

ZÁVĚREČNÁ PRÁCE

# Chemické pokusy

Jan Romanovský

Brno 2024

**ZÁVĚREČNÁ PRÁCE**

**CHEMICKÉ POKUSY**

**CHEMICAL EXPERMIENTS**

**AUTOR**     Jan Romanovský

**ŠKOLA**     Gymnázium Brno, třída  
Kpt. Jaroše

**ŠKOLITEL**     Mgr. Zdeněk Moravec, Ph.D.

**Brno 2024**

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou práci na téma *Chemické pokusy* jsem vypracoval/a samostatně pod vedením Mgr. Zdeňka Moravce, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Jan Romanovský

## Anotace

Cílem práce je pojednání o důležitosti chemických pokusů v moderní výuce chemie, dále lehce přístupný katalog efektních chemických pokusů, který by sloužil jako pomůcka při výuce chemie na ZŠ a SŠ. Práce je členěna do teoretické a praktické části, dále do podcelků podle logické návaznosti k tématu textu. Cílem teoretické části je podat shrnutou historii výuky chemie v ČR, vymezení chemických pokusů jako pomůcek při výuce a význam chemických pokusů ve výuce. Cílem praktické části je provedení několika pokusů a jejich následné zpracování do katalogu pro potřeby výuky na ZŠ a SŠ.

## Klíčová slova

chemický pokus, výuka chemie

## Annotation

The goal of this paper is a discourse on the importance of chemical experiments in chemistry education, an easily available catalogue of simple chemical experiments which would serve as an aid for teaching chemistry at middle and high schools. The paper is divided into a theoretical and practical section, then into subsections according to the topic. The goal of the theoretical section is to tell a concise history of chemistry education in Czechia, to define a chemical experiment, and describe the importance of chemical experiments in teaching chemistry. The goal of the practical section is a reproduction of a few chemical experiments and their cataloguing for the needs of chemistry education at middle and high schools.

## **Keywords**

chemical experiment, chemistry teaching

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>7</b>
<b>1 Teoretická část</b>	<b>8</b>
1.1 Historie a vývoj výuky chemie . . . . .	8
1.2 Současná výuka chemie . . . . .	10
1.3 Co je to chemický pokus? . . . . .	10
1.4 Proč chemický pokus? . . . . .	11
<b>2 Praktická část</b>	<b>13</b>
2.1 Metodika . . . . .	13
2.2 Zpracované pokusy . . . . .	14
2.2.1 Žíhání skalice . . . . .	14
2.2.2 Zlatý déšť . . . . .	15
2.2.3 Chromatografie na papíře . . . . .	15
<b>Závěr</b>	<b>18</b>
<b>Literatura</b>	<b>20</b>

# Úvod

Chemie je fascinujícím oborem s širokým využitím v dnešní společnosti. Pro udržení a rozvoj současné úrovně chemie je pak nezbytně důležitá dobrá a zajímavá výuka chemie. Jedním z nezbytných prvků výuky chemie jsou chemické pokusy. Tyto pokusy nejen, že obohacují výuku o praktické aspekty, ale také hrají klíčovou roli při osvojování teoretických konceptů. Tato práce je zaměřena na popsání důležitosti chemických experimentů v procesu výuky chemie a jejich značné výhody.

Chemické pokusy představují pro studenty mimořádně atraktivní způsob, jak si osvojit chemické pojmy a principy. Prostřednictvím přímé interakce s materiály a pozorováním jejich chování mají studenti možnost vnímat abstraktní teorie jako konkrétní jevy. Tímto způsobem se upevňuje jejich chápání chemických principů a zároveň se rozvíjí jejich zájem o daný obor.

Tato práce se dále zaměřuje na vytvoření katalogu chemických pokusů, který může sloužit jako nástroj pro pedagogy při plánování výuky. Tento katalog zahrnuje pokusy vhodné pro výuku chemie na druhém stupni základní školy a na střední škole. Cílem tohoto katalogu je poskytnout pedagogům nástroj pro efektivní a interaktivní výuku chemie, který podněcuje zvědavost, experimentování a objevování.

