

4.2.3 Metodické materiály k tématu Reakční teplo

Téma reakční teplo v jednoduchosti pojednává o tepelném zabarvení reakcí, tedy jestli reakce teplo spotřebovávají nebo naopak produkují.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

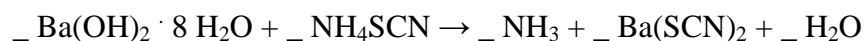
Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Jak velký je pokles teploty?
- Proč dochází ke snížení teploty?
- Jak poznám, jestli při reakci poklesne teplota?
- Jaké jsou další reakce provázené poklesem teploty?
- Jak to, že reakce probíhá samovolně?
- Probíhala by reakce i v roztoku?

Fáze - Osvojovací

PL2 – Tepelné změny v průběhu reakce

1. Po smíchání výchozích látek začne probíhat reakce podle následující rovnice:



Reakci vyčíslíte a pojmenujete všechny zúčastněné látky:

Vzorec	Název
$\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	
NH_4SCN	
NH_3	
Ba(SCN)_2	
H_2O	

2. Zakroužkujte změny, které jsou spojeny s průběhem reakce:

- a) změna barvy
- b) hoření
- c) změna skupenství
- d) sražení produktu
- e) změna teploty
- f) bublání
- g) exploze
- h) záblesk světla

3. Vysvětlete krátce, proč se skupenství reakční směsi změní:

4. O kolik přibližně klesne teplota reakční směsi (zakroužkujte správnou možnost)?

- a) neklesne
- b) o 10 °C
- c) o 20°C
- d) o 30 °C

5. Když teplota během reakce klesá, znamená to, že reakce teplo (zakroužkujte správnou možnost):

- a) produkuje (reakce exotermické)
- b) spotřebovává (reakce endotermické)

6. Doplňte k následujícím dějům, jestli se jedná o děje endo- nebo exotermické (tedy jestli je při nich teplo spotřebováváno nebo produkováno):

hoření	
tání ledu	
kondenzace vodní páry	
sublimace	

Řešení:



Vzorec	Název
$\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$	oktahydrát hydroxidu barnatého
NH_4SCN	thiokyanatan amonný
NH_3	amoniak
Ba(SCN)_2	thiokyanatan barnatý
H_2O	voda

2. Při reakci dochází k dějům: c) změna skupenství, e) změna teploty
3. Jedním z produktů reakce je voda.
4. Teplota reakční směsi klesne přibližně: **d) o 30 °C**
5. Když teplota během reakce klesá, reakce teplo **b) spotřebovává (reakce endotermická).**
- 6.

hoření	Exotermický děj
tání ledu	Endotermický děj
kondenzace vodní páry	Exotermický děj
sublimace	Endotermický děj

4.3 Faraonovi hadi

Efektivní formou provedený rozklad hydrogenuhličitanu sodného.

4.3.1 Popis pokusu

Pomůcky: nerezová nebo porcelánová miska, špejle

Chemikálie: oxid chromitý, cukr, ethanol, hydrogenuhličitan sodný

Postup: Do misky nasypeme velké množství oxidu chromitého tak, aby pokrýval dno vrstvou alespoň 2 cm silnou. Vprostřed vytvoříme malý důlek. Stranou si připravíme směs 9 lžiček cukru a 1 lžičky hydrogenuhličitanu

sodného. Dobře promíchanou směs vsypeme do připraveného důlku v oxidu chromitém. Oxid chromitý po stranách ovlhčíme asi 10 ml ethanolu a zapálíme hořící špejlí.

Pozorování:

Nejprve pozorujeme pouze hořící ethanol, záhy však začíná hromádka směsi cukru a sody hnědnout až černat a po chvíli dochází k vysunování sloupců černé pěny, které skutečně působí dojmem hadího těla. Při použitém množství surovin trvá reakce poměrně dlouho a tuhý válcovitý produkt nabývá mnohdy mocných rozměrů, zejména porovnáme-li jej s malou hromádkou směsi, z níž pochází.

Vysvětlení:

U tohoto pokusu jsou zásadní dva děje, díky nimž dochází k očekávanému výsledku. Prvním je karamelizace a následné zuhelnatění cukru, který tvoří tělo, hmotu hada. Zároveň probíhá i tepelný rozklad hydrogenuhličitanu sodného, jehož produkty jsou uhličitán sodný, voda a oxid uhličitý^[8]. Právě oxid uhličitý společně s karamelizovaným cukrem dává vzniknout pěně, která se kontinuálně „vylézá“ z hromádky. Díky velmi nízké hmotnosti pěny může vyrůst do poměrně velké výšky. Teplo pro rozklad sody a karamelizaci cukru dodává hořící ethanol obklopující hromádku. Oxid chromitý se žádné reakce nezúčastňuje, vystupuje pouze jako inertní prostředí, do kterého se před reakcí vsákne ethanol a vlastně je tak chráněna hromádka hydrogenuhličitanu a cukru před nasáknutím.

Poznámky:

Velmi působivý pokus, který není nikterak obtížný. Hodí se především jako motivační pokus, i když zároveň pěkně demonstruje rozklad hydrogenuhličitanu sodného. Pokud však žáci dostanou možnost zkusit si tento pokus, jejich motivace bude jistě větší, neboť je to vskutku fascinující experiment.

Fotografie:



Obr. 3 a) Reakční směs před reakcí



Obr. 3 b) Reakční směs po zahájení reakce



Obr. 3 c) Reakční směs v průběhu reakce



Obr. 3 d) Reakční směs v průběhu reakce

4.3.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro téma:

- Uhličitany

Pro téma uhličitany je možné tento experiment použít především jako motivační, jako osvojovací je již o něco méně vhodný. Pokus zajímavou formou ukazuje jednu z nejvýznamnějších reakcí uhličitánů, kalcinaci. Stejnou reakcí se rovněž dá vyjádřit několik přírodních dějů, které se týkají uhličitánů, jako je tvorba například krasových jevů.

Základní pojmy:

- kyselina uhličitá
- uhličitany
- oxid uhličitý
- kalcinace
- krasové jevy

4.3.3 Metodické materiály k tématu uhličitany

Téma uhličitany pojednává o skupině solí odvozených od kyseliny uhličitě, jejich vlastnostech chemických, fyzikálních a významných zástupcích.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Čím je tvořen tuhý produkt vysouvající se z misky?
- Jaká reakce během experimentu probíhá?
- Jaká je úloha cukru v této reakci?
- Jaká je úloha oxidu chromitého v reakci?

Fáze – Osvojovací

PL3 – V hlavní roli hydrogenuhličitan sodný

1. Ústředním dějem tohoto experimentu je reakce vyjádřená rovnicí:



Uvedenou reakci vyčíslete a pojmenujte zúčastněné látky:

Vzorec	Název
NaHCO ₃	
Na ₂ CO ₃	
H ₂ O	
CO ₂	

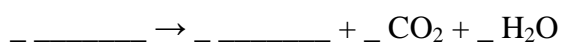
2. Přiřaďte všechny látky ke skupenství, v němž se reakce účastní:

	Pevné	Plynné
NaHCO ₃		
Na ₂ CO ₃		
H ₂ O		
CO ₂		

3. Přiřaďte k následujícím sloučeninám jejich úlohu v experimentu:

CO ₂	Pevná část pěnového sloupce produktu
Cukr	Zdroj tepla pro rozklad NaHCO ₃ a karamelizaci
Cr ₂ O ₃	Plynná část pěnového sloupce produktu
Ethanol	Zdroj CO ₂
NaHCO ₃	Nijak se reakce neúčastní

4. Obdobná rovnice popisuje princip vzniku krasových jevů, s tím rozdílem, že se nejedná o tepelný rozklad a místo solí sodných v ní vystupují soli vápenaté. Napište rovnici této reakce a vyčíslete ji:



Řešení:



Vzorec	Název
NaHCO_3	hydrogenuhličitan sodný
Na_2CO_3	uhličitan sodný
H_2O	voda
CO_2	oxid uhličitý

2.

Pevné	Plynné
NaHCO_3	H_2O
Na_2CO_3	CO_2

3.

CO_2	Plynná část pěnového sloupce produktu
Cukr	Pevná část pěnového sloupce produktu
Cr_2O_3	Nijak se reakce neúčastní
Ethanol	Zdroj tepla pro rozklad NaHCO_3 a karamelizaci
NaHCO_3	Zdroj CO_2

4.



4.4 Bengálské ohně

Již starými alchymisty a kejklíři používaný experiment oblíbený pro možnost barvení plamene.

4.4.1 Popis pokusu

Pomůcky: nerezová miska, špejle

Chemikálie: chlorečnan draselný, cukr, různé dusičnany kovů

Postup:

V třecí misce rozetřeme lžičku chlorečnanu a na filtračním papíře smísíme se lžičkou práškového cukru (nebo rozetřeného). Můžeme rovněž přidat pro zbarvení plamene nějaký dusičnan – při jeho výběru se řídíme podle plamenových zkoušek. Směs poté přesypeme do nerezové misky a umístíme do digestoře. Směs zapálíme hořící špejlí.

Pozorování:

Při zapalování směs snadno vzplane vysokým plamenem za vzniku velkého množství dýmu. Plamen je zbarven podle přidaného dusičnanu. Při tomto množství netrvá pokus dlouho a plamen po chvíli ustane.

Vysvětlení:

Chlorečnany jsou velmi silná oxidační činidla, zejména potom za horka, kdy se termicky rozkládají za vzniku kyslíku a chloridu.. V tomto případě je oxidovanou látkou cukr. Oheň iniciuje rozklad chlorečnanu za vzniku kyslíku a chloridu draselného. Tento kyslík podporuje další hoření cukru. Barvení plamene dusičnanem je obdobné plamenovým zkouškám.

Poznámky:

Jedná se o silně exotermickou reakci spojenou s mocným vývojem dráždivého dýmu, je tedy třeba pokus provádět se zvýšenou opatrností a v digestoři nebo na volném prostranství – tam ale nebude za jasného světla tak hezky vidět barva plamene. Cukr je možné nahradit i škrobem [9].

Fotografie:



Obr. 4 a) Reakční směs před zahájením reakce



Obr. 4 b) Průběh reakce – nebarveno



Obr. 4 c) Průběh reakce – barveno SrNO_3

4.4.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Exotermické reakce
- Výbušniny
- Plamenová zkouška
- Chlor a jeho sloučeniny

Tento pokus lze s výhodou ve všech zmíněných tématech použít jako motivační. V osvojovací fázi jej lze využít zejména u témat exotermické reakce, výbušniny a chlor a jeho sloučeniny.

Základní pojmy:

- detonace
- třaskaviny
- střeliviny
- trhaviny

4.4.3 Metodické materiály k tématu Výbušniny

Téma výbušniny pojednává o rozličných látkách a směsích, které byly či jsou využívány jako trhaviny, střeliviny či třaskaviny.

