

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Plyny - chemické výukové experimenty podporované
systémem Vernier**

Vypracovala: Zuzana Kopečná

Studijní program: B1407 Chemie

Studijní obor: Chemie pro víceoborové studium – Geografie

Forma studia: Prezenční

Vedoucí práce: doc. RNDr. Michal Čajan, Ph.D.

Olomouc 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným dohledem doc. RNDr. Michala Čajana, Ph.D., a veškerou použitou literaturu jsem uvedla na konci práce v seznamu literatury.

Souhlasím s tím, aby má práce byla zpřístupněna na Katedře anorganické chemie, Přírodovědecké fakulty, Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne 6. 5. 2016

.....

Zuzana Kopečná

Poděkování

Ráda bych poděkovala doc. RNDr. Michalu Čajanovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a věcné připomínky, které mi pomohly při vypracování této bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala doc. RNDr. Martě Klečkové, CSc. za zapůjčení literatury potřebné k vypracování této bakalářské práce.

Velký dík také patří mojí rodině, která ke mně měla vlídný přístup a velkou trpělivost po dobu celého mého dosavadního studia a hlavně po dobu vypracovávání bakalářské práce.

Bibliografická identifikace

Jméno a přímení:	Zuzana Kopečná
Název práce:	Plyny - chemické výukové experimenty podporované systémem Vernier
Typ práce:	Bakalářská
Pracoviště:	Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra anorganické chemie
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Michal Čajan, Ph.D.
Rok obhajoby:	2016
Abstrakt:	Předložená bakalářská práce je výkladem problematiky spojené s plynnou fází ve výuce předmětů chemie a dalších přírodovědných oborů na základních a středních školách v ČR. V rámci teoretické části je představena plynná fáze, její vlastnosti a stavové chování. Dále je zhodnocena míra a kvalita vybraných učebnic pro výuku chemie, případně fyziky na základních a středních školách s důrazem kladeným na titulní problematiku. Posouzen je také vztah mezi obsahem učebnic a kurikulárními dokumenty zavedenými v ČR. V rámci praktické části byly navrženy a optimalizovány 4 sady experimentů orientovaných na měření tlaku plynu při chemických a fyzikálních procesech. Experimenty vesměs využívají komponent experimentálního výukového systému Vernier, konkrétně dataloggeru LabQuest 2 a tlakového čidla.
Klíčová slova:	plyny, rámcový vzdělávací program, učebnice, systém Vernier, výukové experimenty
Počet stran:	78
Jazyk:	český

Bibliographical identification

Author's name and surname: Zuzana Kopečná

Title: Gases - Vernier supported experiments in chemistry teaching

Type of thesis: Bachelor

Department: Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Inorganic Chemistry

Supervisor: doc. RNDr. Michal Čajan, Ph.D.

The year of presentation: 2016

Abstract: The bachelor thesis presents an interpretation of problems relating to gaseous phase subject in education of chemistry and other natural science courses at the primary and secondary schools in the Czech Republic. Theoretical part shortly introduces gaseous phase and its properties as well as gas state behaviour. Following part of this chapter is focused on extent and quality evaluation of selected textbooks for chemistry or physics teaching at both mentioned levels of education. Relationship between textbooks contents and official educational documents has been investigated. Four sets of experimental focused on gas pressure measurements during chemical and physics process have been developed within the practical part of the thesis. The Vernier experimental system components have been utilized, specifically datalogger LabQuest 2 and gas pressure sensor.

Key words: gases, framework education programe, textbooks, Vernier system, educational experiments

Number of pages: 78

Language: Czech

Obsah

1 Úvod	8
2 Teoretická část.....	10
2.1 Zařazení plynného skupenství	10
2.2 Vlastnosti plynů.....	10
2.2.1 Tlak.....	12
2.2.2 Teplota	12
2.2.3 Zákony plynů	13
2.2.4 Směsi ideálních plynů.....	14
2.2.5 Reálné plyny	15
2.2.6 Van der Waalsova stavová rovnice	15
2.2.7 Atmosféra Země	16
2.2.8 Atmosférický tlak	17
2.3 Výuka plynů na základních a středních školách.....	18
2.3.1 Systém kurikulárních dokumentů	18
2.3.2 Základní školy	18
2.3.3 Střední školy.....	21
2.4 Hodnocení učebnic pro základní a střední školy	24
2.4.1 Učebnice chemie.....	25
2.4.1.1 Analýza učebnic chemie pro základní vzdělávání.....	25
2.4.1.2 Analýza učebnic chemie pro střední vzdělávání	36
2.4.2 Celkové hodnocení učebnic dané problematiky	47
3 Praktická část.....	49
3.1 Systém Vernier	49
3.1.1 LabQuest 2 (Přenosný datalogger, LABQ2)	49
3.1.2 Čidlo tlaku plynu (Gas Pressure Sensor, GPS-BTA)	50
3.1.3 Čidlo oxidu uhličitého (CO ₂ Gas Sensor, CO ₂ -BTA).....	51

3.1.4 Čidlo plynného kyslíku (O ₂ Gas Sensor, O ₂ -BTA).....	52
3.2 Výukové experimenty.....	52
3.2.1 Reakce hydroxidů alkalických kovů a kovů alkalických zemin s oxidem uhličitým	52
3.2.2 Vliv koncentrace roztoku hydroxidu sodného na míru reakce s plynem	57
3.2.3 Adsorpce plynů.....	60
3.2.4 Reakce octa se sodou.....	65
3.3 Návod na realizaci experimentu	69
4 Závěr.....	72
5 Seznam literatury	74

1 Úvod

Plyny jsou nedílnou součástí života každého z nás, protože s nimi přicházíme denně do kontaktu. Jsou pro nás podstatné z hlediska nejdůležitějších životních funkcí, k nimž bezpochyby patří dýchání. Kyslík, jedna ze základních složek zemské atmosféry, je pro existenci našeho života na Zemi nepostradatelný. Tento za běžných podmínek plynný prvek je pro nás životně důležitý i ve své tříatomové podobě, když vytváří ve stratosféře ochranou ozonovou vrstvu, která nás chrání před nebezpečným UV zářením. Mluvíme-li o ozonu, měli bychom zmínit také freony, které jak všichni víme, neměly příliš blahodárný vliv na ozonovou vrstvu.

Není to však pouze kyslík, který je pro náš život důležitý, ale také mnohé další plyny mají ve světě své místo, byť na první pohled ne tak podstatné, jako kyslík. Například oxid uhličitý rostliny využívají jako primární zdroj uhlíku, ze kterého následně s pomocí slunečního záření vytvářejí složitější organické molekuly. Na druhou stranu se oxid uhličitý řadí mezi skleníkové plyny, a zdá se, že by mohl mít negativní vliv na teplotu zemského povrchu. Samozřejmě nemůžeme opomenout metan a další plynné složky zemního plynu, bez kterých by se naše civilizace již jisto jistě neobešla. Právě zemní plyn je jeden z nejdůležitějších, a ekologicky velmi šetrných paliv, který se využívá při vytápění našich domovů, kanceláří, škol a dalších budov. Dalším příkladem může být oxid dusný, který se používal jako nepostradatelné anestetikum známé jako rajský plyn, ale dnes už se na něj spíše těšíme při odpoledním dýchánku, kdy nám šlehačka vyšlehaná právě jím zdobí zákusky a zjemňuje kávu.

Některé z plynů jsou však velmi škodlivé a mohou nám podstatně znepríjemnit nebo dokonce i vzít náš život. Škodlivý plyn, který vzniká při nedokonalém spalování uhlí za nedostatečného přístupu kyslíku je oxid uhelnatý, který se jak známo váže na hemoglobin silněji než kyslík a způsobí tedy udušení. Dalším problematickým plynem v atmosféře je oxid siřičitý, jehož hlavním zdrojem jsou elektrárny a teplárny spalující palivo s vysokým obsahem síry. Tento oxid se v ovzduší oxiduje na oxid sírový, který způsobuje kyselé deště, jejichž negativní dopad vidíme především na jehličnatých lesích. Zůstaneme-li ještě u škodlivých plynů, je třeba dále zmínit oxidy dusnatý a dusičitý, které se do ovzduší dostávají hlavně z automobilové dopravy. Jistě by se dalo pokračovat celou řadou dalších plynů, ale i z této krátké statě vyplývá, že plynům by měl být ve výuce na všech stupních vzdělávání věnován odpovídající prostor.

Cílem této bakalářské práce bylo posoudit, do jaké míry jsou plyny na základních a středních školách probírány, v jakém rozsahu a do jakých oblastí spadají, a následně vytvořit vhodné chemické experimenty, které by výuku obohatily.

Cíle této bakalářské práce jsou následující. V úvodu teoretické části jsou popsány plynná fáze a s ní spojené veličiny a zákony, týkající se fyzikálních vlastností plynů, model ideálního plynu a stavová rovnice ideálního plynu. Krátce zmíněny jsou také reálné plyny a stavové rovnice, které přesněji vystihují jejich chování. Jako poslední bude v této části diskutována zemská atmosféra. Druhý díl teoretické části je věnován vzdělávání. Zmíněny jsou kurikulární dokumenty zavedené ve vzdělávací soustavě v České republice. Následně jsou rozebrány rámcové vzdělávací programy z hlediska vzdělávacích oblastí, které ve svém obsahu obsahují učivo o plynech. Z hlediska problematiky plynů jsou popsány i dílčí obory vzdělávacích oblastí. V poslední části řešerše bylo provedeno, jak didaktické hodnocení učebnic, tak i hodnocení učebnic z hlediska výuky plynů. Jedná se především o učebnice chemie pro základní a střední školy, ale dále budou zmíněny i učebnice fyziky pro střední školy.

V rámci praktické části bakalářské práce je hlavním cílem vytvoření vzorových chemických výukových experimentů, které obohatí výuku plynů především v oborech chemie a částečně i fyzika na středních školách. Experimenty vesměs využívají experimentální měřicí systém Vernier.

2 Teoretická část

2.1 Zařazení plynného skupenství

Dříve než budou uvedeny plyny jako takové, je důležité si uvědomit, čím vůbec plyny jsou, a jak na ně pohlížet. Plyny řadíme k látkovým formám hmoty společně s částicemi (elementárními i složitějšími mikročásticemi), tělesy a systémy v tuhém a kapalném skupenství, biologickými útvary a kosmickými útvary. Přírodní vědy se zabývají zkoumáním jednotlivých konkrétních forem existence hmoty. Její formy lze rozdělit do dvou hlavních skupin podle přetržitosti struktury na látky nebo nepřetržitosti struktury na pole. Dnes již víme, že všechny známé formy hmoty mají dualistický (vlnový i částicový) charakter, u polí převládá vlnový a u látek částicový (korpuskulární) charakter. /1/, /2/, /3/

Mezi základní stavební částice látek patří atomy, ionty, molekuly a složitější útvary. Tyto částice mají buď elektrický náboj, nebo jsou elektroneutrální. Vlastnosti látek bývají určeny strukturou a druhem základních stavebních částic, projevují se při fyzikálních a chemických dějích. Fyzikální děje jsou takové, nezmění-li se při nich kvalita látky z hlediska chemického složení (např. změna skupenství). Chemické děje (reakce) jsou takové, změní-li se při nich kvalita látky, tedy chemické složení (např. koroze železa). Rozlišujeme tři základní skupenské stavy látek z hlediska uspořádání molekul v látkách: skupenství pevné, kapalné a plynné. Dnes se již uvádí i čtvrtý skupenský stav – plazma. Skupenství látek rozlišujeme podle vzájemné vzdálenosti mezi částicemi a jejich pohyblivostí. /1/, /2/, /3/

2.2 Vlastnosti plynů

Plyn je nejjednodušším skupenským stavem z hlediska uspořádání částic. Je to dáno tím, že v tomto skupenství je soudržnost mezi částicemi zanedbatelná, to znamená, že částice se vždy pohybují prakticky nezávisle v celém prostoru, který mají k dispozici, tedy vzdálenost mezi částicemi plynu je poměrně velká. Hustota plynu je malá a koeficienty teplotní roztažnosti a stlačitelnosti jsou značné. Plyny nemají stálý tvar ani objem a nevytvářejí ani volný povrch. Částice plynu se rovnoměrně rozptylují a narážejí při tom na stěny soustavy, která jim brání v dalším rozptylování. Podstatou tlaku plynu jsou právě tyto nárazy. Na rozdíl od kapalin jsou plyny velmi snadno stlačitelné. Je důležité si uvědomit, že plyny společně s kapalinami tvoří jednu společnou skupinu látek a to tekutiny. Příčinou jejich tekutosti je snadná vzájemná pohyblivost částic, která je u plynných látek větší než u kapalin. Rozdílná

tekutost látek je zapříčiněna vnitřním třením, což se projevuje vznikem odporových sil, působících proti směru vzájemného pohybu částic tekutiny, z tohoto důvodu byl pro plyny zaveden model ideálního plynu. /4/, /5/

Ideální plyn si můžeme představit jako dokonale tekutý, bez vnitřního tření, ale přitom dokonale stlačitelný. Molekuly ideálního plynu mají určitou hmotnost. Objem těchto molekul však zanedbáváme proti celkovému objemu soustavy. Jedná se o soubor molekul (atomů) v nepřetržitém nahodilém pohybu s určitou průměrnou rychlostí, která vzrůstá s teplotou. Molekuly plynu jsou od sebe tak vzdáleny, že se prakticky neovlivňují mezimolekulovými silami. Chování ideálního plynu je popsáno modelovou stavovou rovnicí ideálního plynu, která byla sestavena propojením Boyleova, Charlesova a Gay-Lussacova zákona a Avogadrova principu. O těchto zákonech se více zmíním v části zákony plynů. Tato stavová rovnice má tvar:

$$pV = nRT$$

respektive

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

Jedná se o aproximativní rovnici každého plynu. Rovnici můžeme považovat za co nejpřesnější tehdy, kdy se tlak plynu co nejvíce blíží k nule, to je právě v případě ideálního plynu. Chování reálných plynů je nejvíce podobné ideálnímu plynu tehdy, kdy má plyn co nejnižší tlak. Plyn v rovnovážném stavu můžeme charakterizovat stavovými veličinami. Mezi stavové veličiny plynu patří: objem V , tlak p , termodynamická teplota T a látkové množství n . Je zde zavedena molární plynová konstanta R , jedná se o konstantu úměrnosti, která má hodnotu $R = 8,31441 \pm 0,00026 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Hodnota konstanty byla zjištěna experimentálně a je stejná pro všechny plyny. Tuto hodnotu dostaneme dosazením do výrazu:

$$R = \frac{pV_m}{T}$$

$$p = 101\,325 \text{ Pa}, V_m = 22,4138 \pm 0,0007 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}, T = 273,15 \text{ K}$$

Přesněji se dá molární plynová konstanta určit měřením rychlosti zvuku v plynu při nízkých tlacích a následnou extrapolací dat na nulovou hodnotu tlaku. /4/, /6/, /7/

Postupně si rozebereme některé stavové veličiny tak, jak se s nimi můžeme setkat u námi diskutované problematiky.

2.2.1 Tlak

Tlak p je definován jako síla F působící na plochu S .

$$p = \frac{F}{S}$$

Tlak je tím větší, čím větší je síla působící na danou plochu. Síla vyvíjená plynem má původ v tom, jak molekuly plynu neustále narážejí na stěny nádoby, ve které se nacházejí. Stálý tlak poté pozorujeme jako stálou sílu, kterou efektivně vykazují nárazy molekul. Jednotka tlaku, která je zavedená v soustavě SI, je pascal (Pa). Nejedná se o základní jednotku, nýbrž o jednotku odvozenou. 1 Pa se dá tedy vyjádřit jako 1 N m^{-2} , nebo také $1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$. Pascal není jediná používaná jednotka pro tlak, v praxi se používají i jiné jednotky, proto si je uvedeme v Tabulce 1. Tlak můžeme měřit různými způsoby, například atmosférický tlak měříme barometrem. Nejčastěji využívaný je rtuťový barometr. Naproti tomu tlak uvnitř nádoby se měří tlakovým čidlem, zařízením, jehož elektrické vlastnosti závisí na tlaku. Tlak uvnitř nádob můžeme také měřit i otevřeným kapalinovým manometrem. Mezi tlaková čidla patří: Bayardova–Alpertova tlaková měřka, kapacitní manometr i některé polovodiče. /4/, /5/, /9/

Tabulka 1: Jednotky tlaku.

Název	Značka	Hodnota v hlavní jednotce
pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2} = 1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$
hektopascal	hPa	10^2 Pa
kilopascal	kPa	10^3 Pa
megapascal	Mpa	10^6 Pa
bar	Bar	10^5 Pa
atmosféra	Atm	101 325 Pa
torr	Torr	133,322 Pa
milimetr rtuti	mm Hg	133,322 Pa
libra na čtvereční palec	Psi	6 894,757 Pa

/4/

2.2.2 Teplota

Jedná se o vlastnost, která určuje směr toku tepelné energie pevnou tepelně vodivou stěnou. Máme-li dvě tělesa, která jsou ve vzájemném kontaktu, pak přechází energie ze tělesa

o vyšší teplotě do tělesa o nižší teplotě. Dvě tělesa mohou být navzájem oddělena dvěma typy rozhraní. Jedná se o rozhraní diatermické a adiabatické. Diatermické rozhraní je tepelně vodivé, nastává tehdy, kdy u dvou těles s různou teplotou oddělených právě tímto rozhraním, nastává změna stavu. Diatermické stěny má například skleněná nádoba. Naproti tomu adiabatické rozhraní je tepelně izolující. Ke druhému typu rozhraní dochází, pokud ke změně stavu těles nedochází i přes jejich rozdílnou teplotu. Za aproximativní adiabatickou nádobu se dá považovat termoska. Tepelná rovnováha nastává, pokud i v případě diatermického rozhraní nedochází ke změně stavu. /4/

Nultý zákon termodynamiky nastává tehdy, kdy předpokládáme, že jsou tři objekty ve vzájemné tepelné rovnováze. Tento zákon nás opravňuje k měření teploty teploměrem. Byla zavedena teplotní stupnice ideálního plynu, která využívá pro měření teploty měření tlaku plynu. Tato stupnice je identická s termodynamickou teplotní stupnicí, je označována T . Termodynamická teplota je absolutní stupnicí mající v nejnižším bodě hodnotu $T = 0$. Teploty nad tuto hodnotu jsou vyjadřovány pomocí Kelvinovy teplotní stupnice. Teplotní stupeň je nazýván kelvin K . Kelvinova teplotní stupnice není vhodná pro běžné užívání, proto se běžně využívá Celsiova teplotní stupnice. /4/

2.2.3 Zákony plynů

Stavové chování plynů je zkoumáno při nízkých tlacích, nebo naopak při vysokých tlacích. V této práci se budeme zabývat pouze chováním plynů při nízkých tlacích, protože chování plynů při vyšších tlacích stavová rovnice ideálního plynu nevystihuje ani přibližně. V tomto případě byla stavová rovnice plynu sestavena propojením několika empirických zákonů, tedy zákony ideálního plynu. Jedná se o Boyleův (Boyleův-Mariotteův) zákon, Charlesův zákon, Gay-Lussacův zákon a Avogadrův princip. První tři uvedené zákony jsou příklady limitních zákonů, jsou to zákony, které platí pouze v dané limitě. V tomto případě to bude limita $p \rightarrow 0$. Zcela pravdivé by tyto zákony byly pouze tehdy, kdy $p = 0$, avšak jsou většinou dostatečně věrohodné i za normálního tlaku, což se projevuje v hojném užívání těchto zákonů v různých oborech chemie. /2/, /4/, /6/, /7/