# Kapitola 1

## Teoretická část

### 1.1 Historie a vývoj výuky chemie

Všeobecná výuka chemie na našem území začíná tzv. „Hasnerovým zákonem“ z roku 1869, který zavádí mimo povinné osmileté školní docházky na obecné nebo měšťanské škole na školách měšťanských výuku předmětu zvaného přírodopyt. Přírodopyt měl za úkol učit žáky přírodním zákonitostem, „rozebírat“ svět kolem nich. Z dnešních předmětů zahrnoval kromě chemie i fyziku. V prvních osnovách přírodopytu měla chemie asi třikrát méně místa než fyzika. Byl kladen velký důraz na výuku praktickou, jak ve smyslu výuky pomocí pozorování a pokusu, tak ve smyslu své budoucí využitelnosti na trhu práce, například „o výrobě potravin (cukru, mouky, piva), o výrobních materiálech (oceli, porcelánu, skla, papíru)“, na vesnicích tedy využití v hospodářství a v domácnosti, ve městě využití v průmyslu. Teoretická výuka byla nevyvinutá a považována za zbytečně složitou, teoretické poznatky se žákům dostávaly jen okrajově, a to především těm, kteří pokračovali ve studiu na gymnáziích a reálkách. Zprvu měl přírodopyt časovou dotaci dvě hodiny týdně v šestém, sedmém a osmém ročníku, toto bylo navýšeno na tři hodiny týdně v roce 1932. [1] Předměty chemie a fyzika byly odděleny až na dalším stupni vzdělání, tedy gymnáziích a reálkách. Zde se také začaly používat při výuce chemické pokusy a v roce 1930 zde byla zavedena povinná



praktická chemická cvičení. [2]

Větší změny přineslo období po druhé světové válce a celková restrukturalizace školství zákonem z roku 1948. Byla zavedena jednotná základní škola a výuka chemie nyní byla povinná pro všechny obecně vzdělávací školy, tedy pro devítileté základní školy a čtyřletá gymnázia. Větší část učiva nyní tvořilo mimo anorganické a organické chemie využití chemie v dobových technologiích. Zákon z roku 1953 přinesl další změny, základní škola byla o rok zkrácena a místo gymnázií vznikly tříleté střední školy. To znamenalo redukci učiva, další změnou byly přísně závazné osnovy, ve kterých se na úkor organické a anorganické chemie navíc probírala mineralogie a geologie. Další změnou byl zákon z roku 1960, který znovu zavedl devítiletou základní školu. Chemie se vyučovala v osmém a devátém ročníku základní a ve všech třech ročnících středních škol. Obsah vyučované chemie se zvětšil a na středních školách byly budovány první odborné učebny a laboratoře. V učivu byly potlačeny zbytečné výchovné složky a průmyslové poznatky, vyzdvihuje se vzdělávací funkce učiva. Základní škola byla opět zkrácena na osm let zákonem z roku 1976. Ten také znamenal další změnu v osnovách pro chemii, které nyní dávaly příliš velký důraz na teoretické znalosti a upozaďovaly empirické a praktické části chemie. Toto z chemie dělalo předmět obtížnější a mezi žáky méně oblíbený, čemuž rozhodně nepomohlo, že se k němu časté změny ve školství chovaly jako k nadstavbovému předmětu, dost pravděpodobně nadbytečného pro běžného žáka. [2] [3]

Po roce 1989 došlo k dalším změnám školského systému. Závazné osnovy byly po roce 2000 přeměněny na rámcové vzdělávací programy (RVP), které dávají školám stupeň volnosti v sestavování školních vzdělávacích programů (ŠVP), dávají tedy školám podíl na určení způsobu a obsahu výuky. Takto systém funguje dodnes. [3]

## 1.2 Současná výuka chemie

Dnes je v RVP chemie spolu s fyzikou, zeměpisem a biologii součástí celku „Člověk a příroda“, který má za úkol „odkrývat metodami vědeckého výzkumu zákonitosti, jimiž se řídí přírodní procesy“ [4], a „tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě“. [5] V rámci chemie si žák má osvojit obecnou chemii, chemii organickou i anorganickou, základy bezpečnosti práce a praktické využití chemie v dnešním světě. [4] [5]

## 1.3 Co je to chemický pokus?

Chemický pokus nebo experiment je záměrně vyvolaný proces prováděn cíleným ovlivňováním chemických podmínek, a to za účelem objevení, ověření nebo demonstrace chemického jevu. Chemické pokusy mohou být především dvojího typu, a to demonstrační nebo žákovské. [6]