Fáze výuky - Motivační

Otázky a úkoly

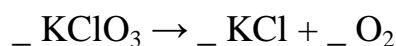
Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Čím je způsobeno bouřlivé hoření?
- Čím je barven plamen?
- Jakých dalších barev plamene lze dosáhnout?

Fáze výuky - Osvojovací

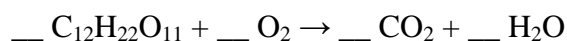
PLA – Bengálské ohně

1. Dílčím dějem, který se během experimentu odehrává, je tepelný rozklad KClO_3 , který probíhá podle rovnice:



Tuto reakci vyčíslete a ke všem prvků napište jejich oxidační čísla.

2. Cukr je při reakci z většiny přeměněn až na oxid uhličitý a vodu, jako konečné produkty. Vyčíslete rovnici této reakce:



3. Spojte jednotlivé látky s vžitým označením pro jejich role v experimentu:



„palivo“



okysličovadlo

cukr

látka pro barvení plamene

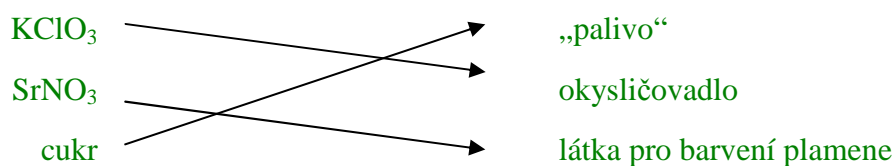
4. Zakroužkujte pravdivá tvrzení:

- Chlorečnan je silné oxidační činidlo, zejména za zvýšené teploty a ve styku s organickými látkami.
- Během experimentu hoří vznikající vodík.
- Cukr v experimentu vystupuje pouze jako katalyzátor, reakcí se nespotebovává.
- Kyslík, který při reakci částečně vzniká rozkladem KClO_3 umožňuje intenzivnější hoření.
- Teplota reakce nepřesahuje $72\text{ }^\circ\text{C}$.

Řešení:



3.



4. Pravdivá tvrzení jsou:

- Chlorečnan je silné oxidační činidlo, zejména za zvýšené teploty a ve styku s organickými látkami.
- Kyslík, který při reakci částečně vzniká rozkladem KClO_3 umožňuje intenzivnější a kvalitnější hoření.

4.5 Reakce sacharosu a dusičnanu draselného

Silně exotermická reakce cukru s dusičnanem, u které lze rovněž barvit plamen přidáním solí různých kovů.

4.5.1 Popis pokusu

Pomůcky: nerezová miska, špejle

Chemikálie: cukr, dusičnan draselný

Postup: Ve třecí misce rozetřeme 3 lžičky dusičnanu draselného na jemný prášek, který přesypeme na filtrační papír a opatrně smísíme se 2 lžičkami práškového cukru. Výslednou směs přesypeme do nerezové misky a zapálíme hořící špejlí.

Pozorování: Směs velmi ochotně vzplane za vzniku mocného narůžovělého plamene a bílého dýmu. Při reakci vzniká velké množství tepla. Na fotografii jsou dokonce vidět na nerezové misce rozžhavená místa, kde došlo k protavení předchozím používáním oslabeným dnem. Růžová barva plamene je způsobena přítomností draselných iontů.

Vysvětlení: V prvním okamžiku se dusičnan tepelně rozkládá na dusitan a kyslík. Díky vzniku kyslíku, který podporuje další hoření dochází k hoření cukru a díky vysoké teplotě i k rozkladu dusitanu ^[10]. Konečnými produkty reakce jsou oxid uhličitý, voda, uhličitán draselný a dusík.

Poznámky: Jedná se o velmi rychlou a bouřlivou reakci produkující velké množství tepla. Naprosto není vhodné, aby tento pokus prováděli žáci, hodí se jako motivační pokus. Žáci by měli být varováni před jeho nebezpečností, protože obě suroviny lze bez problémů koupit v běžných obchodech. Podobně jako u pokusu Bengálské ohně můžeme výsledný plamen barvit použitím dusičnanů kovů, jako například lithného, strontnatého či barnatého.

Fotografie:



Obr. 5 a) Reakční směs před zahájením reakce



Obr. 5 b) Průběh reakce – nebarveno

4.5.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- exotermické reakce
- výbušniny
- dusík a jeho sloučeniny

Tento experiment je, vzhledem k jeho efektnosti, vhodný pro použití v motivační fázi u všech zmíněných témat. Ve fázi osvojovací jej rovněž můžeme použít u všech těchto témat.

Základní pojmy:

- dusík
- halogenidy dusíku
- hydridy dusíku
- oxidy dusíku
- oxokyseliny dusíku
- soli oxokyselin dusíku

4.5.3 Metodické materiály k tématu Dusík a jeho sloučeniny

Téma Dusík a jeho sloučeniny obsahuje základní charakteristiku elementárního dusíku a dále se věnuje jeho sloučeninám od dvouprvkových po oxokyseliny a soli oxokyselin.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

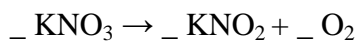
Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Čím je způsoben tak bouřlivý průběh reakce?
- Jaká je úloha dusičnanu v této reakci?
- Proč je plamen narůžovělý?
- Je možné při této reakci barvit plamen?

Fáze - Osvojovací

PL5 – Síla ukrytá v „nenápadných“ dusičnanech

1. Provedený experiment ukazuje, že dusičnany mohou být za určitých podmínek poměrně silná oxidační činidla. Jakými podmínkami jsme toho dosáhli v našem experimentu (zakroužkujte správnou odpověď)?
 - a) intenzivním osvětlením
 - b) rozpuštěním v kyselině
 - c) mikrovlnami
 - d) zvýšením teploty
 - e) prudkou ranou
2. Vystavíme-li dusičnany alkalických kovů vysoké teplotě, dochází k jejich tepelnému rozkladu podle rovnice:



Tuto rovnici vyčíslete a pojmenujte zúčastněné látky.

Vzorec	Název
KNO_3	
KNO_2	
O_2	

3. Zakroužkujte pravdivá tvrzení:

- a) Reakce probíhá samovolně bez podnětu z vnějšku.
- b) Vznikající kyslík zvyšuje intenzitu hoření.
- c) Výchozími látkami jsou cukr a dusitan draselný.
- d) Cukr je během experimentu redukován.
- e) Dusičnan draselný je za zvýšené teploty oxidační činidlo.

4. Dusičnany jsou odvozeny od kyseliny dusičné. Podtrhněte vzorec, který ji popisuje:

- a) HNO₅ b) HNO₄ c) HNO₃ d) HNO₂ e) HNO

Řešení:

1. **d) zvýšením teploty** jsme dosáhli toho, že se dusičnan draselný choval jako oxidační činidlo.

2.



Vzorec	Název
KNO ₃	dusičnan draselný
KNO ₂	dusitan draselný
O ₂	kyslík

3. Pravdivá tvrzení jsou:

- b) Vznikající kyslík zvyšuje intenzitu hoření.
- e) Dusičnan draselný je za zvýšené teploty oxidační činidlo.

4. Kyselině dusičné odpovídá vzorec **c) HNO₃**

4.6 Chameleon Mineralis

Tento experiment ukazuje jednoduchou přípravu mangananu z manganistanu a jeho chování ve vodě.

4.6.1 Popis pokusu

- Pomůcky: zkumavka, držák na zkumavky, stojan, odměrný válec, kahan
- Chemikálie: manganistan draselný
- Postup: Do zkumavky vsypeme 1 – 2 lžičky manganistanu draselného. Zkumavku upevníme zešíkma do držáku na zkumavky a obsah žíháme kahanem, dokud se nepřestane uvolňovat kyslík, což zjistíme pomocí doutnající špejle, tak, že po vsunutí doutnající špejle do zkumavky v přítomnosti kyslíku znovu vzplane. Po skončení žíhání počkáme, až obsah vychladne. Poté nabereme několik částecek produktu na lžičku a najednou je vsypeme do vysokého válce naplněného vodou.
- Pozorování: Manganistanové krystaly při zahřívání s praskavými zvuky pukají za vzniku malých obláčků černého prášku. Po skončení žíhání je zkumavka naplněna jemným černým práškem. Po vhození malého množství tohoto prachu ho válce s vodou můžeme za částicemi pozorovat stopu nejprve zeleného zbarvení, které se postupně mění ve fialové.
- Vysvětlení: Manganistan se tepelně rozkládá za vzniku kyslíku, oxidu manganičitého a mangananu. Při nasypání produktů do vody, je patrné zelené zbarvení rozpouštějícího se mangananu, který však rychle podléhá disproportionaci na fialový manganistan a oxid manganičitý^[11].
- Poznámky: Nejedná se o obtížný ani nebezpečný experiment a lze jej tedy využít i v laboratorním praktiku. Navíc obsahuje ověření produktu reakce, což usnadní pochopení a zapamatování dějů, které se během pokusu udály. Je možné zkusit i stálost mangananů v alkalickém prostředí tím, že produkt žíhání nasypeme do válce s více než 15% roztokem hydroxidu. V takto alkalickém prostředí jsou manganany stále^[11].

Fotografie:



Obr. 6 a) Manganistan před zahájením žhání



Obr. 6 b) Produkt žhání manganistanu



Obr. 6 c) První momenty po vhození produktu žhání do vody



Obr. 6 d) Chvilí po vhození produktu žhání do vody

4.6.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- d-prvky – mangan a jeho sloučeniny
- Redoxní reakce

Experimnet chameleon mineralis lze použít jako pokus motivační u obou témat. S výhodou jej lze využít i ve fázi osvojovací, zejména jako pokus žákovský.

Základní pojmy:

- mangan
- halogenidy manganu
- oxidy manganu
- oxokyseliny manganu

- soli oxokyselin manganu
- oxosoli manganu

4.6.3 Metodické materiály k tématu d-prvky - mangan

Téma d-prvky – mangan pojednává o vlastnostech manganu jako prvku a dále se zabývá chemickými a základními fyzikálními vlastnostmi jeho sloučenin.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Co se děje s manganistanem během žhání?
- Proč je nutné dávat do vody pouze velmi malé množství produktu žhání?
- Čím je tvořen produkt žhání?
- Proč se mění barva roztoku ze zelené na fialovou?

Fáze - Osvojovací

PL6 – Jepičí život mangananu

1. Pokud prudce zahříváme manganistan nad kahanem, dojde k jeho tepelnému rozkladu podle rovnice:



Uvedenou rovnici vyčíslete a pojmenujte produkty:

Vzorec	Název
K_2MnO_4	
MnO_2	
O_2	

2. Po vnesení produktu žhání do válce s vodou pozorujeme reakci, kterou popisuje následující rovnice:



Tuto rovnici vyčíslete.