Boyleův-Mariotteův zákon formulovali na základě svých měření R. Boyle a E. Mariotte v roce 1660. Zákon zní, že pro dané množství plynu je za konstantní teploty součin tlaku a objemu konstantní, dá se vyjádřit vztahem: $pV = \text{konstantní}$. Je-li konstantní teplota, děj se nazývá izotermický. Při izotermickém ději s plynem o stálé hmotnosti je tlak plynu p

nepřímo úměrný jeho objemu V . Grafickým vyjádřením tohoto zákona je rovnoosá hyperbola a závislost označujeme jako izotermu ideálního plynu. /2/, /6/, /7/

Charlesův zákon, zformulovaný v roce 1787, nám říká, že pro plyn o stálé hmotnosti a stálém objemu je tlak plynu přímo úměrný jeho termodynamické teplotě. To se dá vyjádřit vztahy: $p / T = \text{konstantní}$ a $p / T = p_0 / T_0$. Jedná se o rovnici izochory ideálního plnu. Děj, při němž je objem plynu neměnný se označuje jako izochorický. Zahříváme-li plyn o určité hmotnosti tak, že objem zůstává stejný, dochází ke zvýšení jeho tlaku. /2/, /6/, /7/

Gay-Lussacův zákon zformulovali počátkem 19. století (1802) J. L. Gay-Lussac a J. Dalton. Zkoumali teplotní závislost objemu plynu, a tím zjistili, že objem daného množství plynu za konstantního tlaku a stálé hmotnosti roste lineárně s teplotou. Tento zákon se dá vyjádřit vztahy: $V / T = \text{konstantní}$ a $V / T = V_0 / T_0$. Jedná se o rovnici izobary ideálního plynu. K tomuto zákonu dochází tehdy, když zahříváme plyn určité hmotnosti, tlak plynu přitom udržujeme konstantní, zvětšuje se při tom objem plynu. /2/, /6/, /7/

Avogadrův princip je definován: Stejné objemy plynů, které mají stejnou teplotu a tlak, obsahují stejný počet molekul. Z tohoto zákona vyplývá, že molární objem V_m je za dané teploty a tlaku stejný. Můžeme to také vyjádřit vztahy: $V / n = \text{konstantní}$ a $V_m = V / n$. V tomto případě jsou konstantní dvě stavové veličiny, a to termodynamická teplota a tlak. /2/, /4/, /6/

2.2.4 Směsi ideálních plynů

I u směsí více plynů podle definice ideálního plynu platí, že se jednotlivé molekuly navzájem neovlivňují. Znamená to, že každý plyn ve směsi se chová, jako by byl ve společném prostoru o objemu V a pod tlakem p sám. Tento zákon vyslovil Ostwald. Pro každý plyn ve směsi můžeme napsat stavovou rovnici ve tvaru: $p_i = n_i R T / V$. Tímto vztahem vypočítáme parciální tlak každé složky směsi plynů. Celkový tlak p směsi ideálních plynů je tedy dán součtem všech parciálních tlaků. Vztah pro výpočet celkového tlaku je znám jako Daltonův zákon aditivity parciálních tlaků a je tedy:

$$p = \sum_i p_i = \frac{RT}{V} \sum_i n_i$$

/2/, /4/, /6/

2.2.5 Reálné plyny

Reálné plyny se nechovají podle zákona ideálního plynu, výjimku tvoří pouze limitní případ, kdy $p \rightarrow 0$. Odchylky od ideálních plynů se projevují hlavně v odlišném stavovém chování plynů, chování při expanzi do vakua a možnosti zkapalnění reálných plynů. Je tomu tak, protože se molekuly reálných plynů vzájemně silově ovlivňují. Odpudivé síly mezi molekulami vyvolávají expanzi a přitažlivé síly kompresi. K nejvýraznějším odchylkám od zákona ideálního plynu dochází tehdy, jsou-li tlaky příliš vysoké a teploty extrémně nízké, kdy střední vzdálenost mezi molekulami je velmi malá, potom v plynu převládají odpudivé síly a plyn se nachází ve stavu blízcím se kondenzaci plynu na kapalinu. Při středních tlacích jsou střední vzdálenosti molekul jen několiknásobky průměru molekul, převládají tedy přitažlivé síly. Mezimolekulové síly za těchto okolností napomáhají přibližování molekul, z toho plyne, že bude plyn lépe stlačitelný než plyn ideální. Za nízkých tlaků, kdy plyn zaujímá velký objem a jeho molekuly jsou od sebe dostatečně vzdáleny, takže lze mezimolekulové síly téměř zanedbat, se plyn prakticky chová ideálně. /2/, /4/

2.2.6 Van der Waalsova stavová rovnice

Jedná se o modelovou rovnici pro lepší vystižení stavového chování reálných plynů, která obsahuje dva parametry. První z parametrů reprezentuje mezimolekulové přitažlivé síly a druhý parametr síly odpudivé. Parametry nezávisí na teplotě a jsou charakteristické pro každý plyn. Tato rovnice vychází z předpokladů, že u reálných plynů nemůžeme zanedbávat vzájemné mezimolekulové síly ani objem molekul. Van der Waalsova rovnice má tvar:

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$$

respektive

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

Je-li v soustavě n molů plynu, celkový objem je $V = n V_m$ a stavová rovnice reálných plynů má tvar:

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

Van der Waalsova stavová rovnice je sice nejznámější, ale není určitě nepřesnější, její výhoda je v tom, že jde o jednoduchý vztah, na kterém můžeme demonstrovat některé obecné souvislosti reálných plynů. Pro dosažení přesnějších výsledků je třeba použít některou z komplikovanějších stavových rovnic. Mezi složitější stavové rovnice, které vystihují chování reálných plynů přesněji patří: Berthelotova, Dietericiova a viriálová.

Berthelotova rovnice:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{TV_m^2}$$

Dietericiova rovnice:

$$p = \frac{RTe^{-a/RTV_m}}{V_m - b}$$

viriálová rovnice:

$$p = \frac{RT}{V_m} \left\{ 1 + \frac{B(T)}{V_m} + \frac{C(T)}{V_m^2} + \dots \right\}$$

/2/, /4/

2.2.7 Atmosféra Země

Jedná se o největší lidstvu dostupný plynný systém. Jedná se o směs plynů, které spolu vzájemně za normálních podmínek nereagují, souhrnně označovaných vzduch. Vznik zemské atmosféry je spojen s odplyňováním lávy, kdy se do ovzduší dostával hlavně oxid uhličitý. Původní atmosféra byla velmi tenká a prakticky neobsahovala molekulární kyslík, postupně docházelo ke změně chemického složení atmosféry. Pouze malá část kyslíku se do atmosféry dostala fotodisociací vodní páry. Tato nepřítomnost kyslíku byla podstatná pro vznik organických sloučenin z neorganických molekul. Byly vyvinuty jednobuněčné řasy, které uskutečňovaly fotosyntézu, díky čemu se do atmosféry dostal kyslík. V dnešní době zůstává složení atmosféry víceméně konstantní, to hlavně díky difuzi a proudění vzduchu. Přesné složení suchého vzduchu v nulové nadmořské výšce nalezneme v Tabulce 2. Orientace směru proudění vzduchu souvisí s tlakem vzduchu. Jedná se vždy o proudění z oblasti vyššího tlaku vzduchu do oblasti nižšího tlaku vzduchu. /4/, /8/

Tabulka 2: Složení suchého vzduchu v nulové nadmořské výšce. /4/

Složka	Podíl v objemových procentech
dusík, N ₂	78,08
kyslík, O ₂	20,95
argon, Ar	0,93
oxid uhličitý, CO ₂	0,031
vodík, H ₂	$5,0 \cdot 10^{-3}$
neon, Ne	$1,8 \cdot 10^{-3}$
helium, He	$5,2 \cdot 10^{-4}$
methan, CH ₄	$2,0 \cdot 10^{-4}$
krypton, Kr	$1,1 \cdot 10^{-4}$
oxid dusnatý, NO	$5,0 \cdot 10^{-5}$
xenon, Xe	$8,7 \cdot 10^{-6}$
ozon v létě, O ₃	$7,0 \cdot 10^{-6}$
ozon v zimě, O ₃	$2,0 \cdot 10^{-6}$

2.2.8 Atmosférický tlak

Svojí tíhou působí zemská atmosféra v tíhovém poli Země na zemský povrch i na objekty na něm. Tlak vzduchu je v podstatě síla působící v daném místě atmosféry kolmo na libovolně orientovanou plochu. Tato síla je vyvolána tíhou vzduchového sloupce, který sahá od hladiny moře až po horní hranici atmosféry. Základní jednotkou tlaku vzduchu je stejně jako u tlaku pascal. V meteorologické praxi se nejčastěji užívá jednotka hektopascal ($1 \text{ hPa} = 10^2 \text{ Pa}$). Při teplotě 15 °C činí průměrná teplota tlaku vzduchu na hladině moře 1013,25 hPa. Se vzrůstající výškou atmosféry se snižuje její hustota. Pokud by byla hustota atmosféry rovnoměrná, sahala by atmosféra pouze do výšky 8 km (ve skutečnosti sahá výška atmosféry do 40 000 km). Tato výška bývá označována jako výška homogenní atmosféry. Platí, že hustota vzduchu je přímo úměrná tlaku vzduchu a nepřímo úměrná teplotě vzduchu. /8/

Tlak vzduchu není vždy na všech místech naší planety stejný, mohou být rozdíly jak v denním chodu tlaku vzduchu, tak i v ročním chodu tlaku vzduchu. Denní změny tlaku vzduchu jsou obvykle periodické, denní amplituda tlaku vzduchu kolísá v tropech v intervalu 3-4 hPa a ve středních zeměpisných šířkách po desetiny hPa, je to způsobeno především denním chodem teploty aktivního povrchu. Naopak roční změny tlaku vzduchu jsou způsobeny sezónním pohybem tlakových útvarů a tlakovými změnami stacionárních tlakových útvarů. Jsou uváděny čtyři základní typy ročního chodu tlaku vzduchu. Je to pevninský typ, který má maximum v zimě a minimum v létě, kdy rozdíl hodnot tlaku vzduchu

roste s kontinentalitou území. Dalším je oceánský typ vysokých zeměpisných šířek. U tohoto typu nastává maximální hodnota tlaku vzduchu v létě a minimální v zimě. Poté následuje oceánský typ mírných zeměpisných šířek, týká se oblastí mimo monzunů, zde nastávají dvě nevýrazná maxima v létě a v zimě, kdežto minima nastávají na jaře a na podzim. Posledním typem ročního chodu tlaku vzduchu je monzunový typ. Tento typ se nachází nad oceány monzunových oblastí, je zde dobře vyjádřené zimní maximum a letní minimum. Maximální hodnota tlaku vzduchu byla naměřena na Sibiři a to 1083,8 hPa. Naopak nejnižší naměřená hodnota tlaku vzduchu byla 870,0 hPa naměřená v Tichém oceánu v oku tajfunu. /8/

2.3 Výuka plynů na základních a středních školách

2.3.1 Systém kurikulárních dokumentů

V souladu s novými principy kurikulární politiky byl do vzdělávací soustavy v České republice zaveden nový systém kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Principy kurikulární politiky jsou zformulovány v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR. Tyto principy jsou zakotvené v zákoně č. 561/2004 Sb., zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). Kurikulární dokumenty jsou vytvářeny na dvou úrovních – státní a školní. Státní úroveň představují Národní program vzdělávání (NP) a rámcové vzdělávací programy (RVP). Národní program vzdělávání formuluje požadavky na vzdělávání, které jsou platné v počátečním vzdělávání jako celku, zatímco rámcové vzdělávací programy vymezují závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy (předškolní, základní a střední) vzdělávání. Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (ŠVP), podle kterých se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách, vytváří si jej každá škola sama v souladu s příslušným RVP. Tyto programy jsou veřejnými dokumenty dostupnými pro pedagogickou i nepedagogickou veřejnost. /10/, /11/, /12/

2.3.2 Základní školy

Na základních školách se podle RVP můžeme setkat s výukou plynů ve dvou vzdělávacích oblastech. První z nich je **Člověk a jeho svět**. Tato vzdělávací oblast je koncipována pouze pro 1. stupeň základního vzdělávání, jedná se o komplexní oblast vymezující vzdělávací obsah několika oblastí, s nimiž přichází žák do kontaktu. Zahrnuje oblasti týkající se člověka, rodiny, společnosti, vlasti, kultury, zdraví, bezpečí, techniky a přírody. Obsah této vzdělávací oblasti je členěn do pěti tematických okruhů, z nichž nás bude zajímat okruh *Rozmanitost přírody*. V rámci tohoto okruhu se poprvé ve školním

prostředí setkáváme s problematikou plynů, při poznávání látek a jejich vlastností, učivem o vzduchu, vesmíru, Zemi a životních podmínkách. V tomto období se však ještě nedá úplně hovořit o výuce plynů. Žáci se na 1. stupni základního vzdělávání pouze dovídají o tomto skupenství a je jim vysvětlováno, kde se s plyny mohou setkat, a jak jsou pro ně důležité. Podle školních vzdělávacích programů se s výukou o látkách a jejich vlastnostech a o vzduchu začíná až ve 3. ročníku základního vzdělávání, kde je výuka prováděna ve vyučovacím předmětu prvouka, ve 4. a 5. ročníku se plynule navazuje na dosavadní znalosti ve vyučovacím předmětu přírodověda. V těchto ročnících přibývá také učivo o vesmíru a podmínkách života. /11/

Druhou vzdělávací oblastí RVP, kde se můžeme setkat s učivem plynů, je **Člověk a příroda**. Vzdělávací oblast je určena pro 2. stupeň základního vzdělávání a pro nižší stupeň víceletých gymnázií. Tato vzdělávací oblast zahrnuje několik dílčích předmětů, z nichž se všechny částečně zabývají výukou plynů. Jedná se o vyučované předměty fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis, nejbližší k této problematice má právě chemie a fyzika. Důležité je zmínit, že výuka chemie, na rozdíl od ostatních oborů této oblasti, probíhá pouze v 8. a 9. ročníku, ostatní předměty jsou vyučovány ve všech ročnících 2. stupně základního vzdělávání. Postupně projdeme všechny obory této vzdělávací oblasti a vymezíme v nich učivo týkající se plynů. /11/

Chemie

Ve výuce chemie nejsou plyny samostatnou výukovou kapitolou, avšak svým obsahem se dají zařadit do všech kapitol. Jedná se o kapitoly: *Pozorování, pokus a bezpečnost práce, Směsi, Částicové složení látek a chemické prvky, Chemické reakce, Anorganické sloučeniny, Organické sloučeniny a Chemie a společnost*. Rozebereme si tedy každou kapitolu zvlášť a ukážeme si, jak je v ní učivo o plynech obsaženo. První kapitola, jak již bylo zmíněno, je *Pozorování, pokus a bezpečnost práce*. V této kapitole se žáci učí poznávat společné a rozdílné vlastnosti látek, k čemuž samozřejmě patří rozpoznávání přeměn skupenských stavů látek (včetně sublimace), dále se učí rozeznat fyzikální a chemický děj, orientovat se v klasifikaci nebezpečných látek a reagovat na úniky nebezpečných látek. Druhou kapitolou jsou *Směsi*. Zde se žáci učí rozpoznávat směsi a chemicky čisté látky, pojmenovávat druhy heterogenních směsí i s příklady a seznamují se s metodami oddělování složek směsí. Nejdůležitější plynou směsí, se kterou se zde žáci seznamují, je vzduch. Učí se složení vzduchu, čistotu ovzduší a ozónovou vrstvu. V pořadí třetí kapitolou je *Částicové*

složení látek a chemické prvky. Žáci se dovídají, že plyny mohou být tvořeny pouze jedním atomem (He), více atomy stejných prvků (O₂) nebo více atomy různých prvků (CO₂). Učí se základní prvky spolu s jejich vlastnostmi, jsou tedy seznámeni se základními plyny tvořené atomem nebo atomy stejných prvků. Čtvrtou kapitolou je *Chemická reakce*. Tato kapitola se problematikou plynů zabývá nejméně, jsou zde vysvětlovány spíše obecné jevy, které však uplatňujeme i u chemických reakcí s plyny. Pátou kapitolou jsou *Anorganické sloučeniny*. V této kapitole žák získává přehled o základních anorganických plynech, což jsou především oxidy uhlíku, dusíku a síry, ale i mnohé jiné anorganické plyny. Učí se také jejich názvosloví, vlastnosti a využití. Šestou kapitolou jsou *Organické sloučeniny*. V této kapitole opět žák získává přehled o základních organických plynech. Jedná se o plynné uhlovodíky s jednoduchými i násobnými vazbami. Konkrétně jde o znalost názvosloví, významu a užití methanu, ethanu, propanu, butanu, ethenu, ethynu. V této kapitole se také učí o zemním plynu, jako o nejvýznamnějším organickém plynném palivu. Poslední a tedy sedmou kapitolou je *Chemie a společnost*. Řeší se zde problematika skleníkových plynů a technicky významných plynů. /11/

Fyzika

Výuka předmětu fyzika je opět členěna do sedmi kapitol. Ne každá kapitola se zabývá výukou plynů, proto budou uvedeny pouze některé. První kapitola, která nás bude zajímat, jsou *Látky a tělesa*. V této kapitole se probírá skupenství látek, především souvislost s jejich částicovou stavbou. Je zde tedy probíráno přímo plynné skupenství. Dále se zde žák seznamuje s mnoha fyzikálními veličinami, které souvisejí se stavovým chováním plynů. Jsou to zejména objem, hmotnost a teplota. Významným učivem v této oblasti je bezpochyby difuze, která v plynném skupenství probíhá nejlépe. Další kapitolou je kapitola *Pohyb těles, Síly*. V této kapitole se k plynům zaměřuje zejména tlaková síla, tlak a třecí síla. Třetí kapitolou, která nás bude zajímat, jsou *Mechanické vlastnosti tekutin*. Zde je zhruba polovina kapitoly věnována plynům. Žáci se v této kapitole dozvídají vlastnosti plynů, atmosférický tlak a jeho měření, Archimédův zákon pro plyny a Pascalův zákon. Čtvrtou kapitolou je *Energie*. Tato kapitola je pro nás důležitá z hlediska přeměn skupenství. Žáci jsou seznámeni s vypařováním, kapalněním a hlavními faktory ovlivňující vypařování a teplotu varu. Plynů se nadále týká také vnitřní energie. Poslední kapitolou, která nás zajímá z hlediska výuky plynů, je *Vesmír*. Zde je podáváno učivo o sluneční soustavě a hvězdách spolu s jejich složením, kde plyny zaujímají důležitou část. /11/

Přírodopis

V tomto vyučovacím předmětu se střetáváme s plyny jen velmi okrajově. Plyny ani jejich stavové chování nejsou předmětem zájmu přírodopisu ani biologie. Setkáváme se s nimi v souvislostech životních funkcí organismů a při utváření podmínek pro život na planetě Zemi. Učivo přírodopisu je rozděleno do osmi kapitol, z hlediska plynů je pro žáky podstatná fotosyntéza a dýchání, což spadá do kapitoly *Biologie rostlin*. Dále z části problematika plynů zasahuje do kapitoly *Neživá příroda*, kde se žáci dozvídají informace o vzniku plynů na Zemi, významu jednotlivých vrstev ovzduší pro život a vlivy znečištěného ovzduší na živé organismy a člověka. /11/

Zeměpis

Podobně jako přírodopis i zeměpis se s výukou plynů spíše setkává velmi okrajově. Učivo tohoto oboru je rozděleno do sedmi kapitol. S problematikou plynů se můžeme setkat pouze v jediné kapitole, tou je *Přírodní obraz Země*. Je zde probírána zemská atmosféra. /11/