- demonstrační – předváděné učitelem před třídou, jejich výhodou je snížené bezpečnostní riziko, protože s chemikáliemi pracuje jen učitel, učitel si tedy může dovolit předvádět pokusy složitější a rizikovější, nevýhodou může být neúplné nebo nedostatečné zapojení žáků
- žákovské – prováděné samotnými žáky, jejich výhodou je možnost žáka proniknout hlouběji do dané problematiky, jejich nevýhodou může být potřebnost značné časové dotace a dostupnost vhodného prostoru pro jejich provedení

Další dělení je na experimenty induktivní a deduktivní. [6]

- induktivní – podle výsledků pokusu vyvozujeme obecná pravidla, zákonitosti
- deduktivní – konkrétním experimentem ověříme pravdivost sdělených pravidel

Důležitá je také struktura a stavba experimentu, v tomto ohledu rozlišujeme tři fáze pokusu. [6]

- příprava – to, co probíhá před samotným provedením pokusu, např. příprava látek, pracovního prostředí, postupu pokusu, očekávaného výsledku pokusu, seznámení žáků s podstatou experimentu, seznámení žáku s bezpečostí práce, ap.
- realizace – samotné provedení pokusu dle postupu, se kterým se učitel/žáci seznámili v přípravné fázi, dále je pozorován výsledek pokusu
- hodnocení – učitel/žák popíše, co se v rámci experimentu stalo a také jej zhodnotí, např. jestli byl výsledek pokusu v souladu s tím očekávaným, ap.

## 1.4 Proč chemický pokus?

Cílem výuky je předat informace žákovi tak, aby je pochopil a zapamatoval si je. Chemie jako přírodní věda může být předmětem silně teoretickým, o poučkách a pravidlech. Pro některé žáky je tak obtížným a neoblíbeným předmětem. [7] Učitel by se tedy měl snažit využít dostupných možností, aby látku udělal pro žáka přístupnější, v případě chemie je velmi efektivní pomůckou chemický pokus.

Bylo dokázáno, že některé metody učení jsou efektivnější než jiné; [6] chemické pokusy zpravidla zapojují víc smyslů, než běžný výklad, zároveň vedou k tzv. aktivizaci žáka – žák není pouze pasivním příjemcem informací, ale sám se do procesu výuky aktivně zapojuje. [8] Žák v rámci provádění chemického pokusu může zároveň rozvíjet obecné dovednosti jako je abstraktní myšlení, analýza a zpracování informací, samostatnost a kreativita. [9] [8]

Látku takto předvedenou nebo pokusem podpořenou si žák zapamatuje spíše než prostý text nebo výklad. [6] Při demonstračním pokusu žák na vlastní oči vidí, že vyučované pravidlo platí a nemusí se jen spoléhat na učitelův přednes. V tomto je pak ještě lepší pokus žákovský, který dovolí žákovi se vlastním tempem seznámit s každým krokem pokusu do té míry, do které potřebuje, a při jeho provedení si pokus vyzkoušet sám – zároveň se při

něm žák prakticky naučí bezpečnost práce v chemické laboratoři a pravidla manipulace s chemickými látkami, které jsou součástí RVP.

# Kapitola 2

## Praktická část

### 2.1 Metodika

Z dostupných zdrojů byla nejdříve zjištěna podstatu pokusu a postup jeho provedení. Pokus byl proveden, přičemž byl zdokumentován (fotoaparátem či kamerou) každý krok za účelem možného doplnění nebo opravení nedostatků v původním zdroji. V případě potřeby byl pokus zopakován. Zároveň byly poznamenány všechny bezpečnostní požadavky, které byly potřeba pro provedení pokusů.

Fotky a videa byly následně zpracovány dle potřeby do shrnujícího doprovodného videa, nebo jen do souboru doprovodných fotografií. Spolu s doplněným popisem a postupem pokusu bylo vše nahráno na stránku „Chemické pokusy“ na portálu „WikiKnihy“ ([https://cs.wikibooks.org/wiki/Chemick%C3%A9\\_pokusy](https://cs.wikibooks.org/wiki/Chemick%C3%A9_pokusy)) do článku příslušného pokusu. Tato možnost byla zvolena kvůli tomu, že je na internetu a tedy jednoduše přístupná, dále pro svou otevřenost jako u jiných „wiki projektů“ – v případě chyby nebo nepřesnosti může kdokoliv texty jednoduše bez dlouhého kontaktování správce stránky opravit nebo doplnit, jednoduše také může katalog rozšířit. WikiKnihy je projekt celosvětový, pomocí překladů do jiných jazyků se katalog může dostat k ještě většímu počtu lidí. Licencování obsahu podle Creative Commons též umožňuje používání obsahu bez problémů s autorským právem.