3. Přiřaďte k látkám barvu jejich roztoku:

KMnO_4	Zelená
K_2MnO_4	Bezbarvá
MnO_2	Fialová
KOH	Nerozpouští se ve vodě

4. Zakroužkujte pravdivá tvrzení:

- MnO_2 je černohnědá, ve vodě nerozpustná látka.
- K_2MnO_4 je ve vodě stálejší než KMnO_4 .
- KMnO_4 má v roztoku barvu zelenou nebo fialovou, záleží na hloubce.
- Během experimentu byl z KMnO_4 žháním připraven mangan.
- K_2MnO_4 podléhá ve vodě disproportionaci na KMnO_4 a MnO_2 .

Řešení:

1.

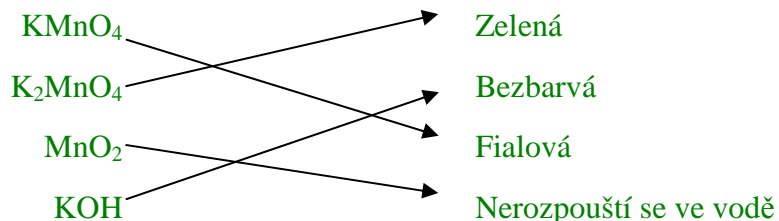


Vzorec	Název
K_2MnO_4	manganan draselný
MnO_2	oxid manganičitý
O_2	kyslík

2.



3.



4. Pravdivá tvrzení jsou:

- a) MnO_2 je černohnědá, ve vodě nerozpustná látka.
- e) K_2MnO_4 podléhá ve vodě disproportionaci na KMnO_4 a MnO_2

4.7 Reakce sacharosy s manganistanem a hydroxidem sodným

Barevný experiment ukazující bohatství oxidačních čísel manganu.

4.7.1 Popis pokusu

Pomůcky: erlenmeyerova nebo kuželová baňka, zkumavka nebo kádinka

Chemikálie: manganistan draselný, sacharosa, hydroxid sodný

Postup: Ve zkumavce si v několika mililitrech vody rozpustíme pár drobných krystalků manganistanu. Je velice důležité použít pouze malé množství manganistanu, protože by výsledný roztok byl příliš tmavý a pokus by nebyl tak působivý. Do erlenmeyerovy baňky nalijeme 100 ml vody a vsypeme do ní asi 0,5 g NaOH a 1,5 g sacharosy. Po rozpuštění všech pevných částic nalijeme do baňky připravený roztok manganistanu a pozorujeme barevné změny.

Pozorování: Barva roztoku po přilítí manganistanu je světle fialová (pokud použijeme skutečně malé množství manganistanu). Po chvíli se barva začíná měnit přes modrou a zelenou na oranžovohnědou. Rychlost reakce se různí podle teploty roztoku a koncentrace manganistanu.

Vysvětlení: Jedná se o redoxní reakci, kdy manganistan vystupuje jako oxidační činidlo a sacharosa jako redukční činidlo. Reakce probíhá i navzdory

tomu, že sacharosa nepatří mezi redukující cukry. Reakce je umožněna částečnou hydrolyzou sacharosu na fruktosu a glukosu ^[12], které již redukujícími cukry jsou. V první fázi vzniká modré zbarvení, které je způsobeno vznikem MnO_4^{3-} . Tento aniont je poměrně nestálý a rychle reaguje s MnO_4^- za vzniku MnO_4^{2-} , který se projeví zeleným zbarvením roztoku ^[11]. Tento je při nadbytku sacharosu dále redukován až na MnO_2 , který se při použitých koncentracích nesráží, ale dochází ke vzniku koloidního roztoku, který je zbarven oranžovo-hnědě ^[13]. Tento se již dále neredukuje.

Poznámky:

Jedná se o rychlou reakci, která začíná probíhat záhy po slití roztoků, konec reakce nastává nedlouho poté. Díky většímu objemu roztoku a rozdílným barvám je možné tento pokus použít jako demonstrační pokus, kdy je i ze zadních lavic barevná změna dobře patrná. Zároveň, protože se nepracuje s příliš nebezpečnými chemikáliemi, je možné, aby tento pokus prováděli žáci sami. Vysvětlení pokusu ovšem není nijak triviální a měl by jej provést pedagog, není vhodné, aby si jej vyhledávali sami žáci, například při vypracovávání protokolu.

Fotografie:



Obr. 7 a) Roztoky reaktantů před smísením



Obr. 7 b) Reakční směs bezprostředně po smísení



Obr. 7 c) Reakční směs chvílku po smísení



Obr. 7 d) Reakční směs o další chvíli později



Obr. 7 e) Finální vzhled reakční směsi

4.7.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- d-prvky – mangan a jeho sloučeniny
- Redoxní reakce

Tento pokus lze použít v motivační fázi výuky u obou zmíněných témat. V rámci osvojovací fáze jej lze rovněž bez problémů použít u obou témat.

Základní pojmy:

- mangan

- halogenidy manganu
- oxidy manganu
- oxokyseliny manganu
- soli oxokyselin manganu
- oxosoli manganu

4.7.3 Metodické materiály k tématu d-prvky - mangan

Téma d-prvky – mangan pojednává o vlastnostech manganu jako prvku a dále se zabývá chemickými a základními fyzikálními vlastnostmi jeho sloučenin.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Proč je nutné pracovat s velmi zředěným roztokem manganistanu?
- Jaká reakce v roztoku probíhá?
- Které sloučeniny jsou zodpovědné za jednotlivé barvy?

Fáze - Osvojovací

PL7 – Duha z manganistanu

1. Doplňte ke sloučeninám manganu, které se v experimentu objevují, jejich názvy a oxidační číslo, které v nich má mangan:

vzorec	oxidační číslo Mn	název
KMnO ₄		
K ₃ MnO ₄		
K ₂ MnO ₄		
MnO ₂		

2. Vyberte barvy, které během experimentu můžeme pozorovat a seřadte je podle pořadí výskytu:

červená, zelená, oranžová, černá, modrá, fialová, růžová

3. Přiřaďte ke sloučeninám manganu barvu jejich roztoku, případně koloidního:

modrá	K_2MnO_4
oranžová	$KMnO_4$
fialová	K_3MnO_4
zelená	MnO_2

4. Zatímco v zásaditém prostředí se manganistan redukuje zpravidla na oxid manganičitý, v kyselém prostředí se redukuje až na manganatou sůl. Vyčíslete následující rovnici, kde se manganistan redukuje v kyselém prostředí:



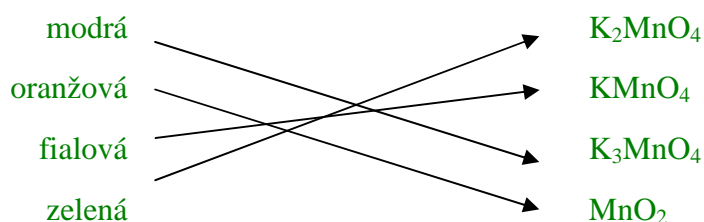
Řešení:

1.

vzorec	oxidační číslo Mn	název
$KMnO_4$	VII	manganistan draselný
K_3MnO_4	V	manganičnan draselný
K_2MnO_4	VI	manganan draselný
MnO_2	IV	oxid manganičitý

2. fialová, modrá, zelená, oranžová

3.



4.



4.8 Manganistanová sopka

Jednoduchý experiment ukazující bouřlivý průběh oxidace ethanolu manganistanem draselným.

4.8.1 Popis pokusu

Pomůcky: porcelánová miska nebo dlaždice, špejle

Chemikálie: manganistan draselný, ethanol

Postup: Na porcelánovou misku navršíme 1 - 2 lžičky rozetřeného manganistanu draselného na hromádku. Tu zvlhčíme 1ml ethanolu z pipety nebo kapátka. Připravenou směs zapálíme hořící špejlí.

Pozorování: V prvních okamžicích po zapálení je patrné pouze hoření ethanolu. Za několik okamžiků se plamen začíná barvit do růžové barvy a získává na intenzitě. Zároveň lze pozorovat rozžhavený materiál v místě plamene.

Vysvětlení: Zpočátku skutečně hoří pouze ethanol, respektive ethanolové páry nad směsí. Tímto hořením se však ohřívá směs reaktantů až do bodu, kdy se začne termicky rozkládat manganistan za vzniku kyslíku. Tehdy již začne probíhat reakce mezi manganistanem a alkoholem, který je oxidován na oxid uhličitý, vodu a uhličitán. Manganistan se redukuje na manganan a oxid manganičitý ^[11]. Růžovo-fialové zbarvení plamene je způsobeno přítomností draselných iontů.

Poznámky: Nejedná se o nikterak složitý ani nebezpečný pokus, proto je možné jej použít i pro žákovské laboratorní práce.

Fotografie:



Obr. 8 a) Reakční směs před zapálením



Obr. 8 b) Průběh reakce

4.8.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Exotermické reakce
- d-prvky – mangan a jeho sloučeniny
- Redoxní reakce

Tohoto experimentu lze bez obtíží využít jak ve fázi motivační, tak i ve fázi osvojovací.

Základní pojmy:

- oxidační číslo
- oxidace
- redukce
- redoxní reakce
- oxidační a redukční činidlo
- výměna elektronů

4.8.3 Metodické materiály k tématu Redoxní reakce

Téma redoxní rovnice pojednává o skupině reakcí, u kterých dochází k výměně elektronů mezi reaktanty, což se projeví ve změně oxidačních stavů některých prvků během reakce.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

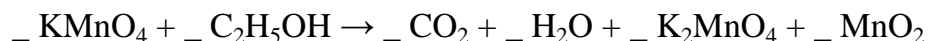
Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Reaguje ethanol s manganistanem nebo pouze hoří?
- Proč se po chvíli změní vzhled plamene?
- Jaká reakce během experimentu probíhá?
- Jaké jsou produkty reakce?

Fáze - Osvojovací

PL8 – Manganistanová sopka

1. V průběhu experimentu probíhá reakce podle následující rovnice. Doplňte k jednotlivým prvkům jejich oxidační čísla.



2. Doplňte, u kterých prvků dochází v průběhu reakce ke změně oxidačního čísla.

Oxidační číslo klesá u prvku _____ Oxidační číslo roste u prvku _____

Pokud u prvku klesá oxidační číslo, mluvíme o redukci, pokud roste, o oxidaci.