2.2.3 Střední školy

Výuku plynů na středních školách lze poněkud hůře analyzovat, než na školách základních. Je tomu tak, protože je mnoho odborných středoškolských oborů, které se s plyny ve své výuce setkávají. Každý z těchto oborů má vytvořený vlastní rámcový vzdělávací program, ve kterém je výuka plynů zařazena do vzdělávací oblasti **Přírodovědné vzdělání**. Tato oblast zahrnuje fyzikální vzdělání, chemické vzdělání a biologické a ekologické vzdělání. Fyzikální vzdělání je vypracováno ve třech variantách, podle požadovaných nároků na toto vzdělání. Jedná se o variantu A, B a C. Varianta A je určena pro obory s vysokými, varianta B pro obory se středními a varianta C pro obory s nižšími nároky na fyzikální vzdělání. Chemické vzdělání je vypracováno podobně, ale pouze ve dvou variantách. Varianta A pro obory s vyššími nároky a varianta B pro obory s nižšími nároky na chemické vzdělání. Biologické a ekologické vzdělání je vypracováno pouze v jedné variantě. Dále se s výukou plynů ve středoškolském měřítku setkáváme na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií. Protože by absolventi gymnázií měli obecně dosáhnout nejvyššího a nejkompexnějšího stupně středoškolských znalostí, je pro gymnázia vytvořen zvláštní rámcový vzdělávací program, který s největším rozsah učiva (nejen co se plynů týče). Zaměříme-li se pouze na gymnázia, je učivo o plynech v rámci RVP obsaženo ve vzdělávací oblasti **Člověk a příroda** stejně, jak tomu bylo na 2. stupni základního vzdělávání. V RVP pro gymnázia obsahuje tato vzdělávací oblast obory: fyzika, chemie, biologie, geografie

a geologie. Stejně jako na základních školách se problematika plynů prolíná všemi obory této vzdělávací oblasti, proto si postupně projdeme každý z oborů a zhodnotíme ho společně pro gymnázia a střední odborné vzdělávání. /10/, /12/

Chemie

Učivo chemie je podle rámcových vzdělávacích programů na všech typech středních škol (odborné školy i gymnázia) obsaženo ve čtyřech hlavních kapitolách. Jedná se o kapitoly *Obecná chemie*, *Anorganická chemie*, *Organická chemie* a *Biochemie*. Problematickou plynů se nejvíce zabývají první tři kapitoly. V kapitole *Obecná chemie* žák řeší různé početní úlohy související s plyny. Dále je v této kapitole navázáno na již dříve získané znalosti o plynech ze základního vzdělávání, jak je tomu u soustav látek a jejich složení a veličin a výpočtů v chemii. Kapitola *Anorganická chemie* zahrnuje plyny ve svém učivu tak, že hovoří o vzniku, složení, struktuře a chemických reakcích plynných prvků a sloučenin (vyjma převážné většiny sloučenin uhlíku). Podobně je tomu i na základních školách, avšak na středních školách dochází k širšímu rozsahu tohoto učiva. Kapitola *Organická chemie* je na tom velice podobně, v této kapitole žáci získávají přehled o organických plynných látkách. Tyto látky mohou být uhlovodíky, deriváty uhlovodíků, heterocyklické sloučeniny a další. Poslední kapitolou je *Biochemie*, v této kapitole se o plynech příliš nepojednává. /10/, /12/

Fyzika

Vzdělávací obsah předmětu fyzika je v RVP pro gymnázia rozdělen do pěti různých kapitol. V RVP pro střední odborné vzdělávání je obsah tohoto oboru rozdělen do tří variant podle požadovaných nároků na fyzikální vzdělání, každá varianta obsahuje vlastní kapitoly, které se mírně odlišují. Nejprve projdeme kapitoly z RVP pro gymnázia, které souvisí s problematikou plynů. První kapitolou jsou *Fyzikální veličiny a jejich měření*, v této kapitole nás bude zajímat především soustava fyzikálních veličin a jednotek, jelikož se zde seznamujeme s veličinami a jednotkami související se stavovou rovnicí ideálního plynu. Absolutní a relativní odchylka měření, která se také učí v této kapitole, bude s danou problematikou souviset pouze okrajově. Druhá kapitola související s problematikou plynů je *Pohyb těles a jejich vzájemné působení*. V této kapitole bude nejdůležitější dynamika pohybu, související s tlakovou silou, tlakem a zákony zachování hmotnosti, hybnosti a energie. Nejdůležitější kapitolou související s naší problematikou bude bezpochyby *Stavba a vlastnosti látek*. V této kapitole se má žák z hlediska plynů naučit objasnit souvislost mezi vlastnostmi látek plynného skupenství a jejich vnitřní strukturou a využívat stavovou rovnici ideálního

plynu stálé hmotnosti při předvídání stavových změn plynu. Důležitým učivem je tedy stavová rovnice ideálního plynu, vlastnosti látek, termodynamika a kinetická teorie látek. Předposlední kapitola se nazývá *Elektromagnetické jevy, Světlo*. V této kapitole se o plynech dozvídáme jen velmi okrajově a to o elektrickém proudu v plynech a elektrické vodivosti plynů. Poslední kapitola *Mikrosvět* s plyny jako takovými nesouvisí. Tyto kapitoly byly součástí RVP pro gymnázia, proto se dále podíváme na kapitoly, které jsou součástí RVP pro střední odborné vzdělávání. První důležitá kapitola související s plyny je *Mechanika*. Tato kapitola je součástí všech variant pro fyzikální vzdělání. Nejdůležitější učivo zahrnující plyny v této kapitole je mechanika tekutin, která souvisí i s tlakovými silami, tlakem a proudění v tekutinách. Druhá kapitola je *Molekulová fyzika a termika*. Tato kapitola se, ze všech kapitol fyziky, plyny zabývá nejvíce. Student se tedy v této kapitole dozvídá částicovou stavbu látek, vlastnosti látek z hlediska molekulové fyziky, stavové změny ideálního plynu, práci plynu, přeměny skupenství a skupenské teplo. Je třeba podotknout, že tato kapitola není ve variantě C zařazena, je součástí pouze varianty A a B. Další kapitolou, která nás bude částečně zajímat, je *Elektrina a magnetismus*. V této kapitole se seznámíme s elektrickým proudem v plynech a elektrickou vodivostí plynů. Kapitola je součástí všech tří variant. Poslední kapitola fyziky, která souvisí s plyny, je pro variantu A – *Astrofyzika* a pro variantu B a C – *Vesmír*. V této kapitole se žáci dozvídají o tělesech tvořící sluneční soustavu, z nichž některé jsou tvořeny právě plyny, nebo jsou plyny tvořeny atmosféry některých planet. Dále se v této kapitole dozvídáme o vývoji a výzkumu vesmíru, s tím je spojeno to, že život, který na planetě Zemi žijeme, je dán částečně energií, která pochází ze Slunce, tedy jaderné přeměny jednoho plynu (vodíku) na druhý plyn (helium). /10/, /12/

Biologie

U předmětu biologie je situace velmi podobná jako u předmětu přírodopis s tím, že plyny nás v biologii zajímají z hlediska fotosyntézy a dýchání, což spadá v rámci RVP pro gymnázia do kapitol *Biologie rostlin* a *Biologie živočichů* a v rámci RVP pro střední odborné vzdělávání do kapitoly *Základy biologie*. Dále se biologie střetává s plyny v rámci ekologie, kde je pohlíženo zejména na kvalitu ovzduší. Tato problematika spadá v RVP pro gymnázia do kapitoly *Ekologie* a v RVP pro střední odborné vzdělávání do kapitoly *Člověk a životní prostředí*. /10/, /12/

Geografie

V rámci oboru geografie nás bude zajímat v RVP pro gymnázia pouze jedna kapitola. Jedná se o kapitolu *Přírodní prostředí*, která obsahuje plyny v učivu o vesmíru, endogenních a exogenních činitelích utvářejí zemský povrch a především v učivu o atmosféře a v ní probíhajících jevech, jako je rozložení tlaku vzduchu na planetě Zemi, globální cirkulace atmosféry, vlhkost vzduch atd. V RVP pro střední odborné vzdělávání není geografické vzdělání součástí vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělání, je součástí jiné vzdělávací oblasti, která však s problematikou plynů již nesouvisí, proto geografii pro střední odborné vzdělávání vynecháme. /10/

Geologie

Tento vzdělávací předmět s plyny příliš nesouvisí, ale v některých kapitolách můžeme nalézt jistou spojitost. Jednou z kapitol je *Složení, struktura a vývoj Země*. V této kapitole by mělo být pojednáno o Zemi jako o geologickém tělese, mělo by dojít k porovnání složení a struktury jednotlivých zemských sfér. Součástí kapitoly je také popsání geologického vzniku a stáří naší planety, kde plyny hrály důležitou roli. Druhou a zároveň poslední kapitolou související s plyny jsou *Geologické procesy v litosféře*, kde nás zajímá zvětrávání a metamorfni procesy, na které mají plyny bezpochyby vliv. Stejně jako obor geografie, obor geologie není v RVP pro střední odborné vzdělávání zahrnut ve vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělání, avšak část obsahu učiva tohoto oboru spadá pod biologii. /10/

2.4 Hodnocení učebnic pro základní a střední školy

V této části práce budeme věnovat pozornost tištěným učebnicím, protože jsou to důležité dokumenty sloužící jako hlavní vodítka ve výuce pro učitele, a jako hlavní studijní materiály pro žáky, jak na základních, tak i na středních školách. Budeme se nimi také zabývat z toho důvodu, abychom zjistili, do jaké míry je v těchto edukačních médiích obsažena problematika týkající se plynů, a také kvůli celkovému didaktickému vyhodnocení. Jak již bylo uvedeno, výuka plynů spadá do několika různých předmětů, každý z těchto vyučovaných předmětů má vytvořeno velké množství učebnic, proto se budeme zabývat hlavně učebnicemi pro obor chemie, dále budou zmíněny některé učebnice středoškolské fyziky.

2.4.1 Učebnice chemie

Existuje mnoho učebnic chemie používaných ve výuce na základních a středních školách. V rámci hodnocení učebnic bude nejprve provedeno celkové hodnocení didaktické vybavenosti učebnic, a poté se zaměříme pouze na problematiku plynů. Hodnocení didaktické vybavenosti učebnic bylo provedeno pomocí metody uvedené Janem Průchou v knize: Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média. /13/ Tato metoda se nazývá míra didaktické vybavenosti učebnice. Principem tohoto měření je, že máme 36 komponentů, z nichž každý plní v učebnici určitou didaktickou funkci. Používá k tomu buď formu verbální, nebo obrazovou. V učebnicích se zjišťuje výskyt těchto 36 komponentů, které jsou uvedeny v následujících tabulkách č. 3 a č. 5. Zaznamenává se pouze to, zda určitý komponent je nebo není v učebnici použit, bez ohledu na četnost jeho využití. Poté se na základě takto zjištěných dat vypočítají jednotlivé koeficienty, které jsou uvedeny v tabulkách č. 4 a č. 6. Tyto koeficienty charakterizují didaktickou vybavenost učebnic. Všechny koeficienty se vypočítají jako procentuální podíl počtu skutečně využitých komponentů z počtu možných komponentů.

2.4.1.1 Analýza učebnic chemie pro základní vzdělávání

Pro základní školy existuje osm sad učebnic chemie, které jsou využívány ve výuce. Každá sada obsahuje vždy dva díly učebnic určené pro 8. a pro 9. ročník základního vzdělávání. K některým sadám jsou také vytvořeny pracovní sešity. U těchto učebnic provedu didaktické hodnocení vždy pro určitou dvojdielnou sadu učebnic celkově. Všechny osm posuzovaných sad je v seznamu doporučených učebnic schváleným MŠMT ČR. Hodnocení didaktické vybavenosti učebnic je uvedeno v Tabulce 3 a výsledné koeficienty jsou k dispozici v Tabulce 4. Jednotlivé komentáře k hodnocení učebnic jsou uvedeny u konkrétních učebnic v části textu následujícím po Tabulkách 3 a 4.

Tabulka 3: Hodnocení didaktické vybavenosti učebnic chemie pro základní školy.

Didaktická vybavenost učebnic pro základní školy								
Prezentace učiva	Sady učebnic							
Verbální komponenty	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
výkladový text prostý	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
výkladový text zpráhledněný	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
shrnutí učiva k celému ročníku	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
shrnutí učiva k tématům	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ano	ano
shrnutí učiva k předchozímu ročníku	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ano	ano
doplňující texty	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne
poznámky a vysvětlivky	ano	ne	ano	ano	ano	ne	ano	ano

podtexty k vyobrazením	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
slovníčky pojmů, cizích slov	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Obrazové komponenty								
umělecká ilustrace	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
nauková ilustrace	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Fotografie	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
mapy, plánky, grafy, diagramy	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
obrazová prezentace barevná	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Řízení učení								
Verbální komponenty								
předmluva (úvod)	ano	ano	ano	ne	ano	ano	ano	ano
návod k práci s učebnicí	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
stimulace celková	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ne
stimulace detailní	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano
odlišení úrovní učiva	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
otázky a úkoly za témata (lekcemi)	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ano
otázky a úkoly k celému ročníku	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ano
otázky a úkoly k předchozímu ročníku	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ano
instrukce k úkolům komplexnější povahy	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
náměty na mimoškolní činnosti	ano	ne	ano	ano	ne	ne	ano	ne
explicitní vyjádření cílů učení pro žáky	ano	ne	ano	ne	ne	ne	ano	ne
prostředky a instrukce k sebehodnocení	ano	ano	ano	ne	ano	ne	ne	ano
výsledky úkolů a cvičení	ano	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ano
odkazy na jiné zdroje informací	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
Obrazové komponenty								
grafické symboly vyznačující části textu	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano
užití zvláštní barvy pro určité části textu	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
užití zvláštního písma pro určité části textu	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
využití obálky pro schémata	ano	ano	ne	ano	ne	ne	ano	ne
Orientace								
Verbální komponenty								
obsah učebnice	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
členění učebnice na tematické bloky	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
marginálie, výhmaty, živá záhlaví	ano	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ano
Rejstřík	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano

/13/

Tabulka 4: Koeficienty didaktické vybavenosti učebnic chemie pro základní školy.

Sady učebnic	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
E I	71 %	64 %	79 %	64 %	71 %	64 %	86 %	79 %
E II	78 %	44 %	78 %	50 %	67 %	55 %	67 %	78 %
E III	100 %	50 %	100 %	100 %	75 %	100 %	100 %	100 %
E v	74 %	37 %	81 %	48 %	72 %	56 %	70 %	78 %
E o	89 %	100 %	78 %	100 %	78 %	89 %	100 %	89 %
E	78 %	53 %	81 %	61 %	69 %	64 %	78 %	81 %

/13/

E I – koeficient využití prezentace učiva

E II – koeficient využití řízení učení

E III – koeficient využití orientace

E v – koeficient využití verbálních komponentů

E o – koeficient využití obrazových komponentů

E – celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnice

1. Základy chemie 1, Základy chemie 2



autoři: Pavel Beneš, Václav Pumpr, Jiří Banýr
nakladatelství: Fortuna
rok vydání: 1993
vydání: 1.
počet stran: 143
ISBN 80-7168-043-5



autoři: Pavel Beneš, Václav Pumpr, Jiří Banýr
nakladatelství: Fortuna
rok vydání: 1995
vydání: 1.
počet stran: 96
ISBN 80-7168-205-5

Tato sada učebnic je nejstarší sadou pro základní školy, kterou v mé práci hodnotím. Obě učebnice se mi jeví velmi uspokojivě. Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnice činí 78 %, což nám říká, že jde o velmi dobře vybavenou sadu učebnic. Nejhuře dopadl koeficient využití prezentace učiva se 71 %. Osobně bych pouze postrádala shrnutí učiva k jednotlivým kapitolám, jinak bych tento komplet považovala za jeden z nejlepších edukačních médií v tomto předmětu pro základní školy. Obě učebnice mi přijdou přehledné, učivo v nich je rozlišeno podle obtížnosti. Nejdůležitější definice jsou zvýrazněny ve žlutém

rámečku. Na okrajích stánek učebnic je učivo obohaceno o zajímavosti a rozšiřující informace, učebnice mají dokonce i slovníček cizích pojmů a řešení otázek a úkolů. Co bych ještě podotkla je to, že ve druhém díle učebnice se plynule navazuje na číslování kapitol z předchozího dílu. /14/, /15/

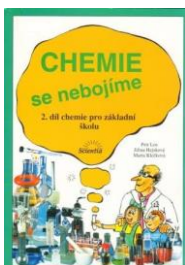
Plyny

Z hlediska problematiky plynů se učebnice opět jeví velmi dobře. Řekla bych, že je v ní uspokojivě obsaženo požadované učivo z RVP pro základní vzdělávání. Hned v první kapitole jsou probírány vlastnosti látek, ve druhé kapitole jsou probírány směsi a jejich oddělování, což zahrnuje i plynné složky směsí. Součástí třetí kapitoly je životadárný plyn. Dále v kapitole pět jsou probírány plynné prvky jako je vodík, u kterého je uveden i postup laboratorní přípravy a důkazové reakce. Jako další následují halogeny fluor a chlor, u nichž jsou také uvedeny návody na jejich přípravu. Důležité z hlediska plynů jsou také oxidy uhlíku, síry a dusíku, kterým je věnována část z kapitoly sedm. V jedenácté kapitole, která je již součástí druhého dílu učebnice, jsou uvedeny informace o zemním plynu. Základní organické plynné látky jsou uvedeny v kapitole dvanáct. V patnácté kapitole se autoři zmiňují o znečišťování ovzduší. Tato sada učebnic je v rámci učiva obohacena řadou chemických experimentů s plyny. /14/, /15/

2. Nebojte se CHEMIE, CHEMIE se nebojíme



autoři: Petr Los, Jiřina Hejsková, Marta Klečková
nakladatelství: Scientia
rok vydání: 1998
vydání: 2. opravené vydání
počet stran: 91
ISBN 80-7183-116-6



autoři: Petr Los, Marta Klečková, Jiřina Hejsková
nakladatelství: Scientia
rok vydání: 1996
vydání: 1.
počet stran: 89
ISBN 80-7183-027-5

Při vyhodnocování didaktické vybavenosti tohoto kompletu učebnic je celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic 53 %, což ji řadí do dostatečně vybaveného

učebnicového kompletu, avšak je to jedna z nejmenších dosažených hodnot. Já bych však tyto učebnice zhodnotila velmi kladně, protože se mi zdají být graficky a barevně velmi dobře zpracované, což se projevilo ve 100% využití obrazových komponentů, a informacemi dosti obsáhlé. Kladně bych také zhodnotila, že za každou kapitolou se nachází shrnutí učiva a otázky a úkoly k předešlé problematice. Co bych ale naopak postrádala je to, že v těchto učebnicích chybí výsledky úkolů a cvičení a rejstřík. /16/, /17/