## 2.2 Zpracované pokusy

### 2.2.1 Žíhání skalice

#### Zařazení do výuky

Tento pokus by mohl být zařazen při výuce hydrátů a jejich názvosloví nebo zkoušky plamenem jako analytické metody. Pokus může být také použit jako podklad pro příklad na výpočet reálného látkového množství nebo hmotnosti odpařené vody nebo zbylého bezvodého síranu v porovnání s jejich teoretickými hodnotami.

#### Bezpečnost

Při tomto pokusu se manipuluje s otevřeným ohněm.

#### Popis

Řada solí s krystalicky vázanou vodou, tzv. hydráty, jsou barevné (zpravidla díky přítomným aquakomplexům kationtů). Barva modré skalice je způsobena přítomností koordinačního kationtu. Při žíhání se modrá skalice zbavuje vázaných molekul vody a přechází na bílý bezvodý síran měďnatý.

#### Postup

1. Sestavíme žíhací aparaturu: na trojnožku umístíme trojník a pod něj plynový kahan.
2. v suché třetí misce rozetřeme asi 1,5 g pentahydrátu síranu měďnatého.
3. Zvážíme čistý a suchý žíhací kelímek a poté do něj nasypeme rozetřený pentahydrát síranu měďnatého (přesné navážky zaznamenáme).
4. Žíhací kelímek umístíme pomocí laboratorních kleští do trojníku a žíháme, dokud se zbarvení žíhané látky nezmění z modré na bílou.
5. Kelímek necháme zchladnout, zvážíme jej a z rozdílů hmotnosti před a po žíhání vypočítáme obsah krystalové vody.
6. Bezvodý síran měďnatý můžeme pozorovat vlivem vzdušné vlhkosti měnit zbarvení zpátky na modrou.

### 2.2.2 Zlatý déšť

#### Zařazení do výuky

Tento pokus by mohl být zařazen při výuce srážení jako separační metody nebo podvojně záměny jako typu chemické reakce. Hodnota pokusu je pak především v jeho vizuální přitažlivosti pro žáka.

#### Bezpečnost

Dusičnan olovnatý je poměrně dobře rozpustný ve vodě a obsahuje olovo – je nezbytné dbát zvýšené opatrnosti při jeho manipulaci.

#### Popis

Dusičnan olovnatý a jodid draselný v roztoku zreagují na jodid olovnatý. Při snížení teploty se snižuje jeho rozpustnost a z roztoku se vysráží zlaté krystalky jodidu olovnatého tvořící zlatý déšť.

#### Postup

1. v kádince rozpustíme asi 0,3 g dusičnanu olovnatého ve 100 ml vody.
2. v druhé kádince rozpustíme asi 0,3 g jodidu draselného ve 100 ml vody.
3. Oba roztoky zahřejeme blízko k varu. Zahřívání potrvá pár minut.
4. Horké roztoky slijeme do baňky a necháme volně chladnout, nebo chladíme pod proudem studené vody nebo vhozením několika kostek ledu.
5. Při chladnutí pozorujeme vznik žlutých krystalků – různých velikostí podle rychlosti chlazení.

### 2.2.3 Chromatografie na papíře

#### Zařazení do výuky

Tento pokus by mohl být zařazen při výuce chromatografie. Chromatografie je jednou ze separačních metod, a to z těch běžně vyučovaných asi nejneintuitivnější. Pokus názorně vysvětluje její princip, má malé časové i materiální nároky a může být proveden každým žákem samostatně.

#### Bezpečnost

Žádné zvláštní bezpečnostní požadavky.

## **Popis**

Chromatografie je souhrnné označení pro skupinu separačních technik spočívajících v rozdělování látek mezi dvě nemísitelné fáze - nepohyblivou (stacionární) a pohyblivou (mobilní). Spolu s pohybující se mobilní fází je soustavou unášen také vzorek. Dělené složky vzorku (analyty) interagují v různé míře se stacionární a mobilní fází. Analyty, které se poutají více ke stacionární fázi, se pohybují pomaleji a jsou zadržovány déle, než analyty, které se ke stacionární fázi poutají méně. Na základě tohoto principu dochází k rozdělení složek směsi.