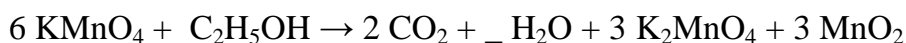
3. Tyto změny zapisujeme pomocí polorovnic pro redukci a oxidaci podle níže uvedeného vzoru. Pokuste se takto zapsat změnu oxidačního čísla u prvků z naší reakce:

Příklad	Řešení
Redukce: $\text{X}^{\text{V}} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{X}^{\text{III}}$	Redukce: $\text{Mn}^{\text{VII}} + _ \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{VI}}$ $\text{Mn}^{\text{VII}} + _ \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{IV}}$
Oxidace: $\text{Y}^{\text{I}} - 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Y}^{\text{IV}}$	Oxidace: $\text{C}^{\text{II}} - _ \text{e}^- \rightarrow \text{C}^{\text{IV}}$

4. Oxidace a redukce jsou děje, které se doplňují. Kde probíhá oxidace, probíhá i redukce a naopak. Jedná se vlastně o výměnu elektronů. Všechny elektrony, které jsou produkovány během oxidace, jsou spotřebovávány při redukci. Je proto ještě potřeba vyrovnat elektrony v obou poloreakcích tak, aby v obou figuroval stejný počet. Tak učiníme vynásobením poloreakcí. Doplňte počty elektronů:

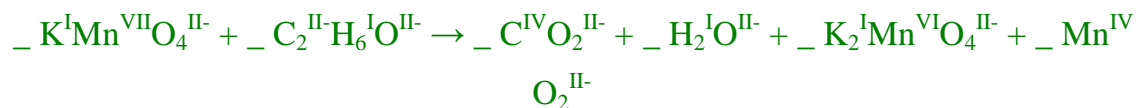
Řešení	násobitel	Řešení
Redukce: $\text{Mn}^{\text{VII}} + _ e^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{VI}}$ $\text{Mn}^{\text{VII}} + _ e^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{IV}}$	3	Redukce: $3 \text{Mn}^{\text{VII}} + _ e^- \rightarrow 3 \text{Mn}^{\text{VI}}$ $3 \text{Mn}^{\text{VII}} + _ e^- \rightarrow 3 \text{Mn}^{\text{IV}}$
Oxidace: $\text{C}^{\text{II}} - _ e^- \rightarrow \text{C}^{\text{IV}}$	2	Oxidace: $2 \text{C}^{\text{II}} - _ e^- \rightarrow 2 \text{C}^{\text{IV}}$

5. Takto získané koeficienty použijeme při vyčíslování rovnice v úloze 1. Dovyčíslete:



Řešení:

1.



2.

Oxidační číslo klesá u prvku **Mn**

Oxidační číslo roste u prvku **C**

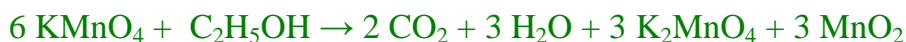
3.

Příklad	Řešení
Redukce: $\text{X}^{\text{V}} + 2 e^- \rightarrow \text{X}^{\text{III}}$	Redukce: $\text{Mn}^{\text{VII}} + \mathbf{1} e^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{VI}}$ $\text{Mn}^{\text{VII}} + \mathbf{3} e^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{IV}}$
Oxidace: $\text{Y}^{\text{I}} - 3 e^- \rightarrow \text{Y}^{\text{II}}$	Oxidace: $\text{C}^{\text{II}} - \mathbf{6} e^- \rightarrow \text{C}^{\text{IV}}$

4.

Řešení	násobitel	Řešení
Redukce: $\text{Mn}^{\text{VII}} + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{VI}}$ $\text{Mn}^{\text{VII}} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{\text{IV}}$	3	Redukce: $3 \text{Mn}^{\text{VII}} + 3 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{Mn}^{\text{VI}}$ $3 \text{Mn}^{\text{VII}} + 9 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{Mn}^{\text{IV}}$
Oxidace: $\text{C}^{\text{II-}} - 6 \text{e}^- \rightarrow \text{C}^{\text{IV}}$	2	Oxidace: $2 \text{C}^{\text{II-}} - 12 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{C}^{\text{IV}}$

5.



4.9 Samozápalná směs

Experiment ukazující silné oxidační vlastnosti manganistanu draselného na reakci s glycerolem.

4.9.1 Popis pokusu

Pomůcky: porcelánová miska nebo dlaždice

Chemikálie: manganistan draselný, glycerol

Postup: Na keramickou misku nasypeme asi 1 - 2 lžičky rozetřeného manganistanu draselného na hromádku. Na vrchol hromádky kápneme 3 - 4 kapky glycerolu.

Pozorování: Chvilí po přikápnutí glycerolu začne směs v jeho okolí žhnout až vyskočí narůžovělý plamen. V místě hoření je patrné žhnutí směsi.

Princip: Manganistan jako oxidační činidlo ochotně reaguje se snadno redukovatelnými látkami. Navíc aktivační energie této silně exotermické reakce je velmi nízká a k reakci tak dochází již za pokojové teploty. Manganistan se mění na oxid manganitý a částečně na manganan, glycerol na oxid uhličitý, uhličitán draselný a vodu^[14]. Zbarvení plamene do růžovo-fialova je dáno přítomností draselných iontů.

Poznámky: Protože k reakci nedochází okamžitě po přidání glycerolu a neprobíhá příliš bouřlivě, je možné tento pokus zvolit i jako pokus pro žákovské laboratorní práce.

Fotografie:



Obr. 9 a) Manganistan před přidáním glycerolu



Obr. 9 b) Manganistan po přidání glycerolu

4.9.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Exotermické reakce
- d-prvky – mangan a jeho sloučeniny
- Redoxní reakce

Tento experiment je vhodný pro využití v motivační fázi u zmíněných témat, stejně tak jej lze bez problémů začlenit do osvojovací fáze výuky těchto témat.

Základní pojmy:

- oxidační číslo
- oxidace
- redukce
- redoxní reakce
- oxidační a redukční činidlo
- výměna elektronů

4.9.3 Metodické materiály k tématu Redoxní reakce

Téma redoxní rovnice pojednává o skupině reakcí, u kterých dochází k výměně elektronů mezi reaktanty, což se projeví ve změně oxidačních stavů některých prvků během reakce.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Jak to, že reakce začne probíhat samovolně?
- Jaká reakce během experimentu probíhá?
- Jaké jsou produkty reakce?

Fáze - Osvojovací

PL9 – Samozápalná směs

Pokud se oxidační číslo prvku snižuje, mluvíme o redukci, pokud se zvyšuje, pak o oxidaci.

1. Provedený experiment probíhá podle následující rovnice:



Zakroužkujte prvky, u kterých se v této reakci mění oxidační číslo.

2. Sloučenina, v níž se některý prvek redukuje, bývá označována jako oxidační činidlo. Naopak sloučeninu, ve které se prvek oxiduje, označujeme jako redukční činidlo. Doplňte, která sloučenina vystupuje v reakci jako:

Oxidační činidlo - _____ Redukční činidlo - _____

3. Dovyčíslete rovnici z první úlohy:



4. Vyberte pravdivá tvrzení:

- a) Manganistan draselný vystupuje v reakci jako oxidační činidlo.
- b) Teplota reakční směsi o mnoho převyšší 100 °C.
- c) Reakci je nutné iniciovat kápnutím kyseliny sírové.
- d) Glycerol je bílá krystalická látka.
- e) Reakce probíhá explozivně.

Řešení:

1. Oxidační číslo se mění u zvýrazněných prvků:



2. V reakci vystupuje jako:

Oxidační činidlo- **Manganistan draselný**

Redukční činidlo - **Glycerol**

- 3.



4. Pravdivá tvrzení jsou:

- a) Manganistan draselný vystupuje v reakci jako oxidační činidlo.
- b) Teplota reakce je o mnoho vyšší než 100 °C.

4.10 Chemické jojo

Půvabný experiment založený na reakci sodíku s vodou.

4.10.1 Popis pokusu

Pomůcky: zkumavka, stojan, držák na zkumavky

Chemikálie: sodík, hexan, fenolftalein, voda

Postup: Zkumavku upevníme to držáku na zkumavky na stojan a nalijeme do ní asi 3 cm vysokou vrstvu vody. Do vody přikápneme pár kapek fenolftaleinu a zalijeme asi 4 cm vrstvou hexanu. Do takto připravené zkumavky vhodíme malý kousek sodíku velký asi jako zrnko čočky nebo menší.

Pozorování: Voda s hexanem tvoří ve zkumavce dvě nemísitelné fáze, kdy voda je spodní a hexan vrchní fáze. Sodík má nižší hustotu než voda, ale vyšší než hexan, proto v hexanu klesá dolů. V okamžiku, kdy se sodík dotkne vodní hladiny, začne probíhat mezi sodíkem a vodou reakce za vývoje plynu a kousek sodíku poskočí nad vodní hladinu. Reakce mezi sodíkem a vodou opět ustává, protože již sodík není ve styku s vodní hladinou. Poté sodík opět klesne k vodní hladině a cyklus se opakuje. Reakce sodíku s vodou je doprovázena tvorbou růžovo-fialového zbarvení vodné fáze.

Vysvětlení: Sodík s vodou exotermicky reaguje za vzniku vodíku a hydroxidu sodného. Hydroxid zůstává ve vodné fázi a je příčinou jejího růžového zbarvení, neboť ve vodě rozpuštěný fenolftalein je acidobazický indikátor s růžovým zbarvením v zásaditém prostředí. Vznikající vodík uniká skrze hexan nahoru a vynáší kousek sodíku opět nad úroveň hladiny vody ve zkumavce. Když se potom bublinky vodíku uvolní ze sodíku, na který se nachytaly, sodík začne opět hexanem klesat a vše se opakuje znovu.

Poznámky: Je nutné, aby sodík nevyskočil na hladinu hexanu, proto by vrstva hexanu neměla být příliš nízká, případně by neměl být sodík příliš velký. Je možné zvolit i jiný acidobazický indikátor, který má barevný přechod v zásadité oblasti, například thymolftalein, lakmus nebo výluh z červeného zelí. Také je možné nahradit hexan levnějším a dostupnějším benzínem.

Fotografie:



Obr. 10 a) Zkumavka s vodou, hexanem a fenolftaleinem před vhozením sodíku



Obr. 10 b) Tatáž zkumavka po vhození sodíku

4.10.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Alkalické kovy
- Acidobazické reakce
- Indikátory

Pro všechna zmíněná témata lze pokus zařadit v rámci motivační i v rámci osvojovací fáze. Je možné jej využít i pro žákovské laboratorní práce pro jeho zajímavost, akčnost a názornost při současné nízké nebezpečnosti.

Základní pojmy:

- alkalické kovy
- elektronegativita
- sloučeniny alkalických kovů

4.10.3 Metodické materiály k tématu Alkalické kovy

Téma alkalické kovy obsahuje základní charakteristiku skupiny alkalických kovů, obecné zákonitosti ve skupině a přehled sloučenin, které alkalické kovy tvoří.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Proč se spolu voda s hexanem nemísí?
- Se kterou látkou sodík reaguje?
- Jak to, že sodík po rozhraní kapalin „poskakuje“?
- Jaká je úloha hexanu v experimentu?
- Čím je způsobeno růžové zbarvení spodní fáze a co to znamená?