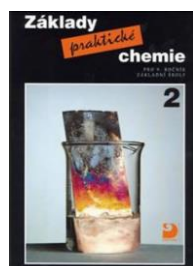
Plyny

Co se týče námi požadované problematiky, jsou na tom učebnice velmi dobře. V prvním díle učebnice hned ve druhé kapitole je probíráno složení vzduchu, tedy všechny plyny vzduch tvořící. Čtvrtá kapitola je celá věnována plynům, zahrnuje vodík včetně jeho přípravy a reakcí, jako další nastupuje kyslík spolu s pojednáním o ozonu a poslední zmíněné jsou technické plyny. V pořadí páté kapitole jsou probírány halogeny (nás zajímá fluor a chlor), oxidy síry, dusík spolu s jeho plynnými sloučeninami, dále oxidy uhlíku. V jedenácté kapitole se objevuje několik námětů na laboratorní cvičení týkající se plynů. Ve druhém díle učebnice je v první kapitole pojednáno o uhlovodících, z těch plynných jsou uvedeny methan, ethan, propan, butan, ethen, ethyn. Ve druhé kapitole je zmínka o formaldehydu. V této kapitole se také seznamujeme se zemním plynem. V kapitole šest je vysvětlena fotosyntéza. I v tomto díle nalezneme v jedenácté kapitole návody na laboratorní cvičení s plyny. /16/, /17/

3. Základy praktické chemie 1, Základy praktické chemie 2



autoři: Pavel Beneš, Václav Pumpr, Jiří Banýr
nakladatelství: Fortuna
rok vydání: 1999
vydání: 1.
počet stran: 80
ISBN 80-7168-638-7



autoři: Pavel Beneš, Václav Pumpr, Jiří Banýr
nakladatelství: Fortuna
rok vydání: 2000
vydání: 1.
počet stran: 72
ISBN 80-7168-727-8

Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic je 81 %. To nám říká, že jde o jednu z nejlépe didakticky vybavených sad učebnic, jež jsem hodnotila. Vyhodnocení vyšlo vyšší než v první publikaci těchto tří autorů. Autoři si dali v této publikaci pozor na některé komponenty, které v předchozích dílech opomenuli. Jednalo se především o shrnutí učiva k tématům a ve druhém díle učebnice je i shrnutí učiva k předchozímu ročníku. Naopak v této sadě učebnic opomenuli uvést slovníček pojmů, který se v předchozích publikacích nacházel. Celkově se oba díly učebnic jeví velmi dobře, dle mého názoru se jedná, podobně jako u jejich předchůdkyň, o jedny z nejvydařenějších učebnic chemie pro základní školy. Učebnice jsou celkově přehledné, obsahují dostatek učiva i rozšiřujícího, jsou barevné a názorné, shrnující učivo je označeno ve žlutých rámečcích. V podstatě jim není příliš co vytknout. /18/, /19/

Plyny

Problematika plynů je v sadě těchto učebnic obsažena velmi podobně jako u předchozích učebnic stejných autorů, avšak předchozí publikace mi přišly poněkud podrobnější, bylo v nich i více demonstračních pokusů. Autoři dokonce používají stejné fotografie a schémata jako v předchozí sadě. Již v první kapitole prvního dílu učebnice se setkáváme s látkami a jejich vlastnostmi, ve druhé kapitole se dozvídáme o směsích a jejich oddělování. Ve třetí kapitole je učivo o vzduchu a o plynech vzduch tvořící. Učivo o vodíku, kyslíku a plynných halogenech najdeme v páté kapitole. Dále pak v sedmé kapitole jsou probírány dvouprvkové sloučeniny, počínaje oxidy. Jedná se o ty samé oxidy jako v předchozích učebnicích. Přejdeme-li do druhého dílu učebnice, ve třetí kapitole je zmínka o zemním plynu. Ve čtvrté a páté kapitole jsou popsány nejjednodušší organické plynné látky. Poslední učivo týkající se plynů, je obsaženo v sedmé kapitole a týká se ochrany ovzduší. /18/, /19/

4. Chemie krok za krokem, Chemie na každém kroku



autoři: Martin Bílek, Jiří Rychtera
nakladatelství: Moby dick
rok vydání: 1999
vydání: 1.
počet stran: 200
ISBN 80-86237-03-6



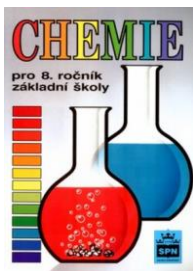
autoři: Martin Bílek, Jiří Rychtera
nakladatelství: Moby dick
rok vydání: 2000
vydání: 1.
počet stran: 192
ISBN 80-86237-05-2

I u této sady učebnic vyšel celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic jako velmi dostačující. Jeho hodnota činila 61 %. V učebnicích postrádáme několik důležitých komponent, jedná se například o úvod, shrnutí učiva a další. Učence sice obsahuje grafické symboly označující určité části textu, avšak v učebnici jsem nikde nenalezla návod k práci s nimi. Graficky je tato sada zpracována velmi dobře, v učebnicích je spousta fotografií, schémat, naučných obrázků a marginálií. Já osobně bych tuto sadu nevyužila jako hlavní studijní materiál pro základní školy, použila bych ji jako vedlejší zdroj kvůli názorným pokusům. /20/, /21/

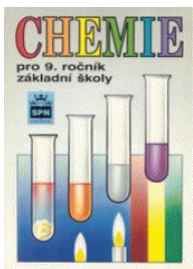
Plyny

I v této sadě učebnic je to s učivem o plynech velmi podobné jako u sad předchozích. Ve druhé kapitole prvního dílu učebnice je obsaženo učivo o látkách, které plynule přechází do třetí kapitoly, kde se k učivu přidávají směsi. Řekla bych, že je látka značně obohacována o různé příklady a názorné pokusy. V páté kapitole se setkáváme s vodíkem, kde je učivo vyloženo především v experimentech. Dále je v této kapitole zmínka o oxidech uhlíku, více je o nich napsáno až v kapitole sedm. Součástí páté kapitoly jsou také fluor a chlor. V šesté kapitole se setkáváme s učivem o kyslíku, vzduchu, znečišťování ovzduší a destrukci ozonové vrstvy freony. V sedmé kapitole nás nejvíce zajímají oxidy nekovů (uhlíku, dusíku, síry), protože jsou to většinou plynné látky. V deváté kapitole je uveden plynný chlorovodík, při přípravě kyseliny chlorovodíkové. Ve druhém dílu učebnice se nejprve dovídáme v první kapitole o propanu a butanu, následně až ve druhé kapitole se autoři zabývali methanem. Ethan je v této učebnici opomenut. Ve druhé kapitole je dále obsaženo učivo o ethenu a ethynu. Dále je zde obsaženo učivo o plynných palivech jako o zemním plynu a svítiplynu. Ve třetí kapitole najdeme deriváty uhlovodíků, z nichž je plynný formaldehyd. /20/, /21/

5. Chemie pro 8. ročník základní školy, Chemie pro 9. ročník základní školy



autoři: Petr Novotný a kolektiv
nakladatelství: SPN
rok vydání: 1998
vydání: 1.
počet stran: 133
ISBN 80-7235-031-5



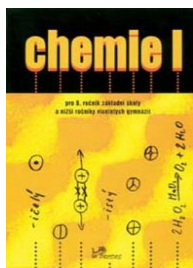
autoři: Hana Čtrnáctová a kolektiv
nakladatelství: SPN
rok vydání: 1998
vydání: 1.
počet stran: 144
ISBN 80-7235-011-0

U těchto dvou publikací je celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic 69 %, to je hodnota nacházející se zhruba ve středu vzhledem k hodnoceným učebnicím. Jedná se o velmi dobře didakticky vybavenou sadu učebnic. Učebnice jsou velmi přehledné, učivo je v nich řazeno do kapitol, které jsou číslovány. Kladně hodnotím shrnutí učiva na konci kapitol formou: dozvěděli jste se a zopakovali jste si. Dále se na konci každé z kapitol objevuje opakování. Důležité části textu jsou v učebnicích označeny v růžových rámečcích, v oranžových rámečcích se objevují názvy pokusů. V publikacích je mnoho fotografií, které mají žákovi znázornit požadované učivo. Učebnice postrádají grafické symboly vyznačující určité části textu a marginálie. /22/, /23/

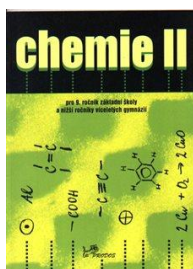
Plyny

V prvním dílu této sady učebnic se nejprve objevují látky a způsoby jejich zkoumání. Jako další následuje učivo o nejznámějších směsích, které nás obklopují, z hlediska plynů jde o vzduch. Důležitým učivem jsou nekovové prvky, kde se seznamujeme s plynnými prvky a jejich vlastnostmi. Jde o dusík, kyslík, vzácné plyny, vodík a chlor, součástí učiva jsou i návody na přípravu některých z nich. U dvouprvkových sloučenin se setkáváme s amoniakem, chlorovodíkem, sulfanem, methanem a plynnými oxidy. V příloze prvního dílu je zaznamenány tabulky s vlastnostmi plynných látek, které udávají hustoty plynů, objemová procenta zastoupení složek suchého vzduchu i s teplotami tání a varu a údaje o tom, jaké množství plynu se rozpustí ve 100 g vody. Ve druhém díle učebnice je pro nás důležité pouze učivo o plynných organických látkách. /22/, /23/

6. Chemie I pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií, Chemie II pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií



autoři: Ivo Karger, Danuše Pečová, Pavel Peč
nakladatelství: Prodos
rok vydání: 1999
vydání: 1.
počet stran: 96
ISBN 80-7230-027-X



autoři: Danuše Pečová, Ivo Karger, Pavel Peč
nakladatelství: Prodos
rok vydání: 1999
vydání: 1.
počet stran: 72
ISBN 80-7230-036-9

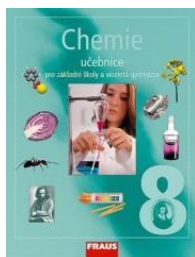
Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic je 64 %, tudíž tyto učebnice můžeme řadit mezi dostatečně didakticky vybavené. Co se v didaktickém hodnocení učebnice neodrazilo, ale je to zásadní u psaní dlouhých textů je to, že oba díly jsou psány bezpatkovým písmem. Mě osobně přijde tento text špatně čitelný, a tudíž se v něm i hůře orientuje. Další výtkou v těchto učebnicích je to, že zde nemají žáci možnost sebehodnocení při svém studiu. Obsah a členění obsahu do kapitol učebnice sice poskytují, domnívám se však, že by bylo vhodné užít ke kapitolám také číslování, neboť to opět vede ke zhoršené orientaci v učebnicích. Na druhou stranu kladně hodnotím vyjádření autorů k celkové i detailní stimulaci žáků k učení se tohoto předmětu. /24/, /25/

Plyny

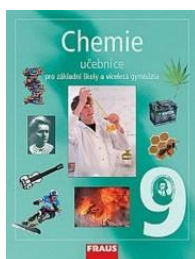
V pořadí první kapitole prvního dílu učebnice se setkáváme s plyny v kapitole o směsích, kde je uvedeno jejich oddělování. Je zde uvedeno i složení vzduchu a informace barev pruhů na tlakových lahvích různých plynů. V kapitole o významných chemických prvcích se setkáváme s vodíkem, halogeny a jejich plynnými sloučeninami halogenvodíky. V kapitole nazvané další významné nekovy se setkáváme s kyslíkem i ozonem, dusíkem a amoniakem. V následující kapitole jsou uvedeny oxidy, s nimiž se běžně setkáváme, jako jsou oxidy síry, dusíku a uhlíku. Celou učebnici doprovází řada chemických pokusů týkající se plynů. Ve druhém díle učebnice je o plynech méně informací, v kapitole organická chemie

jsou uvedeny základní organické plynné látky, jako je methan, ethan, propan, butan, ethen a ethyn. Dále pak zemní plyn, freony a formaldehyd. /24/, /25/

7. Chemie 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia, Chemie 9 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia



autoři: Jiří Škoda, Pavel Doulík
nakladatelství: Fraus
rok vydání: 2006
vydání: 1.
počet stran: 136
ISBN 80-7238-442-2



autoři: Jiří Škoda, Pavel Doulík
nakladatelství: Fraus
rok vydání: 2007
vydání: 1.
počet stran: 128
ISBN 978-80-7238-584-3

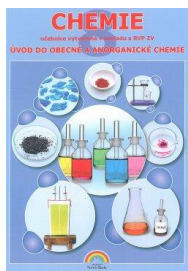
Tyto učebnice jsou v dnešní době jedny z nejčastěji užívaných učebnic na základních školách a na víceletých gymnáziích. Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic je 78 %. Je to velmi vysoká hodnota, tudíž tyto učebnice můžeme označit za velmi dobře didakticky vybavené. S čím se u těchto učebnic setkávám je fakt, že není dodrženo známé pořadí pro jednotlivé oblasti chemie jako u předchozích publikací. Již v prvním díle učebnice, určeném pro 8. ročník základních škol, se objevuje organická chemie, což mi nepřijde jako dobře situované učivo. Organická chemie byla doposud učivem 9. ročníku základních škol. Z didaktického hlediska však není těmto publikacím příliš co vytknout. /26/, /27/

Plyny

Tím, že je část učiva organické chemie přesunuta do prvního dílu učebnice, se většina plynů promítne hned v první učebnici. Hned po úvodu se v učebnici uvádí učivo o látkách, jejich vlastnostech, směsích a jejich dělení. Další kapitolou, která nás zajímá je vzduch. V této kapitole je popsáno složení vzduchu a jednotlivé jeho složky (dusík, kyslík, vzácné plyny a oxid uhličitý). V kapitole halogeny jsou uvedeny fluor a chlor. V kapitole kyseliny a zásady nás zajímají halogenvodíky a amoniak. Další kapitola uhlovodíky zahrnuje základní plynné organické látky. Dále je v této kapitole zmínka o oxidu uhelnatém a oxidech dusíku jako o produktech vzniklých při spalování benzínu. V kapitole oxidy je znovu rozebírán oxid

uhličitý v souvislosti se skleníkovým efektem. Kapitola deriváty uhlovodíků nás seznamuje s freony a formaldehydem. Celá učebnice je plná názorných pokusů s plyny. Ve druhém dílu učebnice se s plyny již moc nesetkáme, avšak v kapitole přírodní látky je učivo o fotosyntéze a dýchání. Dále v kapitole výroba paliv a energie je zmiňován svítiplyn a bioplyn. /26/, /27/

8. Chemie: Úvod do obecné a anorganické chemie, Chemie: Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů



autoři: Josef Mach, Irena Plucková, Jiří Šibor
nakladatelství: Nová škola
rok vydání: 2013
vydání: 2.
počet stran: 110
ISBN 978-80-7289-448-2



autoři: Jiří Šibor, Irena Plucková, Josef Mach
nakladatelství: Nová škola
rok vydání: 2011
vydání: 1.
počet stran: 132
ISBN 978-80-7289-282-2

Tyto dvě učebnice jsou nejnovějšími učebnicemi chemie pro základní vzdělávání, které jsem měla k dispozici. Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic vyšel 81 %, což ji staví spolu se sadou učebnic Základy praktické chemie 1 a 2 na první pozici. Jde tedy o velmi dobře didakticky vybavenou sadu, je to zřejmé již na první pohled. Na učebnici je uvedeno, že je vytvořená v souladu s RVP pro základní vzdělávání. Sada těchto učebnic splňuje téměř všechny komponenty, které by z didaktického hlediska obsahovat měla. Učivo je v učebnicích zvládnuto dobře, je k němu i dostatečné množství návodů na demonstrační pokusy. Určitě bych ještě zmínila, že se v učebnicích objevují anglické a německé výrazy k některým termínům použitých v textu učebnic, což hodnotím velmi pozitivně především z hlediska dnešního globalizovaného světa. /28/, /29/

Plyny

Tak jako v každé předchozí publikaci, je prvním probíraným tématem v prvním díle učebnice učivo o látkách, směsích a jejich dělení. Nejdůležitější plynnou směsí, o které se autoři v této kapitole zmiňují, je bezpochyby vzduch. V kapitole rozdělení chemických prvků

jsou popsány i plynné nekovy, to zahrnuje jejich výskyt, vlastnosti, výrobu a využití. Jsou to vodík, kyslík, dusík, fluor, chlor. V rámci anorganických sloučenin je v učebnici učivo o oxidech. Plynné oxidy uvedené v podkapitole oxidy jsou oxid uhličitý, oxid uhelnatý, oxid siřičitý. Dále v podkapitole kyseliny je pouze zmínka o plynném chlorovodíku u přípravy kyseliny chlorovodíkové. V závěru učebnice je uvedena laboratorní práce na přípravu kyslíku. Ve druhém dílu učebnice se setkáváme se zemním plynem. Kapitola o uhlovodících nám představí methan, propan, butan, ethen, buta-1,3-dien, ethyn. Další kapitolou, ve které se setkáme s plyny, je kapitola deriváty uhlovodíků, v ní nás budou zajímat freony a formaldehyd. Posledním námi sledovaným učivem je chemie a životní prostředí zejména znečišťování ovzduší. /28/, /29/

2.4.1.2 Analýza učebnic chemie pro střední vzdělávání

Pro střední školy jsou vytvořeny dvě sady učebnic zahrnující celé středoškolské učivo chemie. Jedna z těchto sad je dvojdílná a druhá je třídílná. Avšak kromě těchto učebnic se objevuje celá řada dalších publikací, které už nejsou kompletní z hlediska celého středoškolského učiva, ale zabývají se pouze určitou částí. U těchto učebnic budou hodnoceny buď celé sady učebnic, pokud to bude možné, nebo pouze jednodílné učebnice. Středoškolské učebnice, které budou uvedeny, nebyly všechny schváleny MŠMT ČR do seznamu učebnic pro střední školy nebo gymnázia. Podrobnější informace o tom, která z učebnic byla zařazena do tohoto seznamu, je uvedeno u jednotlivých učebnic níže. Metoda hodnocení didaktické vybavenosti učebnic je uvedena v Tabulce 5 a její vyhodnocení, tedy koeficienty didaktické vybavenosti jsou uvedeny v Tabulce 6. Jednotlivé komentáře k hodnocení učebnic jsou uvedeny u konkrétních učebnic v části textu následujícím po Tabulkách 5 a 6.

Tabulka 5: Hodnocení didaktické vybavenosti učebnic chemie pro střední školy.

Didaktická vybavenost středoškolských učebnic								
Prezentace učiva	Sady učebnic a učebnice							
Verbální komponenty	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
výkladový text prostý	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
výkladový text zpráhledněný	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
shrnutí učiva k celému ročníku	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
shrnutí učiva k tématům	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne
shrnutí učiva k předchozímu ročníku	ne	ne	-	-	-	-	-	-
doplňující texty	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano
poznámky a vysvětlivky	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ano

podtexty k vyobrazením	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
slovníčky pojmů, cizích slov	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Obrazové komponenty								
umělecká ilustrace	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne
nauková ilustrace	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Fotografie	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ne	ano
mapy, plány, grafy, diagramy	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
obrazová prezentace barevná	ne	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ano
Řízení učení								
Verbální komponenty								
předmluva (úvod)	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
návod k práci s učebnicí	ano	ano	ne	ano	ano	ano	ano	ano
stimulace celková	ne	ano	ano	ano	ne	ano	ano	ano
stimulace detailní	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
odlišení úrovní učiva	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne
otázky a úkoly za témata (lekcemi)	ano	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano
otázky a úkoly k celému ročníku	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne
otázky a úkoly k předchozímu ročníku	ne	ne	-	-	-	-	-	-
instrukce k úkolům komplexnější povahy	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ano	ne
náměty na mimoškolní činnosti	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
explicitní vyjádření cílů učení pro žáky	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
prostředky a instrukce k sebehodnocení	ano	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ne
výsledky úkolů a cvičení	ano	ano	ne	ne	ne	ano	ano	ne
odkazy na jiné zdroje informací	ne	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne
Obrazové komponenty								
grafické symboly vyznačující určité části textu	ano	ano	ne	ano	ano	ne	ne	ano
užití zvláštní barvy pro určité části textu	ne	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ano
užití zvláštního písma pro určité části textu	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
využití obálky pro schémata	ne	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne
Orientace								
Verbální komponenty								
obsah učebnice	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
členění učebnice na tematické bloky	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
marginálie, výhmaty, živá záhlaví	ano	ne	ne	ne	ano	ne	ano	ano
Rejstřík	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano

/13/

Tabulka 6: Koeficienty didaktické vybavenosti učebnic chemie pro střední školy.