V tomto experimentu je provedena chromatografie v plošném uspořádání. Jako stacionární fáze je použit filtrační papír, jako mobilní voda nebo ethanol.

## **Postup**

1. Do kádinky nalijeme vrstvu asi 5 mm mobilní fáze (volíme podle typu fixů či obecně látek, které chceme dělit, např. voda, ethanol) a přikryjeme hodinovým sklem.
2. Vystříhneme obdélník z filtračního papíru (velký tak, aby se vešel do kádinky) a tužkou označíme asi 1-2 cm od dolního okraje startovací čáru, na kterou uděláme puntíky fixami asi 1 cm od sebe (nebo nanese vzorky kapilárou či kapátkem).
3. Vložíme papír s nanesenými vzorky do kádinky tak, aby se nedotýkal stěn. Abychom zamezili kontaktu, můžeme horní okraj papíru navléct na špejli nebo drátek (případně papír můžeme přehnout do tvaru obráceného "V" a nanést vzorky na obě strany). Po vložení papíru opět přikryjeme kádinku hodinovým sklem.
4. Necháme mobilní fázi vzlínat až do vzdálenosti 1 cm pod okraj papíru. Poté papír vyjmeme, označíme tužkou čelo mobilní fáze (= místo, kam vystoupala), papír usušíme a vyhodnotíme rozdělení barviv.



5. v případě zájmu můžeme vypočítat retenční faktor  $R_f$  pro každou látku. k tomu potřebujeme určit vzdálenost, kterou urazila látka (střed skvrny) od startovní linie (a), a vzdálenost, kterou urazila mobilní fáze (b).  $R_f$  získáme jako podíl  $(a)/(b)$ .”

# Závěr

Tato práce především overila, jak moc je zvolený způsob provádění, zaznamenávání a sdílení postupů chemických pokusů proveditelný a užitečný. Věřím, že svůj potenciál ukázal, nyní je potřeba jen databázi doplňovat a rozšiřovat a až bude dost obsáhlá zajistit její šíření mezi učitely, popřípadě překlad do jiných jazyků.

# Literatura

1. KROUPOVÁ B., VYBÍRAL B. *Přírodopyt jako vyučovací předmět mezi lety 1869 a 1939* [online]. [cit. 2023-12-19]. Dostupné z: [https://mfi.upol.cz/files/23/2303/mfi\\_2303\\_187\\_200.pdf](https://mfi.upol.cz/files/23/2303/mfi_2303_187_200.pdf).
2. ČTRNÁCTOVÁ H., BANÝR J. *Historie a současnost výuky chemie u nás* [online]. [cit. 2023-12-19]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997\\_01\\_59-66.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_01_59-66.pdf).
3. VĚŽENSKÝ, J. *Experimentální činnost ve výuce chemie v České republice a v zahraničí* [online]. [cit. 2023-12-19]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/nszt18/44699827>.
4. MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. [cit. 2023-12-19]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>.
5. MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. [cit. 2023-12-19]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>.
6. DOSTÁL, J. *Experiment jako součást badatelsky orientované výuky* [online]. [cit. 2023-12-19]. Dostupné z: <https://tvv-journal.upol.cz/pdfs/tvv/2013/01/02.pdf>.
7. HÖFER G., SVOBODA E. *Některé výsledky celostátního výzkumu „Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky“* [online]. [cit.

2023-12-19]. Dostupné z: [https://www.kof.zcu.cz/ak/trendy/2/sbornik/svoboda\\_e/srni.doc](https://www.kof.zcu.cz/ak/trendy/2/sbornik/svoboda_e/srni.doc).

8. MAŇÁK, J. *Aktivizující výukové metody* [online]. [cit. 2024-03-13]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/14483/AKTIVIZUJICI-VYUKOVE-METODY.html>.
9. SOLÁROVÁ, M. *Jednoduché bezpečné domácí pokusy* [online]. [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://kch.osu.cz/wp-content/uploads/2021/02/Jednoduche-bezpecne-domaci-pokusy.pdf>.