Fáze - Osvojovací

PL10 – Hravý sodík

1. Doplňte do reakce jeden z možných produktů a vyčíslete rovnici reakce sodíku s vodou:



a) O₂

b) H₂O

c) Na₂O

d) H₂

2. Růžové zbarvení fenolftaleinu poukazuje na vznik (zakroužkujte jednu možnost):

a) kyseliny

b) zásady

c) neutrální látky

d) vysoké teploty

3. Seřadte alkalické kovy podle rostoucího protonového čísla:

K, Cs, Na, Li, Rb _____

4. Podtrhněte v textu správné možnosti:

Pokud bychom provedli reakci s vodou i s ostatními alkalickými kovy, zjistili bychom, že jejich reaktivita s vodou (roste / klesá) s rostoucím protonovým číslem. To souvisí s jejich (rostoucí / klesající) elektronegativitou. Stabilita na vzduchu u alkalických kovů (roste / klesá), ten nejreaktivnější je dokonce na vzduchu samozápalný.

5. Alkalické kovy jsou (zakroužkujte všechny správné možnosti):

Kapaliny	Pevné látky	Plyny
Stříbrolesklé	Černé	Bílé
Vodivé	Reaktivní	Nereaktivní
Nevodivé	Měkké	Mimořádně tvrdé

Řešení:

1. Správně je odpověď **d) H₂**



2. Růžové zbarvení fenolftaleinu poukazuje na vznik: **b) zásady**
3. Li, Na, K, Rb, Cs
4. Pokud bychom provedli reakci s vodou i s ostatními alkalickými kovy, zjistili bychom, že jejich reaktivita s vodou (roste / klesá) s rostoucím protonovým číslem. To souvisí s jejich (rostoucí / klesající) elektronegativitou. Stabilita na vzduchu u alkalických kovů (roste / klesá), ten nejreaktivnější je dokonce na vzduchu samozápalný.
5. Alkalické kovy jsou pevné látky, stříbrolesklé, vodivé, reaktivní a měkké

4.11 Chromová duha

Jednoduchá příprava peroxosloučeniny chromu.

4.11.1 Popis pokusu

- Pomůcky: stojan, držák na zkumavky, zkumavka
- Chemikálie: dichroman draselný (0,1 M), peroxid vodíku (30 %), diethylether
- Postup: Do zkumavky nalijeme 10 ml 0,1 M roztoku dichromanu draselného a převrstvíme 10 ml diethyletheru. Zkumavku upevníme na stojan do držáku na zkumavky a kápneme 1 kapku peroxidu vodíku.
- Pozorování: Při nalití diethyletheru do zkumavky můžeme pozorovat vznik dvou nemísitelných fází s etherovou nahoře. Okamžitě po kápnutí kapky peroxidu vodíku do zkumavky dojde ke ztmavnutí dichromanové fáze na hnědo-modrou. Z dichromanové fáze začnou unikat bublinky plynu, což je spojeno se světláním spodní dichromanové fáze a zároveň je možné si všimnout postupného modrání etherové fáze. Po čase se spodní fáze zbarví opět do oranžové barvy roztoku dichromanu.
- Vysvětlení: Po přidání peroxidu do roztoku dichromanu dochází k reakci za vzniku „peroxidu chromového“ CrO_5 , který je správněji zapsán jako $[\text{CrO}(\text{O}_2)_2]$ ^[19] a jeho jméno by znělo komplex oxo-diperoxochromový. Nedochozí tedy ke změně oxidačních čísel. Právě „peroxid chromový“ je zodpovědný za hnědo-modré intenzivní zbarvení spodní fáze. Část peroxidu chromového se rozpustí v etherové fázi, ve které je dobře rozpustný a o poznání stabilnější. Ve spodní fázi dochází postupně k rozpadu peroxidu chromového za vzniku iontů chromitých, jejichž barva však není pro nadbytek dichromanu patrná. Bublinky plynu, který se uvolňuje během tohoto rozpadu, můžeme identifikovat jako kyslík.
- Poznámky: Pro intenzivnější modré zbarvení etherové vrstvy je výhodnější volit malé množství peroxidu. Rovněž okyselení malým množstvím kyseliny, například chlorovodíkové, napomáhá průběhu. Nikterak náročný a nebezpečný pokus, je tedy vhodný pro žákovské laboratorní práce. Navíc žáci lépe uvidí modré zbarvení a unikající plyn. Horší je to s využitelností pokusu ve vztahu k látce, neboť děj, který je základem

tohoto pokusu nemá příliš velký význam a patří spíše k doplňujícímu učivu.

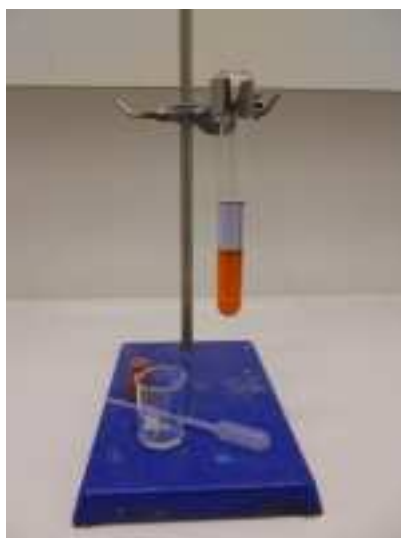
Fotografie:



Obr. 11 a) Zkumavka s etherem a roztokem dichromanu



Obr. 11 b) Po přidání peroxidu do zkumavky



Obr. 11 c) Zkumavka po skončení reakce následující po přidání peroxidu

4.11.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Redoxní reakce
- Komplexní sloučeniny
- d-prvky – chrom a jeho sloučeniny

- Peroxidy a peroxosloučeniny

Tento experiment je vhodný pro použití v motivační fázi výuky výše uvedených tematických oblastí. Pro použití v osvojovací fázi je vhodný zejména v tématech chrom a jeho sloučeniny a komplexní sloučeniny.

Základní pojmy:

- peroxidová skupina
- peroxid vodíku
- peroxidy
- peroxosloučeniny

4.11.3 Metodické materiály k tématu Peroxidy a peroxosloučeniny

Toto téma žáky seznamuje se skupinou látek obsahujících peroxidovou skupinu, s některými zástupci této skupiny

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Jaká sloučenina vznikne po přidání peroxidu vodíku do dichromanu?
- Jaká reakce poté probíhá v dichromanové fázi?
- Jaký plyn se uvolňuje během této reakce?
- Čím je způsobeno modré zbarvení etherové fáze?
- Jaká je funkce etheru?
- Na co se rozpadla hnědá sraženina v dichromanové fázi?

Fáze - Osvojovací

PL11 – Pomíjivá peroxosloučenina chromu

1. Peroxidy jsou sloučeniny obsahující peroxidovou skupinu, kterou můžeme zapsat vzorcem (zakroužkujte správnou možnost):

- a) O^{2-}
- b) O_2^-
- c) O_2^{2-}
- d) O_3^-
- e) O_3^{2-}

2. Od nejvýznamnějšího zástupce, peroxidu vodíku H_2O_2 , můžeme odvodit celou řadu jednoduchých peroxidů, které mají (pro kov s oxidačním číslem I+) obecný vzorec (zakroužkujte správnou možnost):

- a) M_2O_2
- b) H_2M_2
- c) MHO

3. Během experimentu vzniká po přidání peroxidu vodíku k roztoku dichromanu draselného peroxosloučenina, kterou můžeme zapsat vzorcem CrO_5 , nebo také přesněji $[CrO(O_2)_2]$. Jaké má chrom v této sloučenině oxidační číslo?

—

4. Peroxid vodíku se samovolně rozkládá za vývoje plynu. Tento rozklad však probíhá za normálních podmínek pomalu. Pokud bychom k němu přidali MnO_2 , který tento rozklad katalyzuje, došlo by k prudké reakci spojené s vývojem velkého množství tohoto plynu. Doplňte rovnici tohoto rozkladu. Jak byste ověřili, že se jedná o tento plyn (zakroužkujte jednu z možností)?



- a) doutnajícím špejlí
- b) nadechnutím
- c) vložením listu rostliny
- d) nafouknutím balónku tímto plynem

Řešení:

1. Peroxidy jsou sloučeniny obsahují peroxidovou skupinu, kterou můžeme zapsat vzorcem:



2. Od nejvýznamnějšího zástupce, peroxidu vodíku H_2O_2 , můžeme odvodit celou řadu jednoduchých peroxidů, které mají (pro kov s oxidačním číslem I+) obecný vzorec:



3. Chrom má ve sloučenině CrO_5 , jinak zapsané $[CrO(O_2)_2]$ oxidační číslo VI, tato sloučenina se někdy, ne zcela správně, označuje jako peroxid chromový

4.



Že se jedná o kyslík bychom ověřili a) doutnajícím špejlí.

U experimentu Chromová duha se to však nedoporučuje, neboť diethylether je hořlavina 1. třídy a dokázali bychom tak jenom jeho extrémní hořlavost.

4.12 Modrá baňka

Jednoduchý a interaktivní experiment pěkně ilustrující oxidační vlastnosti vzdušného kyslíku, založený na redoxním indikátoru methylenové modři.

4.12.1 Popis pokusu

Pomůcky: baňka, gumová zátka

Chemikálie: glukosa, hydroxid sodný, methylenová modř

Postup: Ve 100 ml vody rozpustíme 2 g glukosy a 2 g hydroxidu sodného. Poté přidáme 1 – 2 ml 0,1% roztoku methylenové modři a uzavřeme gumovou zátkou.

Pozorování: Po přidání methylenové modři se obsah baňky zbarví modře. Po několika minutách se roztok odbarví. Pokud s baňkou zatřese, změní se zbarvení zpět na modrou a tak dále.

Vysvětlení: Methylenová modř je redoxní indikátor. V oxidujícím prostředí je zbarvena modře, v redukujícím se odbarví. Protože je glukosa redukující sacharid, methylenová modř se odbarví. Pokud s baňkou zatřese, změní se zbarvení zpět na modrou a tak dále.

methylenová modř se zoxiduje zpět na modrou formu působením kyslíku ze vzduchu. Při zatřesení se mnohonásobně zvětší povrch rozhraní vzduch/roztok kvůli přítomnosti bublin. Samotná klidná hladina reakční směsi nestačí na oxidaci celého objemu roztoku. Necháme-li roztok klidně stát, bubliny vyprchají a methylenová modř je opět redukována na bezbarvou formu.

Poznámky:

Velice jednoduchý experiment s velmi působivým, jakoby kouzelnickým efektem, který je možné navíc opakovat až do omrzení. Tento experiment je vhodný pro laboratorní práci žáků, kteří si tak tento experiment užijí mnohem více než při jeho demonstračním provedení. Někdy je možné pozorovat na hladině roztoku v číré podobě modrý prstenec, kde je indikátor oxidován vzdušným kyslíkem. Pokud experiment přestává po nějaké době fungovat, po odzátkování a opětovném zazátkování bude probíhat dále.

Fotografie:



Obr. 12 a) Reakční směs po odstátí



Obr. 12 b) Reakční směs po zatřesení

4.12.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Indikátory
- Redoxní reakce
- Cukry
- Kyslík

Tento experiment je velmi vhodný jak pro použití v motivační fázi všech zmíněných tematických celků, tak i v jejich osvojovacích fázích.