Sady učebnic a učebnice	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
E I	43 %	64 %	54 %	62 %	54 %	46 %	46 %	69 %
E II	44 %	72 %	41 %	65 %	41 %	41 %	53 %	47 %
E III	100 %	75 %	75 %	75 %	100 %	75 %	100 %	100 %
Ev	52 %	63 %	44 %	56 %	44 %	48 %	64 %	56 %
Eo	44 %	89 %	67 %	89 %	78 %	44 %	33 %	78 %
E	50 %	69 %	50 %	65 %	53 %	47 %	56 %	62 %

/13/

E I – koeficient využití prezentace učiva

E II – koeficient využití řízení učení

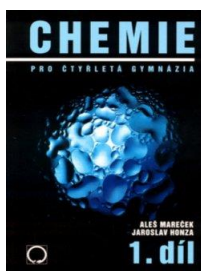
E III – koeficient využití orientace

E v – koeficient využití verbálních komponentů

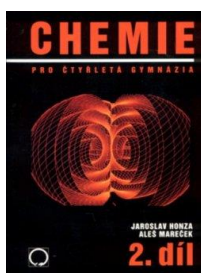
E o – koeficient využití obrazových komponentů

E – celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnice

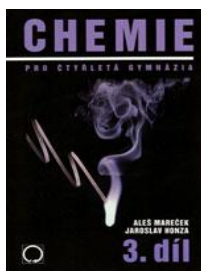
1. Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl, Chemie pro čtyřletá gymnázia: 2. díl, Chemie pro čtyřletá gymnázia: 3. díl



autoři: Aleš Mareček, Jaroslav Honza
nakladatelství: Olomouc
rok vydání: 1998
vydání: 3. opravené vydání
počet stran: 244
ISBN 80-7182-055-5



autoři: Jaroslav Honza, Aleš Mareček
nakladatelství: Vydáno vlastním nákladem
rok vydání: 1996
vydání: 1.
počet stran: 256
ISBN 80-902200-4-5



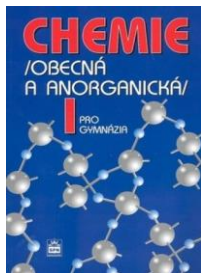
autoři: Aleš Mareček, Jaroslav Honza
nakladatelství: Olomouc
rok vydání: 2000
vydání: 1.
počet stran: 250
ISBN 80-7182-057-1

Tato třídílná sada učebnic vyšla v celkovém koeficientu didaktické vybavenosti učebnic na 50 %. V porovnání s ostatními učebnicemi je to jedno z nejnižších hodnot, ale i přesto můžeme říci, že jde o dostatečně didakticky vybavenou sadu učebnic. V těchto publikacích chybí řada důležitých didaktických komponent, jako je shrnutí učiva, fotografie, barevné řešení, stimulace žáka k učení se předmětu a především žádné návody na experimentální část výuky. I přes všechny tyto didaktické nedostatky, je tato sada učebnic nejpoužívanější v oblasti středoškolské chemie, především na gymnáziích. Je tomu pravděpodobně z toho důvodu, že je v učebnicích dostatečně dobře zvládnuto množství a obsah učiva. Sada těchto učebnic nebyla schválena MŠMT ČR do seznamu učebnic pro střední školy nebo gymnázia. /30/, /31/, /32/

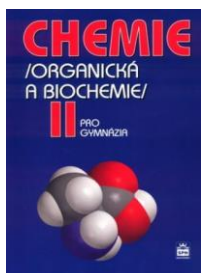
Plyny

První díl této sady učebnic se zabývá obecnou chemií a anorganickou chemií nepřechodných prvků a s nimi spojeným názvoslovím. V části obecné chemie se setkáváme s plyny v kapitole o látkovém množství, kde je uveden objem, který zaujímá 1 mol plynu za normálních podmínek. Dále jsou v učebnici názorně vysvětleny příklady na výpočty z chemických rovnic, kdy se může jednat o plynné reaktanty nebo produkty, to je učivem kapitoly chemické reakce. V kapitole homogenní a heterogenní směsi se setkáváme s roztoky, výpočty koncentrací roztoků. Kapitola termochemie popisuje termochemické zákony, které se uplatňují i při reakcích s plyny. V části anorganické chemie jsou probrány jednotlivé nepřechodné plynné prvky spolu s jejich sloučeninami, které vytvářejí. Druhý díl obsahuje další část obecné chemie, anorganickou chemii přechodných prvků a organickou chemii včetně jejího názvosloví. V tomto díle učebnice nás budou zajímat především plynné organické látky a jejich příprava a vlastnosti, je tu také zmíněn i zemní plyn. Ve třetím díle učebnice se objevuje část organické chemie především deriváty uhlovodíků a část biochemická. Zahrnuje tedy plynné deriváty uhlovodíků, u halogenderivátů to jsou především freony a u aldehydů jejich první zástupce formaldehyd. V části biochemie se s problematikou plynů setkáváme u fotosyntézy. /30/, /31/, /32/

2. Chemie /obecná a anorganická/ I pro gymnázia, Chemie /organická a biochemie/ II pro gymnázia



autoři: Vratislav Flemr, Bohuslav Dušek
nakladatelství: SPN
rok vydání: 2001
vydání: 1.
počet stran: 120
ISBN 80-7235-147-8



autoři: Karel Kolář, Milan Kodíček, Jiří Pospíšil
nakladatelství: SPN
rok vydání: 2005
vydání: 2. upravené a doplněné vydání
počet stran: 128
ISBN 80-7235-283-0

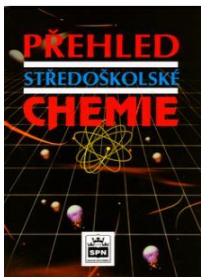
U této dvojdielné sady učebnic vyšel celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic 69 %, což je nejvyšší hodnota mnou analyzovaných středoškolských učebnic. Tyto učebnice jsou tedy velmi dobře didakticky vybavenými. Učebnice jsou přehledné, díky číslování kapitol je v nich snadná orientace, nadpisy a důležitá slova jsou zvýrazněna tučným písmem. Dále pak ve srovnání s předchozí sadou, můžeme vidět i použití modré barvy u některých částí textu (např. shrnutí) a v obrazových prezentacích. Ráda bych také poukázala, že v těchto publikacích jsou také návody na laboratorní přípravy, což je pro studium chemie podstatné. Obě učebnice byly zařazeny MŠMT ČR do seznamu učebnic pro gymnázia. /33/, /34/

Plyny

První díl této sady učebnic je složen z pěti částí. První část, ve které je obsaženo učivo o plynech, je složená s strukturou látek. Dozvídáme se o plynné fázi, směsích, jejich dělení a určení jejich složení a látkovém množství. Druhá část učebnice je věnována chemickým reakcím, zajímají nás chemické rovnice a výpočty z nich. Třetí část učebnice se zabývá základy anorganické chemie. Jsou zde popsány vlastnosti, použití, příprava, výroba a sloučeniny plynných prvků, dále i jiných nekovů, které tvoří plynné sloučeniny. Ve čtvrté části je popsána analytická chemie, ve které se plyny objevují pouze u separačních metod, jako mobilní fáze u plynové chromatografie, nebo u měření emisí motorového vozidla, kdy je měřen obsah oxidu uhelnatého a uhlíčitého a uhlovodíků infračervenou absorpční spektroskopií. Poslední část je věnována laboratorním cvičením. Objevuje se laboratorní

cvičení na přípravu a vlastnosti vodíku a na vlastnosti jodu. Druhý díl učebnice je rozdělen na dvě velké části. První část je organická chemie, kde jsou probírány základní plynné uhlovodíky i některé plynné deriváty uhlovodíků, jako jsou freony a formaldehyd. Autoři se zmiňují i o zemním plynu. V poslední části biochemii se již plyny víceméně nevyskytují. /33/, /34/

3. Přehled středoškolské chemie



autoři: Jiří Vacík, Jana Barthová, Josef Pacák, Bohuslav Strauch,
Miloslava Svobodová, František Zemánek
nakladatelství: SPN
rok vydání: 1999
vydání: 4.
počet stran: 368
ISBN 80-7235-108-7

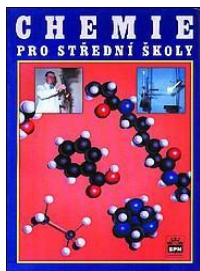
Zde se již setkáváme pouze s jednoduchou publikací. Učebnice vyšla v celkovém koeficientu didaktické vybavenosti učebnice na 50 %, jde o dostatečně didakticky vybavenou učebnici. V této učebnici z didaktického hlediska postrádám shrnutí učiva k jednotlivým tematickým celkům a otázky nebo úkoly s výsledky, které by sloužily jako evaluační prostředky pro žáky. Na druhou stranu mi přijde učebnice přehledná, orientace v ní není nijak složitá. Černobílý tisk je doplněn o červenou barvu u některých naučných ilustrací, nadpisů, popisků k vyobrazením a rovnic. V této učebnici postrádám návody k praktickým cvičením. Celkově je tato učebnice, dle mého názoru, jednou z nejlépe obsáhlých z hlediska středoškolského učiva obecné chemie. Tato učebnice byla zařazena MŠMT ČR do seznamu učebnic pro střední školy. /3/

Plyny

Učebnice je rozdělena na pět větších celků. Jedná se o úvod, obecnou chemii, anorganickou chemii, organickou chemii, základy biochemie a významné osobnosti pro rozvoj chemie. V úvodu nás z hlediska plynného skupenství zajímají postupy zkoumání látek a základní separační metody směsí. V části obecné chemie se objevuje většina obecných zákonitostí a výpočtů, které uplatňujeme i u tohoto typu skupenství. Výpočet, který se týká pouze plynného skupenství probíraný v této učebnici je výpočet objemů reagujících plynů. V anorganické části jsou popsány jednotlivé plynné prvky a sloučeniny i neplynných prvků, jako jsou například hydridy a oxidy. Dále se seznamujeme s organickými plyny s jednoduchou, dvojnou i trojnou vazbou v molekule v části organické chemie. V této části

učebnice jsou zmíněny i některé plynné deriváty uhlovodíků, jsou to některé halogenderiváty, aminy a aldehydy. Další probírané plyny jsou směsi organických i anorganických plynů, které slouží především jako paliva, zahrnují zemní plyn, karbonizační plyn, generátorový plyn a vodní plyn. V části biochemie je s plyny spjata především fotosyntéza. /3/

4. Chemie pro střední školy



autoři: Jiří Banýr, Pavel Beneš, Jan Hally, Karel Holada, Petr Novotný, Jiří Pospíšil
nakladatelství: SPN
rok vydání: 2001
vydání: 2.
počet stran: 160
ISBN 80-85937-46-8

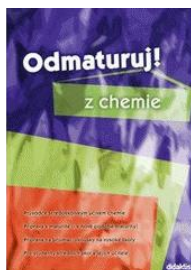
Tato učebnice je pouze jednoduchou publikací, sloužící k výuce především na středních odborných školách, kde chemii není hlavní studijní obor. Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnice vyšel na 65 %, což je druhá nejvyšší dosažená hodnota u středoškolských učebnic. Jedná se o velmi dobře didakticky vybavenou učebnici. Kladně hodnotím číslované řazení studijního textu do kapitol, zpráhledněný výkladový text a doplněný o řadu schémat a tabulek, dále grafické symboly vyznačující určitou část textu. V učebnici je i rozlišení úrovní učiva a důležité definice jsou napsány modrou barvou. V textu se hojně nachází otázky a úkoly k dané problematice, avšak nejsou k nim poskytnuty výsledky. Podobně jako v ostatních učebnicích i zde chybí shrnutí učiva k daným tematickým celkům. Publikace byla zařazena MŠMT ČR do seznamu učebnic pro střední školy. /35/

Plyny

Podobně jako předchozí učebnice je i tato rozdělena na šest hlavních částí. Jedná se o část obecné chemie, anorganická chemie, organická chemie, biochemie, analytická chemie a laboratorní práce. V první části jsou probírány obecné zákonitosti v chemii, které se nepochybně týkají také plynných látek, jak můžeme vidět na častých příkladech. Pro práci s plyny musíme znát také chemické výpočty, kterým je v publikaci věnována značná pozornost. Druhá část nás zajímá z hlediska anorganických plynů. Jsou to vodík, kyslík, dusík, fluor, chlor, vzácné plyny, řada oxidů uhlíku, síry a dusíku, hydridy nekovů a halogenvodíky. Je u nich popsán jejich výskyt, výroba popřípadě příprava a vlastnosti. Ve třetí části je objeveny základní plynné organické látky. Jedná se jak o uhlovodíky, tak i o jejich deriváty. Učivo anorganických i organických plynů je doprovázeno několika experimenty jak

přímo v probírané teorii, tak i na konci učebnice v laboratorních pracích. V biochemické části je zmíněna fotosyntéza. Poslední část se plyny příliš nezabývá, je zde však uvedena důležitá separační metoda, plynová chromatografie, která využívá plynů jako mobilních fází. /35/

5. Odmaturuj! z chemie



autoři: Marika Benešová, Hana Satrapová
nakladatelství: Didaktis
rok vydání: 2002
vydání: 1.
počet stran: 208
ISBN 80-86285-56-1

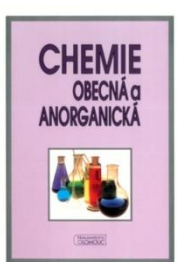
U této učebnice vyšel celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnice na 53 %. Učebnice je dostatečně didakticky vybavená. Je to jedna z nejnižších dosažených hodnot při mém vyhodnocování. Je tomu tak, protože v učebnici chybí řada didaktických komponent, z nichž nejpodstatnější jsou shrnutí učiva, názorné fotografie, otázky a úkoly za témata, instrukce k experimentům a jakékoliv prostředky k sebehodnocení žáků. Naopak je v učebnici velmi dobře zvládnutá přehlednost a orientace v jednotlivých kapitolách. Líbí se mi také bohatě vypracované marginálie, kde nalezneme poznámky a zajímavosti k danému učivu. Marginálie jsou vybarveny fialovou barvou, která je zvýrazňuje, i některé další části textu mají tuto barevnou podobu. I v této učebnici se vyskytuje problém se zařazením chemických experimentů do učebního textu. Učebnice nebyla schválena MŠMT ČR do seznamu učebnic pro střední školy ani gymnázia. /36/

Plyny

Nejprve se setkáváme s problematikou plynů u směsí a jejich dělení. Dalším důležitým učivem, které uplatňujeme při výpočtech s plyny, jsou důležité veličiny v chemii. Jedná se o látkové množství, molární hmotnost, molární objem, relativní atomová a molekulová hmotnost a výpočty koncentrací. Poté následují právě chemické výpočty, u kterých potřebujeme znát početní vztahy předchozích veličin. Jsou to výpočty na množství látek, výpočty z chemických vzorců a rovnic. V rámci anorganické chemie jsou probírány jednotlivé prvky nebo skupiny prvků a jejich příprava, výroba, vlastnosti a sloučeniny. Z plynných prvků se jedná o vodík, kyslík, vzácné plyny, plynné halogeny a dusík. Pak je v učebnici probírána spousta dalších plynných sloučenin, jako je většina hydridů s nekovovými prvky, oxidy síry, dusíku a uhlíku. Část organické chemie nám představuje základní plynné

uhlovodíky s jednoduchými, dvojnými i trojnými vazbami, ale i směsi plynů, jako je zemní plyn a karbonizační plyn. Z uhlovodíků jsou to metan, ethan, propan, butan, cyklopropan, ethen, propen, buta-1,3-dien a ethyn. Dále nacházíme plynné zástupce i u derivátů uhlovodíků, jsou to methylechlorid, vinylchlorid, tetrafluorethylen, freony, oxiran a formaldehyd. Z části biochemie je s plyny úzce spjata především fotosyntéza a dýchací řetězec. /36/

6. Chemie obecná a anorganická



autoři: Vratislav Šrámek, Ludvík Kosina
nakladatelství: Fin
rok vydání: 1996
vydání: 1.
počet stran: 264
ISBN 80-7182-003-2

Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnice je 47 %, což je nejméně u mnou vyhodnocovaných středoškolských učebnic. V publikaci schází shrnutí učiva, fotografie pro názornost učiva a opět i návody k experimentům. Po grafické stránce na tom učebnice není o mnoho lépe, nejsou v ní obsaženy žádné grafické symboly, které by rozlišovaly určité části textu, ani žádná jiná barva písma než černá. V této publikaci se jako v jediné středoškolské učebnici, z těch které jsem hodnotila, objevují umělecké ilustrace. Pozitivně hodnotím zařazení procvičovacích otázek za některými z kapitol, jejich výsledky jsou uvedeny v zadní části publikace. Tato učebnice je jednodílná a zahrnuje pouze učivo určité části středoškolské chemie, často bývá využívána ve výuce v kombinaci právě s další uvedenou publikací. Učebnice nebyla MŠMT ČR zařazena do seznamu učebnic pro střední školy nebo gymnázia. /37/

Plyny

Jak už vyplývá z názvu, jsou v učebnici popsány dvě odvětví chemie – obecná a anorganická chemie. První na řadu se dostala obecná chemie. Učivo týkající se plynů je v ní obsaženo o něco méně než u anorganické chemie. Jako první se plyny zabývá avogadrův zákon, který je zde vysvětlen pomocí definice i příkladu s řešením. U zbytku učiva obecné chemie se autoři o plynech příliš nezmiňují, avšak všechny obecné zákonitosti platí i pro plyny. V části anorganické chemie se nejprve objevuje vodík, jeho výskyt, výroba, laboratorní příprava, fyzikální a chemické vlastnosti, sloučeniny vodíku a užití. Podobně je tomu

i u kyslíku. Dále jsou prvky probírány stejným způsobem, ale po skupinách, kde se setkáváme buď s přímo plynnými prvky nebo sloučeninami. Ze VII. A skupiny je to fluor, fluorovodík, chlor, chlorovodík, zmíněny jsou oxidy chloru, bromovodík a jodovodík. U VI. A skupiny nás budou zajímat sloučeniny sulfan, oxid siřičitý, oxid sírový, selan a tellan. Dusík a jeho sloučeniny jsou součástí V. A skupiny, spolu s ostatními plynnými sloučeninami prvků tvořící tuto skupinu. Jedná se především o amoniak, oxid dusný, oxid dusnatý, oxid dusičitý, fosfan, arsan a stiban. Ve IV. A skupině jsou to oxid uhelnatý, oxid uhličitý, silan, disilan a fluorid křemičitý. Plynné borany a fluorid boritý patří do III. A skupiny. Další probíranou skupinou je VIII. A, která je tvořena vzácnými plyny. Poslední část učebnice je věnována názvosloví a chemickým výpočtům. Nejvíce nás u plynů budou zajímat výpočty z chemických vzorců, rovnic a zejména výpočty objemů plynů vznikajících při chemických reakcích. /37/

7. Organická chemie



autoři: Danuše Pečová
nakladatelství: Olomouc
rok vydání: 2005
vydání: 2.
počet stran: 128
ISBN 80-7182-142-X