Základní pojmy:

- kyslík
- oxidace
- voda
- oxidy

4.12.3 Metodické materiály k tématu Kyslík

Téma Kyslík se zabývá prvkem kyslíkem, který je nejprve popsán jako prvek, představeny jeho vlastnosti fyzikální a hlavně chemické, a nakonec jeho sloučeniny, zejména velká skupina podvojných sloučenin kyslíku – oxidy.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

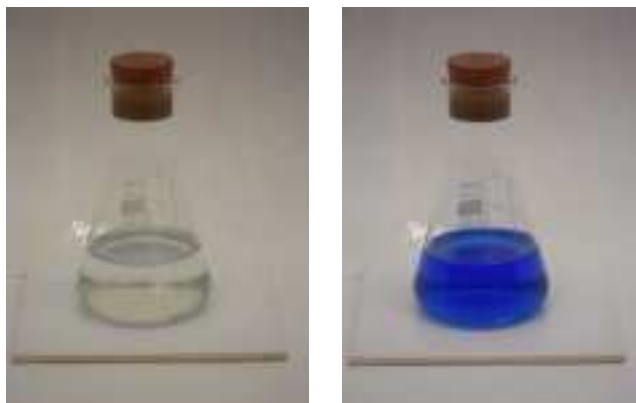
- Jaká reakce probíhá v baňce?
- Co je příčinou zbarvení reakční směsi?
- Proč se mění barva při zatřesení baňkou?
- Proč je možné reakci stále opakovat?

Fáze - Osvojovací

PL12 – Nestálá modrá barva

1. V experimentu Modrá baňka je v roztoku rozpuštěn redoxní indikátor methylenová modř a glukosa. Pokud baňkou zatřeseme, vmícháme do roztoku vzdušný kyslík a obsah baňky zmodrá. To je způsobeno oxidovanou formou indikátoru, která má modrou barvu. Zakroužkujte jaké vlastnosti má kyslík v tomto experimentu:

- a) redukční vlastnosti
- b) oxidační vlastnosti



2. Napište, jakých oxidačních čísel nabývá kyslík ve svých sloučeninách. Na základě tohoto se pokuste v krátkosti formulovat, proč se nemůže molekulární kyslík O_2 oxidovat:

Oxidační čísla kyslíku: _____

Proč se nemůže O_2 oxidovat? _____

3. Jak se nazývá velká skupina často velmi exotermických (teplo produkujejících) reakcí, ve kterých dochází k oxidaci látek vzdušným kyslíkem?

4. Zakroužkujte který z uvedených biologických procesů je ve své podstatě oxidací vzdušným kyslíkem?

- a) dýchání
- b) fotosyntéza

Řešení:

1. Kyslík v experimentu Modrá baňka má vlastnosti **b) oxidační**.
2. Běžná oxidační čísla kyslíku jsou II-, případně i I- v peroxidech. V molekulárním kyslíku O_2 nabývá kyslík oxidačního čísla 0. Kyslík nemůže nabývat kladných oxidačních čísel, proto se neoxiduje.
3. Jedná se o **hoření**, nebo spalování.
4. Oxidace vzdušným kyslíkem je podstatou **a) dýchání**.

4.13 Barvy semaforu

Experiment připomínající magii, ilustrující oxidační vlastnosti vzdušného kyslíku, založený na redoxním indikátoru indigokarmínu.

4.13.1 Popis pokusu

Pomůcky: baňka, gumová zátka

Chemikálie: glukosa, hydroxid sodný, indigokarmín

Postup: Ve 200 ml vody rozpustíme 4,5 g glukosy a 0,1 g indigokarmínu. Poté přilijeme roztok 4 g hydroxidu sodného ve 100 ml vody a zazátkujeme.

Pozorování: Původně modrý roztok indigokarmínu s glukosou po přidání hydroxidu zezelená. Po chvíli stání se barva změní na červenou a po čase ještě na žluto-oranžovou. Pokud se žlutým roztokem lehce zatřese, změní se barva zpět na červenou, pokud s roztokem zatřese silně, roztok zezelená. Všem je možné několik hodin opakovat.

Vysvětlení: Princip experimentu je obdobný jako u pokusu Modrá baňka. Jediným rozdílem je použití jiného redoxního indikátoru, konkrétně indigokarmínu, který má dva stupně barevného přechodu podle redoxních podmínek. Pokud necháme roztok stát, dokud nezežloutne, indigokarmín bude glukosou zredukován na žlutou formu. Když s baňkou trochu zatřese, vpravíme do roztoku množství bublinek vzduchu dostatečné na zoxidování indikátoru na jeho červenou formu. Po silném zatřesení se do roztoku dostane postačující množství vzdušného kyslíku na zoxidování indigokarmínu na jeho zelenou formu. Roztok indigokarmínu ve vodě má modrou barvu. Pokud však změním pH prostředí na silně zásadité, indigokarmín změní barvu na žlutou. Když do modrého roztoku glukosy s indigokarmínem přilijeme roztok hydroxidu sodného, změním pH prostředí na alkalické, zároveň však do roztoku tímto vpravíme dostatek vzduchu na oxidaci indigokarmínu ze žluté redukované formy až na zelenou úplně oxidovanou.

Poznámky: Jednoduchý pokus, který je zároveň nesmírně efektní a působivý, zejména pokud žáci mají možnost jej sami provést, nebo alespoň mají možnost si vyzkoušet protřepávání směsi. Pokud přestává pokus

pracovat, je možné odzátkováním a opětovným zazátkováním jeho funkčnost obnovit.

Fotografie:



Obr. 13 a) Reakční směs před přidáním roztoku hydroxidu



Obr. 13 b) Reakční směs po přidání hydroxidu / silném zatřepání



Obr. 13 c) Reakční směs po chvíli stání / slabém zatřepání



Obr. 13 d) Reakční směs po dlouhém stání

4.13.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- Indikátory
- Redoxní reakce
- Cukry
- Kyslík

Experiment barvy semaforu je výjimečně vhodný pro použití v motivační fázi zmíněných témat, stejně tak je možné jej využít i v osvojovací fázi všech těchto témat.

Základní pojmy:

- indikátor
- acidobazické indikátory
- redoxní indikátory
- komplexometrické indikátory

4.13.3 Metodické materiály k tématu Indikátory

Téma indikátory žáky seznamuje se skupinou látek, které jsou pro své vlastnosti označovány souhrně jako indikátory, a jejich dělení podle využití.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

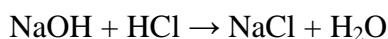
Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Jaká reakce probíhá v baňce?
- Co je příčinou zbarvení reakční směsi?
- Proč se mění barva při zatřesení baňkou?
- Proč se barva roztoku při zatřesení mění podle způsobu zatřesení?
- Proč je možné reakci stále opakovat?

Fáze - Osvojovací

PL13 – Zatřes červeně, zatřes zeleně

1. V rámci indikátorů rozlišujeme tři hlavní skupiny – acidobazické, redoxní a komplexometrické – podle reakcí, při kterých vykazují barevnou změnu. Doplňte k reakci skupinu indikátorů, které bychom použili pro stanovení průběhu reakce a napište alespoň jeden příklad indikátoru z této skupiny:



Skupina indikátorů:

Příklad indikátoru:

2. V experimentu barvy semaforu jsme použili redoxní indikátor indigokarmín. Přiřaďte barvy roztoku k akcím, které je vyvolají:

Červená	Odstátí roztoku
Zelená	Slabé zatřesení
Žlutá	Silné zatřesení

3. V připraveném roztoku může barvivo indigokarmín nabývat tří barevných variant podle redoxních podmínek. Ty měníme tak, že při zatřesení do roztoku vmícháváme kyslík, jako oxidační činidlo. V roztoku je rovněž rozpuštěna glukosa jako redukční činidlo, takže pokud necháme roztok chvíli stát, převáží její působení, protože vmíchaný kyslík se spotřebuje. Spojte barevnou variantu indikátoru s redoxními podmínkami, kterým odpovídá:

Žlutá	Silně oxidující prostředí
Zelená	Slabě oxidující prostředí
Červená	Redukující prostředí

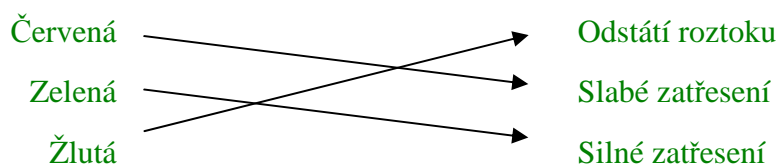
4. Podtrhněte správné varianty v textu:

Indikátor indigokarmín se používá zejména při (acidobazických / redoxních / komplexotvorných) reakcích. Při smíchání NaOH s roztokem indikátoru můžeme pozorovat barevnou změnu z modré na zelenou. To znamená, že vykazuje i vlastnosti (acidobazických / redoxních / komplexometrických) indikátorů.

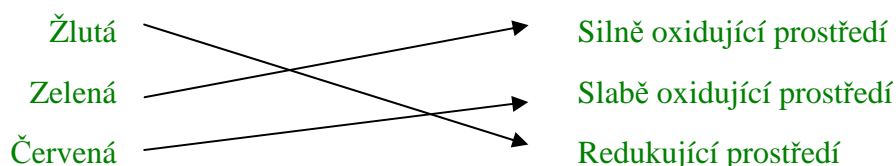
Řešení:

1. Při reakci hydroxidu sodného s kyselinou chlorovodíkovou bychom použili **acidobazického indikátoru**, příklady indikátorů z této skupiny jsou např. lakmus, fenolftalein, methyloranž a mnoho dalších.

2.



3.



4. Indikátor indigokarmín se používá zejména při (acidobazických / **redoxních** / komplexotvorných) reakcích. Při smíchání NaOH s roztokem indikátoru můžeme pozorovat barevnou změnu z modré na zelenou. To znamená, že vykazuje i vlastnosti (**acidobazických** / redoxních / komplexometrických) indikátorů.

4.14 Pyroforické olovo

V tomto experimentu jsou připraveny velmi jemné částice olova, které vykazují vysokou reaktivitu.

4.14.1 Popis pokusu

Pomůcky: kádinky, odsávací baňka, vývěva, Büchnerova nálevka, zkumavka, kahan, držák na zkumavky, stojan, nehořlavá podložka C4H6O6

Chemikálie: octan olovnatý, kyselina vinná

Postup: V 75 ml vody rozpustíme 7,5 g octanu olovnatého a 3,4 g kyseliny vinné. Vzniklou bílou sraženinu odfiltrujeme na Büchnerově nálevce, promyjeme vodou a vysušíme. Suchý vinan olovnatý přemístíme do zkumavky a žíháme. V okamžiku, kdy se nám podaří odpařit veškerou uvolněnou vodu ze zkumavky, její ústí ucpeme skelnou vatou a pokračujeme v žíhání, dokud se všechen vinan nerozloží na černé pyroforické olovo. To vysypeme na nehořlavou podložku.