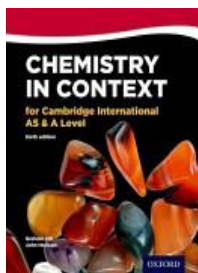
Při vyhodnocování didaktické vybavenosti učebnic se tato publikace dostala přibližně do jejího středu, celkový koeficient tak činil 56 %. Učebnice je tedy dostatečně didakticky vybavená. Jako u většiny učebnic i v této postrádám shrnutí učiva k jednotlivým kapitolám i k celému učivu. Stejně jako v předchozí učebnici, i v této publikaci, schází fotografie a není zde barevná obrazová prezentace. V knize se objevují otázky a úkoly k jednotlivým tématům a celému probíranému učivu. K otázkám a úkolům jsou v zadní části učebnice uvedeny i výsledky. Učebnice se mi jeví málo přehledně. Tato publikace, stejně jako předchozí, není MŠMT ČR zařazena na seznam učebnic pro střední školy ani gymnázia. /38/

Plyny

Tato učebnice je věnována pouze části organické chemie. Plyny nacházející se v této publikaci jsou organického původu. V kapitole uhlovodíky je uveden zemní plyn jako zdroj uhlovodíků, především tedy metanu. Dále jsou v této kapitole rozebírány první čtyři plynné uhlovodíky zejména jejich výroby nebo přípravy. Setkáváme se s 1,3-butadienem a acetylenem. Na konci kapitoly uhlovodíky nás čekají praktická cvičení s plynnými

uhlovodíky. Jedná se o přípravu a vlastnosti methanu, ethenu a ethynu. Další kapitolou jsou deriváty uhlovodíků a zahrnují methylchlorid, ethylchlorid, vinylchlorid, dichlordifluormethan, methylamin, dimethylamin, trimethylamin, putrescin, kadaverin, tetrafluorethylen, ethylenoxid a formaldehyd. V poslední kapitole této učebnice je uvedena nomenklatura organické chemie. /38/

8. Chemistry in context



autoři: Graham Hill, John Holman
nakladatelství: Nelson Thornes Ltd
rok vydání: 2011
vydání: 6.
počet stran: 488
ISBN 978-1-4085-1496-2

Poslední z analyzovaných učebnic chemie se od předchozích výrazně odlišuje. Jedná se o britskou středoškolskou učebnici chemie. Uvádím ji z toho důvodu, že v dnešní době se již na každé střední škole vyučuje angličtina a je vhodné využívat při výuce i cizojazyčné materiály, aby se studenti více seznámili s těmito zdroji informací, které jim v budoucnu mohou být velmi užitečné. Do didaktické analýzy jsem ji zahrnula spolu s českými středoškolskými učebnicemi z toho důvodu, abych mohla snáze provést jejich porovnání. Celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnice vyšel 62 %. Jde tedy o velmi dobře didakticky vybavenou učebnici. Řekla bych, že kniha je velmi dobře verbálně i graficky zpracovaná. Učivo je v učebnici členěno do kapitol. Textová část je zpřehledněná, nadpisy jsou psány modrou a černou tučnou barvou. Dále se v textu objevují marginálie, ve kterých můžeme najít poznámky, fotografie, schémata, tabulky, grafy, definice a další. V učebnici postrádám především shrnutí učiva k jednotlivým kapitolám a instrukce pro laboratorní činnost. Naopak kladně hodnotím otázky sloužící k prověření si znalostí na konci každé z kapitol. /39/

Plyny

U vyhodnocování této učebnice z hlediska plynů bych postupovala poněkud odlišněji. Nezabývala bych se tím, které plyny jsou v učebnici probírány, ale zaměřila bych se na odlišnosti mezi touto učebnicí a českými publikacemi. V českém školství nespadá výuka stavového chování plynů do učiva středoškolské chemie, nýbrž do učiva středoškolské fyziky a ve větším rozsahu až do učiva fyzikální chemie vyučované na vysokých školách. V této

zahraniční publikaci se však se stavovým chováním plynů setkáváme v části stavu hmoty. Učivo o plynném stavu zahrnuje Boyleův zákon, Charlesův zákon, kombinaci těchto dvou zákonů, rovnici ideálního plynu a směsi plynů. Dále je popsána kinetická teorie ideálních plynů, chování reálných plynů a stanovení relativní molekulové hmotnosti plynů a těkavých kapalin. /39/

2.4.2 Celkové hodnocení učebnic dané problematiky

Hodnocení učebnic v předchozí části vystihovalo především didaktické aspekty učebnic. Z hlediska didaktického hodnocení dopadly všechny učebnice uspokojivě. Je podstatné podotknout, že toto hodnocení nic nevypovídá o obsahové stránce učebnic, ani o jejich kvalitě z hlediska vykládaného učiva. Důležité je také poukázat na určité rozdíly ve výsledcích didaktického hodnocení učebnic mezi učebnicemi základních škol a středních škol. U učebnic pro základní školy lze obecně vysledovat dosažení vyšších koeficientů didaktické vybavenosti než u učebnic pro střední školy. Je to dáno hlavně tím, že na nižších stupních vzdělávání je potřeba uplatňovat co nejvíce možných didaktických komponentů, které žákům usnadní orientaci v učebnici, přehlednost a prezentaci dané problematiky. Tento rozdíl nutně nemusí poukazovat na nižší kvalitu středoškolských učebnic, v jejich případě je totiž mnohem důležitější obsah učiva než celkové didaktické aspekty. Na středních školách by se již měli žáci zvládat samostatně orientovat v učebnicích mnohem lépe, i pokud je didaktická vybavenost učebnice méně variabilní. Čeho jsem si nadále u učebnic všímala a rozebírala, byla problematika plynů, zejména toho, co se o plynech můžeme z učebnic dozvědět. Z tohoto hlediska si myslím, že je ve všech učebnicích, které jsem hodnotila, učivo o plynech obsaženo dostatečně, v takovém rozsahu, jaký stanovují rámcové vzdělávací programy.

Protože podle rámcového vzdělávacího programu není fyzikální charakteristika plynů a stavové chování plynů předmětem studia středoškolské chemie, nýbrž je tato látka probírána ve středoškolské fyzice, z toho důvodu bych uvedla některé nepoužívanější středoškolské učebnice fyziky, ve kterých se s touto problematikou můžeme setkat. Tyto učebnice nebudou hodnoceny z hlediska didaktické vybavenosti. Jako první představím učebnice názvu **Fyzika pro gymnázia**, konkrétně se jedná hlavně o dva díly celkově šestidílné sady učebnic. Názvy učebnic jsou **Fyzika pro gymnázia Mechanika** (Milan Bednařík, Miroslava Šíroková) a **Fyzika pro gymnázia Molekulová fyzika a termika** (Karel Bartuška, Emanuel Svoboda). V dílu Mechanika nás bude zajímat kapitola sedm, ve které je popsána mechanika kapalin a plynů. V této kapitole jsou popsány vlastnosti plynů z hlediska mechaniky. V dílu Molekulová fyzika a termika se o plynech dozvíme více, hned v první kapitole se objevuje kinetická teorie

látek, vzájemné působení částic, modely struktury látek různých skupenství, rovnovážný stav soustavy, rovnovážný stav soustavy jako stav s největší pravděpodobností výskytu a termodynamická teplota. To všechno souvisí s plyny a jeho stavovým chováním. Další kapitoly týkající se plynů jsou struktura a vlastnosti plynného skupenství látek, kruhový děj s ideálním plynem a změny skupenství. Dále jsem se rozhodla představit i učebnici **Fyzika pro střední školy I** (Oldřich Lepil, Milan Bednařík, Radmila Hýblová), která je součástí dvoudílné sady. V této učebnici jsou z hlediska plynů podstatné kapitoly mechanika tekutin, molekulová fyzika a termika a plyny. /40/, /41/, /42/

3 Praktická část

Úkolem praktické části této bakalářské práce bylo vytvořit chemické výukové experimenty s plyny podporované systémem Vernier. Jak už bylo uvedeno v teoretické části bakalářské práce, výuka plynů spadá na základních i středních školách takřka do všech oborů celé přírodovědné oblasti. Co lze u plynů nejlépe zaznamenávat, je jejich stavové chování, které můžeme teoreticky odvodit pomocí stavové rovnice plynu. Na základních školách k výuce této problematiky ještě nedochází, avšak na středních školách již ano. K výuce stavového chování plynů i k výpočtům pomocí stavové rovnice dochází na středních školách a především na gymnáziích ve fyzice. Předmět chemie se v rámci středoškolského učiva stavové rovnice nedotýká, ale zabývá se chemickými reakcemi, při kterých tvoří plyn buďto reaktanty nebo produkty. Pokud tedy chceme pracovat se stavovou rovnicí u chemických výukových experimentů, dojde k určitému druhu integrace nejméně dvou oborů přírodovědné oblasti, tedy chemie a fyziky.

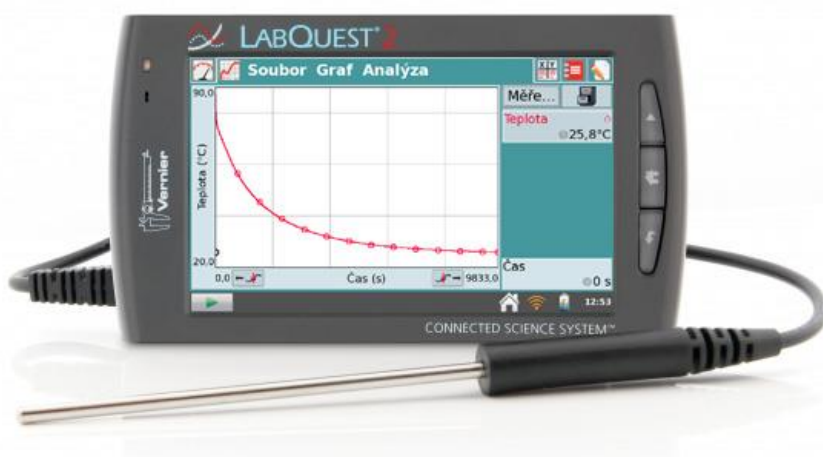
3.1 Systém Vernier

Experimentální systém Vernier je výukový prostředek určený pro výuku přírodovědných oborů, který se na trhu objevil v 80. letech minulého století. Společností Vernier byla vytvořena celá řada měřicích přístrojů, softwarů i vzdělávacích systémů, které se využívají ve výuce širokého spektra přírodovědných oborů. Obecně můžeme přístroje Vernieru rozdělit na dvě skupiny. První z nich tvoří přístroje, zajišťující ovládání fyzikálních a jiných čidel a probíhá v nich sběr, analýza a částečná interpretace dat. Takovéto přístroje jsou označovány jako datalogery, jinými slovy rozhraní pro připojení senzorů. Druhou skupinou jsou jednotlivé senzory, které měří především fyzikální veličiny. Díky tomu, že jsou přístroje Vernier relativně cenově dostupné, manipulace s nimi je jednoduchá a mají interní zdroj energie, mohou být využívány jak v laboratořích, tak i v terénu. Dále společnost Vernier poskytuje akreditované školení a technickou i metodickou podporu. V další části bych ráda představila některé přístroje ze systému Vernier, které je možné využívat při experimentech s plyny. /43/, /44/

3.1.1 LabQuest 2 (Přenosný datalogger, LABQ2)

LabQuest 2 je kvalitativně nejvýše postaveným dataloggerem (Obrázek 1), který systém Vernier nabízí pro zaznamenávání, analyzování a interpretaci měřených dat. Jedná se o přenosný přístroj, který lze použít zcela samostatně nebo je možné ho propojit s počítačem. Kromě tohoto rozhraní společnost Vernier nabízí méně výkonná zařízení – například

dataloggery LabQuest, LabQuest Mini, Go!Link a SDAQ. LabQuest 2 je kompatibilní se všemi senzory Vernier a lze k němu připojit více senzorů současně. Některé senzory jsou dokonce integrovány přímo v přístroji (např. GPS modul). Z komunikačních portů datalogger obsahuje 3 analogové konektory (-BTA), 2 digitální konektory (-BTD), Bluetooth 4 pro Go Wireless senzory, USB pro připojení USB senzorů, přenosných hardwarů apod. Naměřená data lze analyzovat přímo v přístroji, nebo je možné je pomocí přenosného hardwaru přesunout do počítače, skýtá se i možnost data přeposílat pomocí WIFI nebo Bluetooth připojení. Datalogger je vybaven barevným dotykovým displejem 800×480 bodů, reaguje na prst i na plastové pero, které je součástí vybavení. Zařízení má malé rozměry a hmotnost činí pouze 350 g. Jazykové nastavení nabízí i češtinu. Tento přístroj může pracovat v teplotním rozmezí od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je-li baterie dataloggeru plně nabitá vydrží při měření až několik hodin. Je možné si k zařízení pořídit i externí baterie, které by umožňovaly delší práci v místech, kde není k dispozici elektrická síť. /45/



Obrázek 1: Datalogger Vernier LabQuest 2. /45/

3.1.2 Čidlo tlaku plynu (Gas Pressure Sensor, GPS-BTA)

Tlakové čidlo (Obrázek 2) umožňuje svým rozsahem většinu běžných fyzikálních, chemických i biologických experimentů doprovázených změnou tlaku. Měřenou veličinou je absolutní tlak. Součástí čidla je i doplňková sada. Jedná se o stříkačku se závitem, hadičku a zátky s ventily. Měřicí rozsah čidla je $0 - 210\text{ kPa}$. Citlivost je u přístroje stanovena na $0,06\text{ kPa}$. Princip fungování je jednoduchý. Čidlo obsahuje membránu, na jejíž jedné straně je vakuum a druhá strana je volně spojena s okolním vzduchem. Změny tlaku způsobují prohýbání membrány, následně je toho prohýbání převedeno na napětí, to se mění lineárně s absolutním tlakem. /46/

Čidlo je možné použít při uskutečňování mnoha experimentů. Je vhodné ho využít u fyzikálních experimentů při studiu závislosti mezi teplotou a tlakem a studiu závislosti mezi objemem a tlakem. Pro geografické účely je čidlo využitelné při určování změny atmosférického tlaku s výškou. Dále je možné čidlo využít při realizaci různých chemických experimentů, v tomto případě jsem ho použila i já, například při měření změn tlaku při absorpčních a adsorpčních pokusech. /46/



Obrázek 2: Čidlo tlaku plynu s příslušenstvím. /46/

3.1.3 Čidlo oxidu uhličitého (CO₂ Gas Sensor, CO₂-BTA)

CO₂ senzor (Obrázek 3) se využívá k měření koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu. Rozsah senzoru má dvojí nastavení 0-10 000 ppm a 0-100 000 ppm. Čidlo pracuje na principu absorpce infračerveného elektromagnetického záření. Čas potřebný k přiblížení se konečné hodnotě je zhruba 120 sekund. Relativní vlhkost, při které přístroj může pracovat, je 5-95 %. K senzoru se navíc dodává umělohmotná nádoba s objemem 250 ml, která může být využita jako respirační komora. Dále je možné si dokoupit i jiné nádoby, které mají otvory pro vzduchotěsné upevnění plynových senzorů. /47/

Pomocí čidla CO₂ se může realizovat celá plejáda experimentů zejména v oborech biologie a chemie, například o studium lidského dýchání, studium růstu a dýchání rostlin nebo hmyzu, experimenty s korozí kovů nebo studium koncentrace oxidu uhličitého při různých typech jeho přípravy. /47/



Obrázek 3: Čidlo oxidu uhličitého. /47/

3.1.4 Čidlo plynného kyslíku (O₂ Gas Sensor, O₂-BTA)

O₂ senzor (Obrázek 4) měří koncentraci kyslíku ve vzduchu a umožňuje především biologické a chemické experimenty. Rozsah čidla je 0-27 % kyslíku ve vzduchu. Čas potřebný k přiblížení se ke konečné hodnotě je asi 12 sekund. U tohoto senzoru je provozní teplota od 5 do 40 °C. Hodnoty relativní vlhkosti, při které může přístroj pracovat, jsou stejná jako u předchozího čidla, tedy 5-95 %. Toto čidlo ke své funkci využívá elektrochemický článek tvořený olověnou anodou a zlatou katodou. Obě elektrody jsou ponořeny do elektrolytu. Při průchodu kyslíku systémem jsou molekuly kyslíku redukovány na katodě, přičemž se vytvoří elektrický proud, jehož velikost je úměrná koncentraci kyslíkových molekul mezi elektrodami. /48/

Využití tohoto čidla je podobné jako u čidla předchozího. Je také vhodné čidla oxidu uhličitého a kyslíku použít zároveň, například u experimentů spojených s fotosyntézou nebo dýcháním, či reakcích jichž se účastní oba plyny. /48/



Obrázek 4: Čidlo plynného kyslíku. /48/

3.2 Výukové experimenty

3.2.1 Reakce hydroxidů alkalických kovů a kovů alkalických zemin s oxidem uhličitým

Teoretický úvod:

Hydroxidy alkalických kovů lze připravit reakcí oxidů s vodou. Tyto hydroxidy tvoří nejsilnější zásady ze všech hydroxidů vůbec krom hydroxidu lithného, bývají označovány jako louhy. Bazicita těchto hydroxidů vzrůstá od hydroxidu lithného k hydroxidu cesnému. S kyselinami a kyselinotvornými oxidy poskytují příslušné soli. V našem případě se jedná o oxid uhličitý, kdy při reakci hydroxidu alkalického kovu a tohoto oxidu vzniká uhličitán nebo hydrogenuhličitán alkalického kovu a voda. Téměř všechny sloučeniny alkalických kovů jsou ve vodě rozpustné, to je spojeno se značným uvolňováním tepla. Jejich koncentrované

roztoky leptají pokožku a jsou velice nebezpečné pro oči. Z hydroxidů byly vybrány dva zástupci, hydroxid sodný a hydroxid draselný. Hodnoty rozpustnosti ve vodě při 20 °C jsou pro hydroxid sodný 108,7 g ve 100 g vody a pro hydroxid draselný 112,4 g ve 100 g vody. U hydroxidu sodného sledujeme daleko vyšší nárůst rozpustnosti ve vodě při vyšších teplotách než u hydroxidu draselného. Při 100 °C je hodnota rozpustnosti hydroxidu sodného až 346,31 g na 100 g vody, kdežto u hydroxidu draselného je to 179,3 g na 100 g vody. /1/, /50/, /51/, /52/

Hydroxidy kovů alkalických zemin lze připravit taktéž reakcí oxidu s vodou, nebo vznikají reakcí alkalických hydroxidů se solemi kovů alkalických zemin. Hydroxidy kovů alkalických zemin jsou silně bazické, ale na hydroxidy alkalických kovů nedosahují. Největší bazicity z těchto hydroxidů dosahuje hydroxid barnatý, který je i nejlépe rozpustný ve vodě. Celkově vlastnosti těchto hydroxidů vykazují pouze mírné odlišnosti. Hydroxid vápenatý je velmi špatně rozpustný ve vodě, lépe rozpustné jsou hydroxid strontnatý a barnatý. Hydroxid barnatý a vápenatý byly vybrány jako zástupci této skupiny látek při dále uvedeném experimentu. Hodnoty rozpustnosti ve vodě při 20 °C jsou následující, u hydroxidu vápenatého je rozpustnost 0,160 g látky na 100 g vody a u hydroxidu barnatého je hodnota rozpustnosti 3,89 g látky na 100 g vody. U hydroxidu vápenatého platí, že se zvyšující se teplotou klesá jeho rozpustnost ve vodě, opačně je tomu u hydroxidu barnatého. /1/, /49/, /51/, /52/

Pomůcky:

LabQuest 2, čidlo tlaku plynu, váhy, stojan, držák, svorka, skleněná lodička na navažování, laboratorní lžička, magnetická míchačka, magnetické míchadlo, dvouhrdlá zábrusová baňka s kulatým dnem o objemu 500 ml, pipeta, pipetovací balonek, kádinka, ocelová tlaková bomba s CO₂, dvoucestný skleněný kohout se zábrusem a gumové hadice.