Pozorování:

Po smíchání octanu olovnatého a kyseliny vinné vznikla bílá sraženina vinanu olovnatého. Z něj se při žhání nejprve uvolňuje zbývající voda, což se projevuje zkondenzovanými kapičkami v chladnější části zkumavky. Poté vinan začal postupně černat. Při vysypávání pyroforického olova ze zkumavky pozorujeme proud jisker.

Vysvětlení:

V první části pokusu je připraven vinan olovnatý, který je potom dále žháním nejprve zbaven zbývající vody a poté za nepřístupu vzduchu rozložen na oxid uhličitý, vodu, směs uhlovodíků ^[1] a velmi jemné částice olova. Pokud jsou tyto částice olova vysypány na vzduchu, dojde k jejich oxidaci vzdušným kyslíkem. Vzhledem k exotermickému průběhu reakce dojde k rozžhnutí reagujících částic, což se jeví jako vznik jisker. Kyselinu vinnou můžeme nahradit rozpustným vinanem. „Déšť jisker“ je zvláště patrný v zatemněné místnosti.

Poznámky:

Teplota reagujících částic je vysoká a je proto nezbytná jistá dávka opatrnosti při jejich vysypávání. Pyroforické olovo je možné uchovávat pouze za nepřítomnosti vzduchu, například pokud vinan olovnatý žháme v ampuli, kterou po ukončení rozkladu zatavíme. Závěrečný efekt „deště jisker“ je velmi efektní. Ten je zvláště patrný v zatemněné místnosti. Kyselinu vinnou můžeme nahradit rozpustným vinanem.

Fotografie:



Obr. 14 a) Vysušený vinan olovnatý



Obr. 14 b) Vinan olovnatý před žháním



Obr. 14 c) Produkt žíhání vinanu olovnatého



Obr. 14 d) Vysypávání produktu žíhání

4.14.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- d-prvky – olovo
- Bezpečnost v chemii
- Vliv velikosti částic na reaktivitu

Pro všechny vybrané tematické oblasti je možné využít experiment ve fázi motivační. Pro oblasti d-prvky - olovo a Vliv velikosti částic na reaktivitu je možné jej využít i ve fázi osvojovací. V oblasti bezpečnost v chemii to již není výhodné.

Základní pojmy:

- reaktivita
- mikročástice a nanočástice
- prachová exploze

4.14.3 Metodické materiály k tématu Vliv velikosti částic na reaktivitu

Téma Vliv velikosti částic na reaktivitu popisuje zvyšování reaktivity částic při zmenšování jejich velikosti a vysvětluje příčiny tohoto chování. Tuto malou tematickou oblast je možné s výhodou zařadit před téma nanotechnologie.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

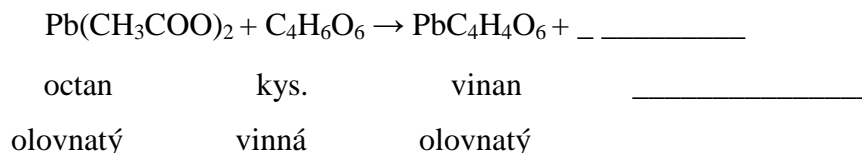
Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Proč je pro přípravu pyroforického olova použit vinan olovnatý a ne jiná olovnatá sůl?
- Co se s vinanem děje během žíhání?
- Proč je třeba mít zkumavku v pozdější fázi žíhání ucpanou?
- K jaké reakci dochází při vysypání částic ze zkumavky?
- Proč je průběh reakce při vysypání částic ze zkumavky tak exotermní?

Fáze - Osvojovací

PL14 – Instantní inferno

1. V první části experimentu jsme připravili vinan olovnatý z kyseliny vinné a octanu olovnatého. Doplňte rovnici, název produktu a podtrhněte sloučeninu, která je nerozpustná ve vodě:



2. Tepelným rozkladem vinanu olovnatého jsme poté připravili částice olova velmi malých rozměrů, tzv. pyroforické olovo. Vysvětlete několika slovy, proč musela být během žíhání zkumavka ucpaná:

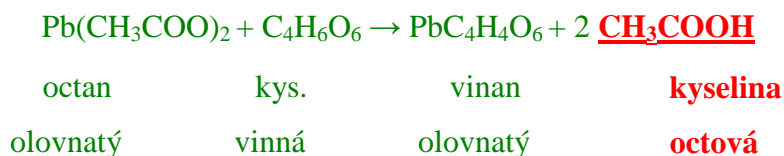
-
3. Pokud vysypeme připravené pyroforické olovo ze zkumavky, pozorujeme proud jisker, což jsou částice olova rozžhavené exotermickou oxidací vzdušným kyslíkem. Velké kusy olova se na vzduchu také oxidují, ale nárůst teploty nepozorujeme. Čím je reaktivita pyroforického olova způsobena (zakroužkujte jednu z možností)?

- a) temným zařikáváním během přípravy
 - b) malou velikostí částic olova
 - c) připravené olovo bylo ve skutečnosti zaměněno za jinou samozápalnou látku
4. S klesajícím poloměrem částic narůstá poměr _____/_____, což ovlivňuje reaktivitu částic. Doplňte ty veličiny, které v poměru figurují, na správná místa v poměru:

povrch, hustota, objem, relativní atomová hmotnost

Řešení:

1.



2. Tepelným rozkladem vinanu olovnatého jsme poté připravili částice olova velmi malých rozměrů, tzv. pyroforické olovo. Vysvětlete několika slovy, proč musela být během žíhání zkumavka ucpaná:

Za přístupu vzduchu bychom připravili místo olova rovnou oxidy

3. reaktivita pyroforického olova je způsobena: **b) malou velikostí částic**
4. S klesajícím poloměrem částic narůstá poměr **povrch / objem**, což ovlivňuje reaktivitu částic.

4.15 Pyroforické železo

Pokus podobný pyroforickému olovu připravující ze šřavelanu železnatého velmi jemné reaktivní částice železa.

4.15.1 Popis pokusu

Pomůcky: kádinky, odsávací baňka, vývěva, Büchnerova nálevka, zkumavka, kahan, držák na zkumavky, stojan, nehořlavá podložka

Chemikálie: síran železnatý, šřavelan draselný

Postup: V 25 ml vody rozpustíme 3,3 g šřavelanu draselného a přilijeme horký roztok 5,6 g síranu železnatého heptahydrátu. Roztok necháme 15 minut stát a poté odfiltrujeme vzniklou žlutou sraženinu na Büchnerově nálevce. Sraženinu vysušíme, vpravíme na dno vodorovně umístěné zkumavky a zahájíme žíhání. V okamžiku, kdy sraženina zčerná a přestane se uvolňovat voda, ústí zkumavky ucpeme skelnou vatou a pokračujeme v žíhání, dokud nepřipravíme pyroforické železo.

Pozorování: Při slítí roztoku šřavelanu draselného a síranu železnatého dojde k vysrážení žlutého šřavelanu. Jeho žíháním se nejprve uvolňuje přebytečná voda, která částečně znovu kondenzuje na chladnějších místech zkumavky. Při dalším žíhání dochází k černání žlutého šřavelanu. Vzniklý černý prach může být intenzivním zahříváním zkumavky rozžhaven do tmavě červena. Při vysypání prachu z výšky dochází ke vzniku jasných jisker.

Vysvětlení: V prvním kroku je připraven šřavelan železnatý. Ten žíháním nejprve ztrácí přebytečnou vodu a poté se za nepřístupu vzduchu rozpadá za vzniku oxidu uhličitého a uhelnatého a oxidu železnatého ^[21]. Ten se dále přeměňuje na oxid železnato-železitý a elementární železo ^[22]. Jak připravené železo, tak oxid železnato-železitý jsou pyroforické a při vysypání se exotermicky oxidují vzdušným kyslíkem na oxid železitý. Reakční teplo této oxidace je natolik vysoké, že dochází k rozžhnutí částic. V produktu po vysypání ze zkumavky je patrné tmavě červené zbarvení oxidu železitého, jako konečného produktu oxidace.

Poznámky: Rozžhnutí částic mají velmi vysokou teplotu a je třeba zvýšené opatrnosti při vysypávání pyroforického železa ze zkumavky.

Pyroforické železo můžeme uchovávat za nepřístupu vzduchu, například v zatavené ampuli. „Děšť jisker“ je zvláště patrný v zatemněné místnosti.

Fotografie:



Obr. 15 a) Sraženina šťavelanu železnatého po sednutí



Obr. 15 b) Šťavelan železnatý před zahájením žíhání



Obr. 15 c) Produkt žíhání šťavelanu železnatého



Obr. 15 d) Produkt po vysypání ze zkumavky

4.15.2 Možnosti tematického zařazení do výuky

Tento pokus je možné využít například pro témata:

- d-prvky – železo
- Bezpečnost v chemii
- Vliv velikosti částic na reaktivitu

Experimentu pyroforické železo lze využít jako motivačního experimentu ve všech vybraných tématech, v rámci osvojovací fáze je jeho využití vhodné pouze v tématech d-prvky – železo a Vliv velikosti částic na reaktivitu.

Základní pojmy:

- železo
- halogenidy železa
- oxidy železa
- oxosoli železa

4.15.3 Metodické materiály k tématu d-prvky - železo

Téma d-prvky – železo představuje prvek železo a jeho základní fyzikální a chemické vlastnosti a chemii jeho sloučenin.

Fáze - Motivační

Otázky a úkoly

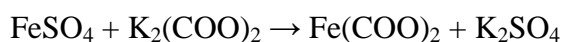
Experiment by měl/mohl u žáků vyvolat níže uvedené otázky, nad jejichž řešením by měla být vyvolána diskuse po provedení experimentu pedagogem:

- Proč se při přípravě pyroforického železa vychází ze šťavelanu železnatého?
- Co se stane se šťavelanem železnatým při žíhání?
- Jaké jsou produkty žíhání?
- Jaká reakce probíhá při vysypávání produktu žíhání ze zkumavky?
- Proč probíhá reakce při vysypávání produktu žíhání ze zkumavky tak exotermicky?

Fáze - Osvojovací

PL15 – Déšť jisker

1. V první fázi experimentu Pyroforické železo jsme si připravili šťavelan železnatý reakcí:



Podtrhněte všechny látky nerozpustné ve vodě a uveďte, jak z reakční směsi oddělíme šťavelan železnatý:

2. V druhém kroku připravený šťavelan železnatý žháme. Ten se rozkládá za vzniku oxidu železnatého, oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého. Zapište tuto reakci rovnicí:
-

3. Vzniklý oxid železnatý se dále přeměňuje na oxid železnato-železitý a železo. Obě připravené látky jsou pyroforické a při vysypání se rozžhají exotermickou reakcí se vzduchem. Jaký je produkt jejich oxidace (zakroužkujte správnou možnost)? Můžeme jej poznat i podle tmavě červené barvy na nehořlavé podložce.

a) FeO

b) Fe₂O₃

c) Fe₃O₄

d) FeO₂



4. Samovolná oxidace železa vzdušným kyslíkem je děj, který probíhá i u velkých kusů železa, ovšem mnohem pomaleji a ne tak bouřlivě. Jak se tomuto ději říká (zakroužkujte jednu z možností)?

a) Kalení

b) Popouštění

c) Legace

d) Koroze

Řešení:

1.



Pevný šťavelan ze směsi oddělíme filtrací.

2.



3. Produkt oxidace železa a oxidu železnato-železitého je **b) Fe₂O₃** oxid železitý.
4. Samovolná oxidace železa vzdušným kyslíkem se nazývá **d) Koroze**.

5. Diskuze

Tato diplomová práce byla tvořena v letech 2008 – 2010. Ve školním roce 2008/9 byla napsán teoretický úvod, věnující se jednotlivým fázím výuky, zejména potom motivační fázi, a chemickému experimentu. Ve školním roce 2009/10 byla vypracovávána část praktická.

V první fázi tvorby praktické části této práce byla vybrána velmi různorodá skupina experimentů, které potom byly v laboratoři vyzkoušeny a podle toho, zda vycházely, případně jestli byly vizuálně zajímavé, bylo jejich množství postupně zredukováno na patnáct experimentů, které se dočkaly zpracování v této práci. Experimenty pro tuto práci nebyly vybrány tak, aby pokrývaly určitou tematickou oblast, ale jako příklady experimentů spadajících do obecné a anorganické chemie.

V druhé fázi byly vybrané experimenty provedeny znovu, tentokrát s cílem je fotograficky zdokumentovat. Z důvodu potřeby neutrálního neušivého pozadí byly všechny experimenty prováděny a fotografovány v digestoři za použití stativu a fotoaparátu Nikon Coolpix S570. Pro veškeré laboratorní práce byla využívána laboratoř Katedry učitelství a didaktiky chemie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

V třetí fázi byly ke každému experimentu doplněny návrhy zařazení do výuky a především potom pracovní listy k vybranému tématu. Tyto pracovní listy byly tvořeny bez větších předchozích zkušeností s jejich tvorbou. Práce si proto v žádném případě nedává za cíl vytvořit návody, jak vypracovávat pracovní listy k experimentu, ale spíše uvést, jak by mohly pracovní listy vypadat.

Postupy experimentů pro tuto práci pochází ze zdroje: (Ne)bezpečná chemie [Online], dostupné z [www: http://www.nebezpecnachemie.estranky.cz/](http://www.nebezpecnachemie.estranky.cz/) od neznámého autora. Jedinou výjimkou je experiment Endotermické reakce, jehož postup pochází ze zdroje: Malijevská I.: Pokusy [Online], dostupné z [www: http://www.vscht.cz/fch/pokusy/](http://www.vscht.cz/fch/pokusy/). Postupy experimentů nebyly nijak modifikovány.

Tvorba této diplomové práce probíhala bez větších problémů, snad jen v experimentu Pyroforické železo se i přes několikeré opakování nepodařilo zachytit proud jisker na fotografii. Experimenty byly podle použitých postupů několikrát provedeny a měly by proto vycházet. Pokusy, které nevycházely byly z výběru vyřazeny.

6. Závěr

V rámci předkládané práce byl vyhotoven soubor patnácti chemických experimentů pro použití ve výuce. Experimenty spadají do oblasti anorganické a obecné chemie. Nejedná se o experimenty nové, neotřelé - byly použity experimenty, které se mnohdy na školách běžně používají. Byly vybrány pro jejich zajímavost a přiměřenou jednoduchost provedení, tedy aby nevyžadovaly od vyučujícího příliš mnoho času na přípravu. Dalším kritériem výběru byla jejich spolehlivost, pro ověření tohoto byly všechny experimenty provedeny a vyfotografovány. U každého experimentu je uveden ověřený postup jejich provedení, pozorování jeho průběhu, vysvětlení principu experimentu a poznámky k jeho provedení a použití ve výuce.

Ke každému experimentu bylo navrženo několik tematických zaměření, ve kterých by bylo možné experiment provést a pro jedno z těchto zaměření poté vypracován pracovní list kladoucí si za cíl aktivizovat žáky, ať už při pozorování experimentu při demonstračním provedení pedagogem, nebo při provedení žáky v rámci laboratorních prací. Pracovní listy jsou určeny pro použití v osvojovací fázi výuky vybraného tematického zařazení a je sestaven tak, aby na základě pozorovaného experimentu napomáhal osvojování učiva a seznamoval žáky s některými významnými pojmy. Nelze je tedy plnohodnotně využít bez experimentu, ke kterému jsou vytvořeny, neboť by nebylo možné řešit úlohy vázané k experimentu.

Možným pokračováním práce by bylo zejména ověření vhodosti vyhotovených pracovních listů pro použití v reálné výuce. Podle výsledku tohoto průzkumu by bylo možné případně vypracovat pracovní listy, které by se vyhýbaly zjištěným chybám původních pracovních listů.

Literatura

1. Drotárová E.: Pohľady do problematiky motivácie k učeniu žiakov základnej školy. Psychológia a patopsychológia dieťaťa 1987
2. Hrabal V., Man F., Pavelková I.: Psychologické otázky motivace ve škole. Praha, SPN 1984
3. Čáp J.: Psychologie výchovy a vyučování. Praha, Karolinum 1993
4. Čtrnáctová H., Halbych J.: Didaktika a technika chemických pokusů. Praha, Karolinum 2006
5. Maňák J., Švec V.: Výukové metody. Brno, Paido 2003
6. Maňák J.: Nárys didaktiky. Brno, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně 1997
7. Malijevská I.: Pokusy [Online], [cit. 14.7.2010], dostupné z [www: http://www.vscht.cz/fch/pokusy/25.html](http://www.vscht.cz/fch/pokusy/25.html)
8. Lukeš I., Mička Z.: Anorganická chemie II, Karolinum, Praha 1998
9. Sloup R.: Pokusy bez kahanu I [online], [cit. 12.7.2010], dostupné na [www: seminare.fraus.cz/download/3469-pokusy_bez_kahanu_i..pdf](http://www.seminare.fraus.cz/download/3469-pokusy_bez_kahanu_i..pdf)
10. Iowa State University: Material Safety Data Sheet – Potassium Nitrite [online], c1995 – 2008 [cit. 14.7.2010], dostupné na [www: http://avogadro.chem.iastate.edu/MSDS/KNO2.htm](http://avogadro.chem.iastate.edu/MSDS/KNO2.htm)
11. I. Tupec J.: Mezioperační analytická kontrola při výrobě manganistanu draselného, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, 2001
12. Tirol-Padre A., Ladha J.K.: Assessing the Reliability of Permanganate-Oxidizable Carbon as an Index of Soil Labile Carbon, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 68, May–June 2004)
13. Oelen W.: Science made alive: Chemistry/Experiments [online], c2004-2008 [cit. 9.7.2010], dostupné na [www: http://81.207.88.128/science/chem/exps/chameleon/index.html](http://81.207.88.128/science/chem/exps/chameleon/index.html)
14. Malijevská I.: Pokusy [Online], [cit. 14.7.2010], dostupné z [www: http://www.vscht.cz/fch/pokusy/01.html](http://www.vscht.cz/fch/pokusy/01.html)
15. Thomas R.D.: Ammonium Nitrate Decomposition by Heat, A Literature Review, 1995
16. II. King A., Bauer A.: Shock Initiation Characteristics of Ammonium Nitrate, The
17. Department of Mining Engineering, Queen's University, Kingston, Ontario, 1980
18. Barthelmy D.: Flame Tests [online], c1997 – 2010 [cit 14.7.2010], dostupné na [www: http://webmineral.com/help/FlameTest.shtml](http://webmineral.com/help/FlameTest.shtml)

19. Schunk A.: Experiment des Monats [online], c2001 – 2010 [cit.14.7.2010], dostupné na
www: <http://www.axel-schunk.de/experiment/edm0109.html>
20. Galway A.K., Lavery G.M.: The Thermal Decomposition of Dehydrated d-Lithium
Potassium Tartrate Monohydrate: Molecular Modification by a Homogeneous Melt
Mechanism, Proc. R. Soc. Lond. A 1993 440, 77-93
21. Rane K.S., Verenkar V.M.S., Sawant P.Y.: Ferrite grade iron oxides from ore rejects,
Bull. Mater. Sci., Vol. 24, No. 3, June 2001, pp. 331–338
22. Greenwood N.N., Earnshaw A.: Chemistry of the Elements (2nd ed.), Oxford,
Butterworth-Heinemann, 1997

Doplňková literatura

- Čáp J.: Psychologie pro učitele. Praha, Portál 2001
- Skalková J.: Obecná didaktika. Praha, Grada 2007
- Kolář Z., Vališová A.: Analýza vyučování. Praha, Grada 2009
- Průcha J.: Moderní pedagogika. Praha, Portál 2002
- Starý K.: Pedagogika ve škole. Praha, Portál 2008
- Maňák J.: Rozvoj aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků. Brno, Masarykova univerzita v
Brně 1998
- Pařízek V.: Obecná pedagogika. Praha, SPN 1991

Zdroje

- Experiment 2:
- Malíjevská I.: Pokusy [Online], dostupné z www: <http://www.vscht.cz/fch/pokusy/>
- Experimenty 1, 3 – 15:
- Neznámý autor: (Ne)bezpečná chemie [Online], dostupné z www:
<http://www.nebezpecnachemie.estranky.cz/>

Přehled pracovních listů

4.1 Modrý plamen	21
PL1 – Zapálení ohně kapkou vody	23
4.2 Endotermická reakce	25
PL2 – Tepelné změny v průběhu reakce	28
4.3 Faraonovi hadi	30
PL3 – V hlavní roli hydrogenuhličitan sodný	33
4.4 Bengálské ohně	35
PL4 – Bengálské ohně	38
4.5 Reakce sacharosu a dusičnanu draselného	40
PL5 – Síla ukrytá v „nenápadných“ dusičnanech	42
4.6 Chameleon Mineralis	44
PL6 – Jepičí život mangananu	46
4.7 Reakce sacharosu s manganistanem a hydroxidem sodným	48
PL7 – Duha z manganistanu	51
4.8 Manganistanová sopka	53
PL8 – Manganistanová sopka	55
4.9 Samozápalná směs	57
PL9 – Samozápalná směs	59
4.10 Chemické jojo	60
PL10 – Hravý sodík	63
4.11 Chromová duha	65
PL11 – Pomíjivá peroxosloučenina chromu	68
4.12 Modrá baňka	69
PL12 – Nestálá modrá barva	71
4.13 Barvy semaforu	73
PL13 – Zatřes červeně, zatřes zeleně	75
4.14 Pyroforické olovo	77
PL14 – Instantní inferno	80
4.15 Pyroforické železo	82
PL15 – Děšť jisker	84