Chemikálie:

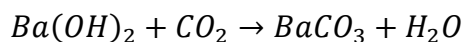
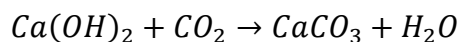
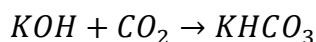
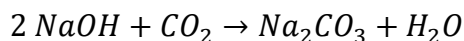
Destilovaná voda, hydroxid sodný, hydroxid draselný, hydroxid vápenatý, hydroxid barnatý, oxid uhličitý a tuk na mazání zábrusů.

Pracovní postup:

Suchou dvouhrdlou baňku upevníme pomocí držáku a svorky ke stojanu. Dáme ji do výšky asi 20 cm od plochy stojanu. Dále na stojan umístíme magnetickou míchačku. Pomocí

pipety odpipetujeme 10 ml destilované vody, kterou následně nalijeme do baňky. Do baňky s vodou dále vložíme magnetické míchadlo. Na vahách si navážíme 1g hydroxidu sodného. Pro vážení použijeme skleněnou lodičku, ne papír, protože hydroxid na vzduchu okamžitě vlhne a přes papír by mohlo dojít k poškození vah. Avšak ani na skleněné lodičce nenecháváme hydroxid příliš dlouhou dobu, jelikož by mohlo dojít k naleptání skla. Po navážení nasypeme obsah lodičky do baňky s vodou a magnetickým míchadlem. Baňku poté ze stojanu uvolníme a dáme ji co nejbližší nad magnetickou míchačku (zhruba 2 cm), kterou poté zapneme, abychom pomocí míchání urychlili rozpuštění hydroxidu ve vodě. Během doby rozpouštění si přichystáme Vernier LabQuest 2 (buďto nabitý, nebo jej připojíme na zdroj napětí) a zapneme ho, k němu připojíme čidlo tlaku plynu, které pomocí hadičky napojené na gumovou zátku vložíme do jednoho hrdla baňky. Dále tukem namažeme zábrus u skleněného kohoutu. Kohout vložíme do druhého hrdla baňky. Po této době již bude hydroxid rozpuštěný a můžeme ukončit míchání. Na LabQuestu nastavíme dobu, za kterou budeme reakci zaznamenávat, pro naše účely postačí 900 s. Máme-li již vše připravené, budeme jímát oxid uhličitý z ocelové tlakové láhve. Na ventil na tlakové láhvi nasadíme gumovou hadici, kterou následně napojíme na kohout nasazený v hrdle baňky. Po spuštění přívodu oxidu uhličitého se snažíme baňku co nejvíce naplnit plynem. Poté zastavíme přívod oxidu uhličitého. Na Vernier LabQuestu zapneme sběr dat a spustíme magnetickou míchačku. Po 900 s se měření automaticky zastaví, poté vypneme magnetickou míchačku a uložíme naměřené data v LabQuestu. Stejným způsobem provedeme měření i pro ostatní hydroxidy. Pro reakci potřebný objem oxidu uhličitého je přepočítán níže, avšak ve všech případech byl dán jeho přebytek.

Reakce:



Výpočty:

Nejprve budou uvedeny obecné vzorce, které využijeme při následujících výpočtech. Dále bude předložen vzorový výpočet objemu oxidu uhličitého potřebného při reakci s 1 g

hydroxidu sodného. Výpočty objemů oxidu uhličitého potřebných při reakcích s ostatními hydroxidy se budou provádět stejným způsobem, ale uvedeny již nebudou.

Vztah pro výpočet látkového množství:

$$n = \frac{m}{M}$$

Stavová rovnice plynu:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

Vzorový výpočet: Výpočet objemu CO₂, který je třeba na reakci s 1 g NaOH.

$$M_{(\text{NaOH})} = 40,00 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{m}{M} = \frac{1}{40,00} = 0,025 \text{ mol}$$

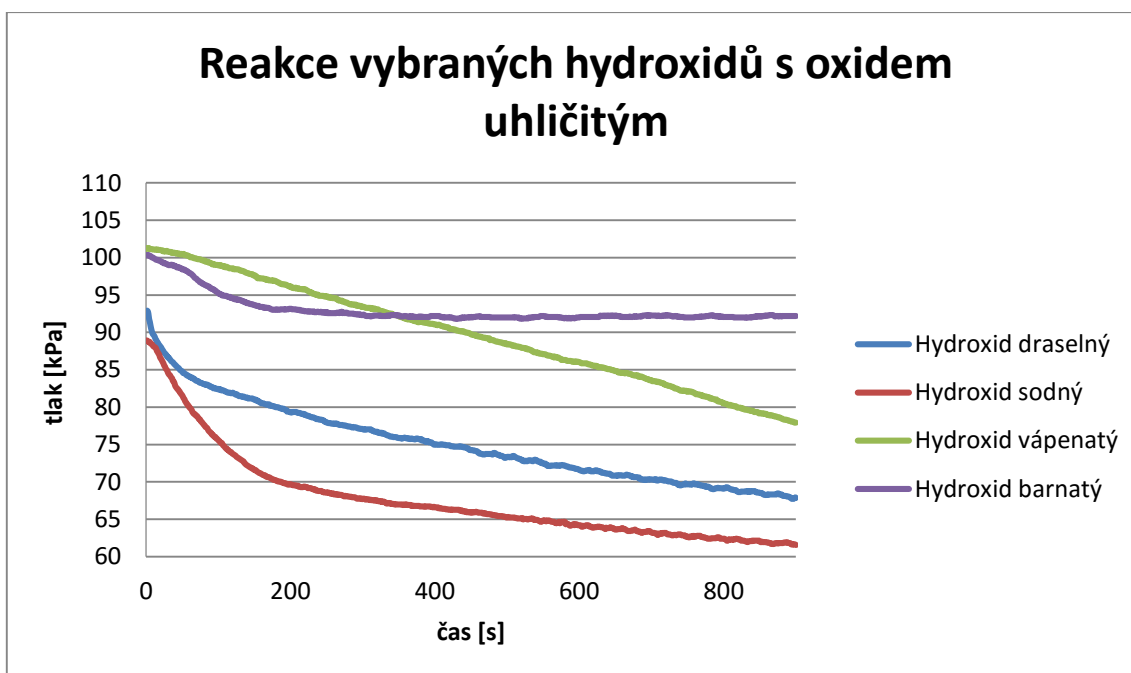
$$M_{(\text{CO}_2)} = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{n}{2} M = \frac{0,025}{2} \times 44,01 = 0,550 \text{ g}$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{mRT}{Mp} = \frac{0,550 \times 8,314 \times 293,15}{44,01 \times 101,325} = 0,301 \text{ dm}^3$$

Vyhodnocení:



Obrázek 5: Časová změna tlaku při absorpci oxidu uhličitého do vybraných hydroxidů

Graf závislosti tlaku na čase prezentovaný na Obrázku 5 zaznamenává poklesy tlaků při chemické reakci vybraných hydroxidů alkalických kovů a kovů alkalických zemin s oxidem uhličitým. Z grafu je patrné, že k největšímu poklesu tlaku došlo u reakce hydroxidu sodného a následně pak u hydroxidu draselného. Obě tyto látky se řadí mezi hydroxidy alkalických kovů. Naopak při reakcích hydroxidů kovů alkalických zemin s oxidem uhličitým byl zaznamenán daleko menší pokles tlaku. Je to dáno i tím, že hydroxidy kovů alkalických zemin jsou mnohem méně rozpustné než hydroxidy alkalických kovů, tudíž méně ochotně reagují s oxidem uhličitým.

Zařazení experimentu do výuky:

Zařazení tohoto experimentu do výuky se bude tedy týkat především učiva anorganické chemie, při zkoumání vlastností a rozdílů mezi jednotlivými použitými hydroxidy a jejich celkové reaktivity. Uplatnitelnost experimentu je také značná o oblasti obecné chemie, kde se vysvětluje právě rozpustnost látek a obecné zákonitosti týkající se jednotlivých vazebných faktorů u různých látek. Aplikovaná chemie by také našla uplatnění pro tento experiment, právě s hlediska toho, že tyto hydroxidy jsou součástí důležitých průmyslově vyráběných látek. Například hydroxid vápenatý je součástí malty a omítkových

směsích. Pro výuku fyziky je tento experiment také uplatnitelný, ale spíše z početního hlediska při výpočtech objemů oxidu uhličitého přes stavovou rovnici plynu.

3.2.2 Vliv koncentrace roztoku hydroxidu sodného na míru reakce s plynem

Teoretický úvod:

S hydroxidem sodným se setkáváme v celé řadě odvětví chemického, ale i jiného průmyslu, kde se využívá například k výrobě mýdel a povrchově aktivních látek, v domácnostech k čištění potrubí a k řadě anorganických i organických syntéz. Důležitý je tento hydroxid i u výroby hliníku, kde se jím louží rozemletý bauxit, samozřejmě také v textilním průmyslu, papírenském, koželužství atd. V různých odvětvích průmyslu se však užívají různé koncentrace tohoto hydroxidu, právě z hlediska toho, do jaké míry má proběhnout chemická reakce.

Pomůcky:

LabQuest 2 (nebo jiný typ rozhraní), čidlo tlaku plynu, váhy, stojan, držák, svorka, skleněná lodička na navažování, laboratorní lžička, magnetická míchačka, magnetické míchadlo, dvouhrdlá zábrusová baňka s kulatým dnem o objemu 500 ml, pipeta, pipetovací balonek, kádinka, ocelová tlaková bomba s CO_2 , dvoucestný skleněný kohout se zábrusem a gumové hadice.

Chemikálie:

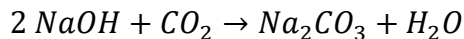
Hydroxid sodný, destilovaná voda a tuk na mazání zábrusů.

Pracovní postup:

Suchou dvouhrdlou baňku upevníme pomocí držáku a svorky ke stojanu. Dáme ji do výšky asi 20 cm od plochy stojanu. Dále na stojan umístíme magnetickou míchačku. Pomocí pipety odpipetujeme 10 ml destilované vody, kterou následně nalijeme do baňky. Do baňky s vodou dále vložíme magnetické míchadlo. Na vahách si navážíme 0,2 g hydroxidu sodného. Pro vážení použijeme skleněnou lodičku, ne papír, protože hydroxid na vzduchu okamžitě vlhne a přes papír by mohlo dojít k poškození vah. Avšak ani na skleněné lodičce nenecháváme hydroxid příliš dlouhou dobu, jelikož by mohlo dojít k naleptání skla. Po navážení nasypeme obsah lodičky do baňky s vodou a magnetickým míchadlem. Baňku poté ze stojanu uvolníme a dáme ji co nejbližší nad magnetickou míchačku (zhruba 2 cm), kterou poté zapneme, abychom pomocí míchání urychlili rozpuštění hydroxidu ve vodě. Během

doby rozpouštění si přichystáme Vernier LabQuest 2 (buďto nabitý, nebo jej připojíme na zdroj napětí) a zapneme ho, k němu připojíme čidlo tlaku plynu, které pomocí hadičky napojené na gumovou zátku vložíme do jednoho hrdla baňky. Dále tukem namažeme zábrus u skleněného kohoutu. Kohout vložíme do druhého hrdla baňky. Po této době již bude hydroxid rozpuštěný a můžeme ukončit míchání. Na LabQuestu nastavíme dobu, za kterou budeme reakci zaznamenávat, pro naše účely postačí 900 s. Máme-li již vše připravené, budeme jímat oxid uhličitý z ocelové tlakové láhve. Na ventil na tlakové láhvi nasadíme gumovou hadici, kterou následně napojíme na kohout nasazený v hrdle baňky. Po spuštění přívodu oxidu uhličitého se snažíme baňku co nejvíce naplnit plynem. Poté zastavíme přívod oxidu uhličitého. Na Vernier LabQuestu zapneme sběr dat a spustíme magnetickou míchačku. Po 900 s se měření automaticky zastaví, poté vypneme magnetickou míchačku a uložíme naměřené data v LabQuestu. Stejným způsobem provedeme měření i pro jiné koncentrace hydroxidu sodného s tím, že objem destilované vody zůstane stejný, mění se pouze množství naváženého hydroxidu. Postupně budeme dále navažovat o 0,2 g hydroxidu více a zastavíme se na hodnotě 2,0 g hydroxidu sodného.

Rovnice:



Výpočty:

Nejprve budou uvedeny obecné vzorce, které využijeme při následujících výpočtech. Dále bude předložen vzorový výpočet molární koncentrace hydroxidu sodného pro určité množství hydroxidu sodného rozpuštěného v 10 ml vody. Výpočty pro ostatní koncentrace hydroxidu se budou provádět stejným způsobem, ale uvedeny již nebudou.

Výpočet látkového množství:

$$n = \frac{m}{M}$$

Výpočet molární koncentrace:

$$c = \frac{n}{V}$$

Vzorový výpočet: Výpočet molární koncentrace 2 g hydroxidu sodného v 10 ml vody.

$$m_1 = 0,2 \text{ g}$$

$$M_{NaOH} = 40,00 \text{ g/mol}$$

$$V_{H_2O} = 10^{-3} \text{ l}$$

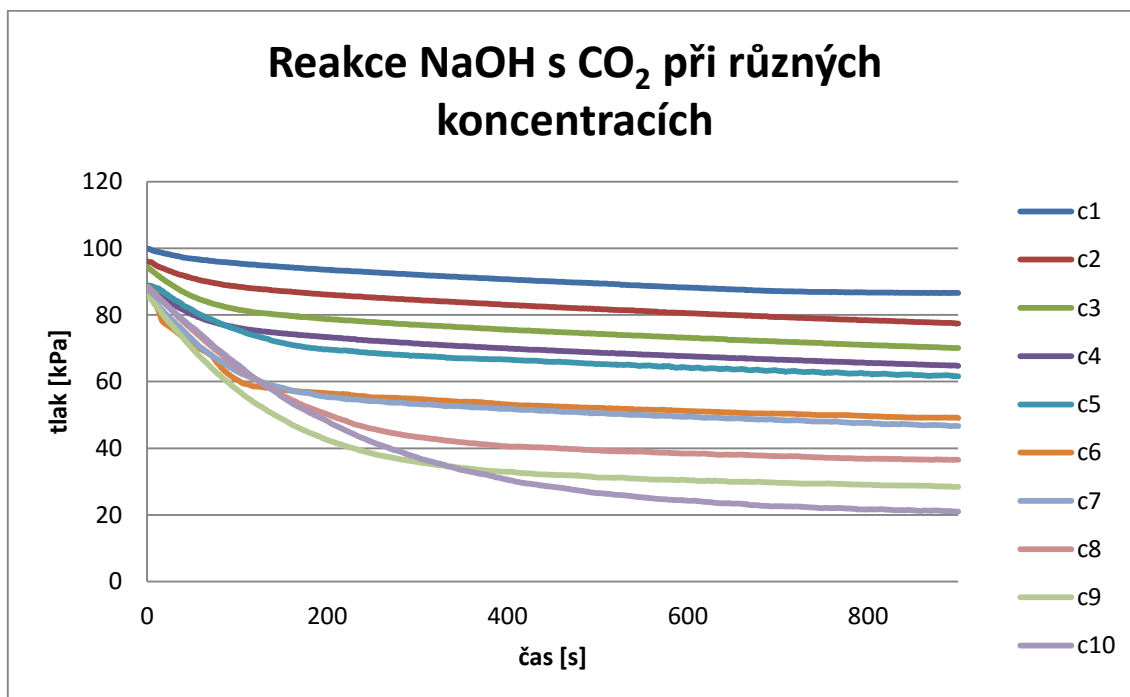
$$n_1 = \frac{m}{M} = \frac{0,2}{40} = 0,005 \text{ mol}$$

$$c_1 = \frac{n}{V} = \frac{0,005}{10^{-3}} = 0,5 \text{ mol/l}$$

Množství a koncentrace hydroxidu sodného použitých při experimentu:

$m_1 = 0,2 \text{ g}$	$c_1 = 0,5 \text{ mol / l}$	$m_6 = 1,2 \text{ g}$	$c_6 = 3,0 \text{ mol / l}$
$m_2 = 0,4 \text{ g}$	$c_2 = 1,0 \text{ mol / l}$	$m_7 = 1,4 \text{ g}$	$c_7 = 3,5 \text{ mol / l}$
$m_3 = 0,6 \text{ g}$	$c_3 = 1,5 \text{ mol / l}$	$m_8 = 1,6 \text{ g}$	$c_8 = 4,0 \text{ mol / l}$
$m_4 = 0,8 \text{ g}$	$c_4 = 2,0 \text{ mol / l}$	$m_9 = 1,8 \text{ g}$	$c_9 = 4,5 \text{ mol / l}$
$m_5 = 1,0 \text{ g}$	$c_5 = 2,5 \text{ mol / l}$	$m_{10} = 2,0 \text{ g}$	$c_{10} = 5,0 \text{ mol / l}$

Vyhodnocení:



Obrázek 6: Vliv koncentrace roztoku hydroxidu sodného na míru chemické reakce s oxidem uhličitým

Graf vyjadřující závislost změny tlaku na čase u reakce různých koncentrací vodného roztoku hydroxidu sodného s oxidem uhličitým je vyobrazen na Obrázku 6. V grafu můžeme vidět deset křivek, z nichž každá představuje jinou koncentraci, kde křivka c_1 představuje nejnižší koncentraci a křivka c_{10} nejvyšší koncentraci. Nejmeně výrazný pokles tlaku zaznamenáváme v případě, kdy měla látka nejmenší hodnotu koncentrace. U dalších křivek sledujeme takřka lineárně se snižující tlak. Nejvýraznější pokles tlaku tudíž nejvyšší míra chemické reakce proběhla při nejvyšší koncentraci hydroxidu.

Zařazení experimentu do výuky:

Zařazení experimentu do výuky chemie, především do části anorganické chemie k učivu o hydroxidu sodném a jeho využití, dále také k oxidu uhličitému, především k jeho chemickým vlastnostem. Tento experiment je vhodné zařadit i do výuky obecné chemie, kde se studenti mohou zabývat závislostí koncentrací látek při průběhu chemických reakcí. Dále také řadíme výpočty spojené s experimentem k výpočtům koncentrace, taktéž v rámci obecné chemie. Značné využití mají různé koncentrace tohoto hydroxidu také v analytické chemii, ve které je hydroxid sodný využíván jako titrační činidlo. Jak již bylo uvedeno v teoretickém úvodu je hydroxid sodný využíván v řadě průmyslového odvětví v různých koncentracích, proto je vhodné se zmínit ve výuce o tomto experimentu.

3.2.3 Adsorpce plynů

Teoretický úvod:

Adsorpce je jev, při kterém dochází ke koncentraci látek na fázovém rozhraní. Základní definice heterogenní soustavy popisuje fázové rozhraní jako bezrozměrnou oblast dvou fází, ve které se vlastnosti jedné fáze mění skokem na vlastnosti druhé fáze, správně tomu tak ovšem není. Ve skutečnosti má fázové rozhraní velmi malou tloušťku (na úrovni několika molekulárních vrstev), kde dochází ke změně vlastností fází kontinuálně, ne skokem. Na fázovém rozhraní se mohou hromadit některé ze složek stýkajících se fází a to je právě adsorpce. Adsorpce se vždy účastní látky alespoň dvou různých fází. Pro chemickou praxi je velmi důležitý případ rozhraní tuhá fáze-plyn a tuhá fáze-roztok, my se budeme věnovat pouze prvnímu z uvedených typů rozhraní. Látky, na jejichž povrchu dochází k adsorpci nazýváme adsorbenty nebo také sorbenty. Jedná se většinou o tuhé pórovité látky nebo o látky velmi jemně rozptýlené. Látky adsorbující se označujeme jako adsorbáty. Mezi nejrozšířenější a nejznámější adsorbenty patří aktivní uhlí, silikagel, zeolity, uhlíkatá molekulová síta, alumina a další. /6/, /53/, /54/

Podle typu sil, které působí mezi adsorbentem a adsorbátem rozlišujeme adsorpci chemickou (chemisorpci) a adsorpci fyzikální. Fyzikální adsorpce je zprostředkována slabými a nespecifickými interakcemi typu van der Waalsových interakcí. Fyzikální adsorpce díky dosahu těchto sil může probíhat do více vrstev, je označovaná jako polymolekulární a adsorbované molekuly lze snadno odstranit zahříváním. Fyzikální adsorpce je tak tedy dokonale reverzibilní. Chemická adsorpce je úzce specifická, závisí na chemických vlastnostech molekul adsorbentu a adsorbátu. Je zprostředkována silnými a specifickými interakcemi. Většinou jsou molekuly adsorbátu zachyceny jen na určitých místech povrchu adsorbentu (aktivní místa) a tvoří tak na povrchu monomolekulární pevně vázanou vrstvu. Desorpce adsorbovaných molekul z povrchu adsorbentu je proveditelná jen za velmi vysokých teplot a reverzibilita adsorpce je v tomto případě problematická. /6/, /53/, /54/

Ponecháme-li adsorbent ve styku s omezeným objemem plynu, projeví se adsorpce snížením tlaku, to si můžeme zjednodušeně představit jako kondenzaci plynu na povrchu tuhé fáze za vytvoření velmi tenké vrstvy kapaliny, pokrývající tento povrch. To nám napovídá, jak odstranit z povrchu adsorbentu adsorbovanou látku. Stačí celý systém dostatečně zahřát, pak dojde v podstatě k odpaření vrstvičky adsorbátu z povrchu adsorbentu. Teplota je jedním z důležitých faktorů při uplatňování adsorpce. Je-li teplota dostatečně nízká, adsorpce roste, při vyšších teplotách naopak adsorpce klesá. /6/, /54/

Nejčastěji dochází k vyjádření stupně adsorpce dané látky pomocí adsorpční izotermy. Adsorpční izoterma vyjadřuje závislost naadsorbovaného množství na tlaku adsorbátu, kdy teplota je konstantní. K vyhodnocování experimentálních výsledků se používají různé typy izoterem. Nejznámější a nejpoužívanější typy izoterem jsou Freundlichova, ta vyhovuje zejména při nižších tlacích a Langmuirova, která byla teoreticky odvozena na základě tvorby jediné adsorpční vrstvy. /53/, /54/

Pomůcky:

LabQuest 2 (nebo jiný typ rozhraní), čidlo tlaku plynu, váhy, stojan, držák, svorka, skleněná lodička na navažování, laboratorní lžička, dvouhrdlá zábrusová baňka s kulatým dnem o objemu 500 ml, kádinka, ocelová tlaková bomba s CO₂, vývěva se zemním plynem, dvoucestný skleněný kohout se zábrusem a gumové hadice.

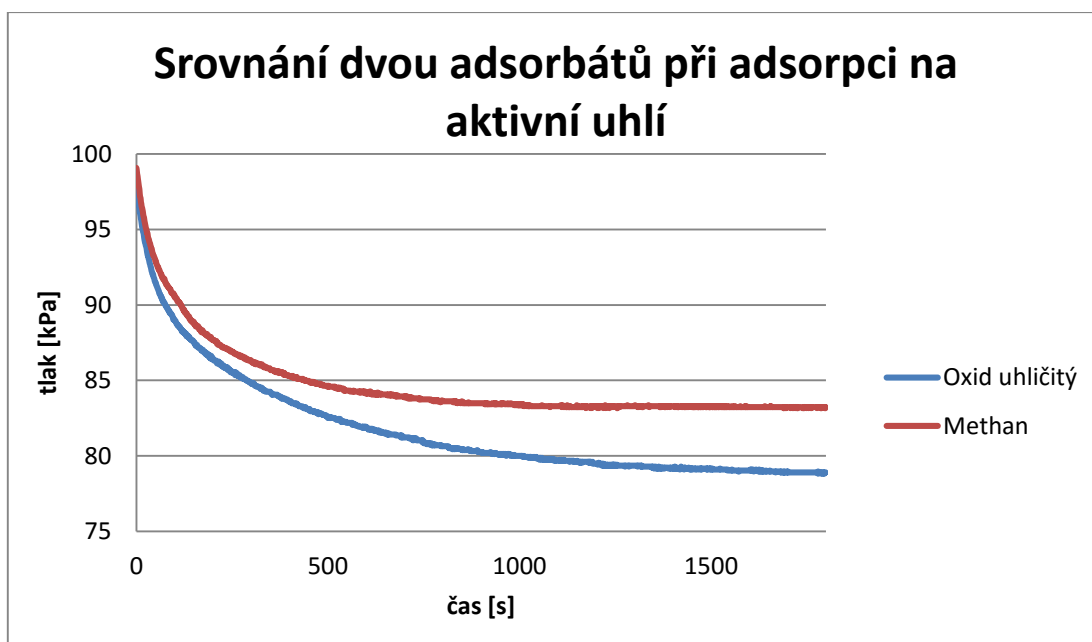
Chemikálie:

Práškové aktivní uhlí, práškový silikagel, oxid uhličitý, methan (zemní plyn) a tuk na mazání zábrusů.

Úkol č. 1: Srovnání dvou různých adsorbátů za použití aktivního uhlí jako adsorbentu**Pracovní postup:**

Suchou dvouhrdlou baňku upevníme pomocí držáku a svorky ke stojanu. Dáme ji do výšky asi 20 cm od plochy stojanu. Na vahách si navážíme 10 g práškového aktivního uhlí. Pro vážení použijeme skleněnou lodičku. Po navážení nasypeme obsah lodičky do baňky upevněné ve stojanu. Dále si přichystáme Vernier LabQuest 2 (buďto nabitý, nebo jej připojíme na zdroj napětí) a zapneme ho, k němu připojíme čidlo tlaku plynu, které pomocí hadičky napojené na gumovou zátku vložíme do jednoho hrdla baňky. Dále tukem namažeme zábrus u skleněného kohoutu. Kohout vložíme do druhého hrdla baňky. Na LabQuestu nastavíme dobu, za kterou budeme reakci zaznamenávat, pro měření adsorpce nastavíme 1800 s. Máme-li již vše připravené, budeme jímát oxid uhličitý z ocelové tlakové láhve. Na ventil na tlakové láhvi nasadíme gumovou hadici, kterou následně napojíme na kohout nasazený v hrdle baňky. Po spuštění přívodu oxidu uhličitého se snažíme baňku co nejvíce naplnit plynem. Poté zastavíme přívod oxidu uhličitého. Na Vernier LabQuestu zapneme sběr dat. Po 1800 s se měření automaticky zastaví, poté uložíme naměřené data v LabQuestu. Stejným způsobem provedeme další měření, kde místo oxidu uhličitého použijeme methan, který budeme jímát z vývěvy zemního plynu.

Vyhodnocení:



Obrázek 7: Časová změna tlaku při adsorpci oxidu uhličitého a methanu na aktivní uhlí

Graf vyjadřující závislost změny tlaku plynů na čase je zobrazen na Obrázku 7. Na grafu vidíme dvě křivky. Každá z křivek představuje jeden plyn (modrá oxid uhličitý, červená methan), který se jako adsorbát adsorboval na povrch aktivního uhlí. Pravidlo u uplatňování fyzikální adsorpce závisí na polaritě vazeb. Obecně platí, že na nepolární adsorbent se lépe adsorbuje i nepolární adsorbát. Jak můžeme v grafu vidět, jeden z plynů se adsorboval lépe. Příčinou tohoto rozdílného chování je skutečnost, že molekula oxidu uhličitého, byť se stejně jako v případě methanu jedná o nepolární látku, je výrazně lépe polarizovatelná než molekula methanu. Adsorpce plynů je v tomto případě procesem ryze fyzikálním, a její míra bude určena mírou nekovalentních interakcí mezi molekulami plynu a molekulami (atomy) adsorbentu. Mezi molekulami oxidu uhličitého a povrchem aktivního uhlí tak v důsledku jejich vyšší polarizovatelnosti vznikají energeticky výhodnější van der Waalsovy interakce.

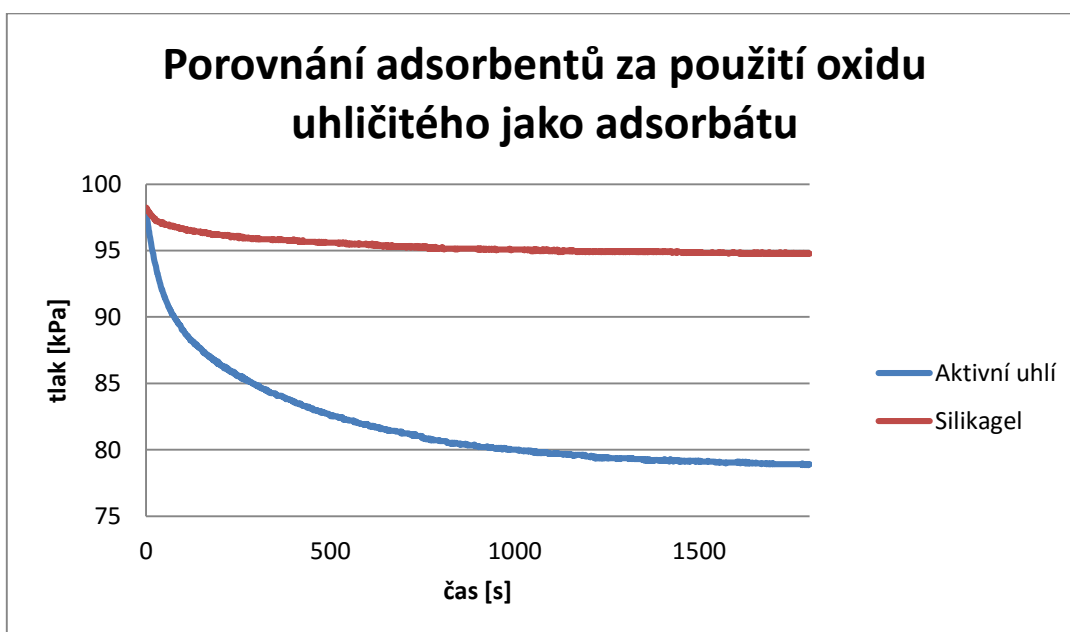
Úkol č. 2: Porovnání dvou různých druhů adsorbentů za použití oxidu uhličitého jako adsorbátu

Pracovní postup:

Suchou trojhrdlou baňku upevníme pomocí držáku a svorky ke stojanu. Dáme ji do výšky asi 20 cm od plochy stojanu. Na vahách si navážíme 10 g práškového aktivního uhlí. Pro vážení použijeme skleněnou lodičku. Po navážení nasypeme obsah lodičky do baňky

upevněné ve stojanu. Dále si přichystáme Vernier LabQuest 2 (buďto nabitý, nebo jej připojíme na zdroj napětí) a zapneme ho, k němu připojíme čidlo tlaku plynu, které pomocí hadičky napojené na gumovou zátku vložíme do jednoho hrdla baňky. Dále tukem namažeme zábrusy u skleněného kohoutu a skleněné zátky. Kohout vložíme do druhého hrdla baňky. Na LabQuestu nastavíme dobu, za kterou budeme reakci zaznamenávat, pro měření adsorpce nastavíme 1800 s. Máme-li již vše připravené, budeme jímát oxid uhličitý z ocelové tlakové láhve. Na ventil na tlakové láhvi nasadíme gumovou hadici, kterou následně napojíme na kohout nasazený v hrdle baňky. Po spuštění přívodu oxidu uhličitého se snažíme baňku co nejvíce naplnit plynem a uzavřít ji zábrusovou zátkou. Poté zastavíme přívod oxidu uhličitého. Na Vernier LabQuestu zapneme sběr dat. Po 1800 s se měření automaticky zastaví, poté uložíme naměřené data v LabQuestu. Stejným způsobem provedeme další měření, kde místo aktivního uhlí použijeme práškový silikagel.

Vyhodnocení:



Obrázek 8: Časová změna tlaku při adsorpci oxidu uhličitého na aktivní uhlí a silikagel

Stejně jako Obrázek 7, i Obrázek 8 znázorňuje graf závislosti velikosti tlaku na čase. Na grafu můžeme vidět dvě křivky, z nichž každá znázorňuje jeden typ adsorbentu (modrá aktivní uhlí, červená silikagel), na kterém došlo k adsorpci oxidu uhličitého. I zde se jedná o fyzikální druh adsorpce. Tento graf poukazuje na skutečnost, že při adsorpci na aktivním uhlí dochází k podstatně výraznějšímu poklesu tlaku než na silikagel. Tato skutečnost je dána tím, že na aktivní uhlí, které představuje nepolární adsorbát, se oxid uhličitý adsorbuje jako

nepolární adsorbent mnohem ochotněji než na silikagel. Příčinou toho je elektrostatické přitahování a odpuzování polárních skupin. Platí, že nepochární molekuly se lépe adsorbují na nepolární adsorbenty. Silikagel je právě polární adsorbát, na který by se lépe adsorboval polární adsorbent (například voda) než nepolární oxid uhličitý.

Zařazení experimentu do výuky:

Takovéto typy experimentů, které byly výše popsány, bych zařadila jak do výuky chemie, tak i fyziky na středních školách. Možností zařazení těchto experimentů do jednotlivých fází výuky je značné. Příkladem budiž učivo obecné chemie, konkrétněji učivo týkající se vlastností molekul i chemických vazeb v nich přítomných, vzájemných interakcí mezi molekulami a nekovalentních interakcí typu van der Waalsových sil, apod. Velký prostor skýtá chemie aplikovaná, ať už průmyslová nebo ta domácí. Ve výuce fyziky lze experimenty využít při výkladu skupenských stavů látek, vztahů mezi skupenským stavem látek a vnějšími fyzikálními podmínkami, mezifázových rovnováh, pojmu tlak, a tak dále. V biologii potom najde uplatnění například již výše zmíněné živočišné uhlí. Při tomto experimentu dochází k integraci několika oborů přírodovědné oblasti.

3.2.4 Reakce octa se sodou

Teoretický úvod:

Oxid uhličitý je možno připravit několika způsoby. Jedním z nejjednodušších způsobů jeho přípravy je reakce octa s jehlou sodou, tedy 8% roztokem kyseliny octové a hydrogenuhlíčanu sodného. Další způsoby jeho laboratorní přípravy jsou rozkladem uhličitánů silnými kyselinami (sírovou, chlorovodíkovou atd.) nebo tepelným rozkladem hydrogenuhlíčanů a některých uhličitánů. V průmyslu je oxid uhličitý získáván jako vedlejší produkt při výrobě vodíku. Výroba probíhá podle dvou reakcí. První z reakcí je katalyzovaná reakce methanu s vodou, druhou je reakce oxidu uhelnatého s vodou. Dále oxid uhličitý vzniká při spalování uhlí za dostatečného přístupu vzduchu. Vzniklý plyn je snadno zkapalnitelný. Je rozpustný ve vodě, v polárních rozpouštědlech méně. Oxid uhličitý je důležitou průmyslovou chemikálií, využití závisí na jeho fyzikálních vlastnostech. Oxid uhličitý se používá jako chladicí médium (jako suchý led), plyn pro inertní atmosféru, náplň sněhových hasicích přístrojů, k sycení nápojů atd. /51/, /55/

Pomůcky:

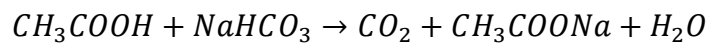
LabQuest 2 (nebo jiný typ rozhraní), čidlo tlaku plynu, váhy, stojan, držák, svorka, skleněná lodička na navažování, laboratorní lžička, magnetická míchačka, magnetické míchadlo, trojhrdlá zábrusová baňka s kulatým dnem o objemu 500 ml, pipeta, pipetovací balonek, kádinka, přikapávací nálevka se zábrusem, skleněný kohout se zábrusem a gumové hadice.

Chemikálie:

Ocet, jedlá soda, tuk na mazání zábrusů.

Pracovní postup:

Suchou trojhrdlou baňku upevníme pomocí držáku a svorky ke stojanu. Dáme ji do výšky asi 20 cm od plochy stojanu. Dále na stojan umístíme magnetickou míchačku. Na vahách si navážíme 1 g jedlé sody. Pro vážení použijeme skleněnou lodičku. Po navážení nasypeme obsah lodičky do baňky upevněné ve stojanu. Dovnitř baňky také přidáme magnetické míchadlo. Dále si přichystáme Vernier LabQuest 2 (buďto nabitý, nebo jej připojíme na zdroj napětí) a zapneme ho, k němu připojíme čidlo tlaku plynu, které pomocí hadičky napojené na gumovou zátku vložíme do jednoho hrdla baňky. Dále tukem namažeme zábrusy u skleněného kohoutu a přikapávací nálevky. Nálevku vložíme do prostředního hrdla baňky, aby přikapávání probíhalo kolmo na jedlou sodu. Do nálevky nalijeme 10 ml octa. Skleněný kohout nasadíme do posledního hrdla baňky. Všechny hrdla baňky spolu s připojenými komponenty pro lepší utěsnění předěláme parafilmem. Dále připojíme ke skleněnému kohoutu jeden konec gumové hadice a ke zdroji vakua druhý konec. Jakmile bude vše připojené a utěsněné, můžeme začít odsávat vzduch, abychom snížili tlak v baňce. Tlak snižujeme pokud možno co nejvíce, alespoň na 50 kPa. Po dosažení této hodnoty zastavíme zdroj vakua a uzavřeme kohout. Na LabQuestu nastavíme dobu, za kterou budeme reakci zaznamenávat, pro měření tohoto experimentu postačí 900 s. V tomto okamžiku je vhodné zapnout magnetickou míchačku. Na Vernier LabQuestu zapneme sběr dat, a hned poté začneme přikapávat ocet. Budeme přikapávat ve třech intervalech, první dva po 3 ml a v posledním intervalu již celé zbylé množství. První přikapávání proběhlo při 0 s, další ocet aplikujeme vždy po 300 s. Při posledním přikapávání musíme dbát toho, abychom nevypustili do naší soustavy i vzduch. Po dosažení 900 s se měření automaticky zastaví, musíme vypnout magnetickou míchačku, nakonec uložíme naměřené data v LabQuestu.

Reakce:**Výpočty:**

$$m_{NaHCO_3} = 1 \text{ g}$$

$$M_{NaHCO_3} = 84,01 \text{ g/mol}$$

$$M_{CH_3COOH} = 60,05 \text{ g/mol}$$

$$\rho_{octa} = 1,0093 \text{ g/cm}^3$$

$$n_{NaHCO_3} = \frac{m}{M} = \frac{1}{84,01} = 0,012 \text{ mol}$$

$$m_{CH_3COOH} = n_{NaHCO_3} \times M_{CH_3COOH} = 0,012 \times 60,05 = 0,721 \text{ g}$$

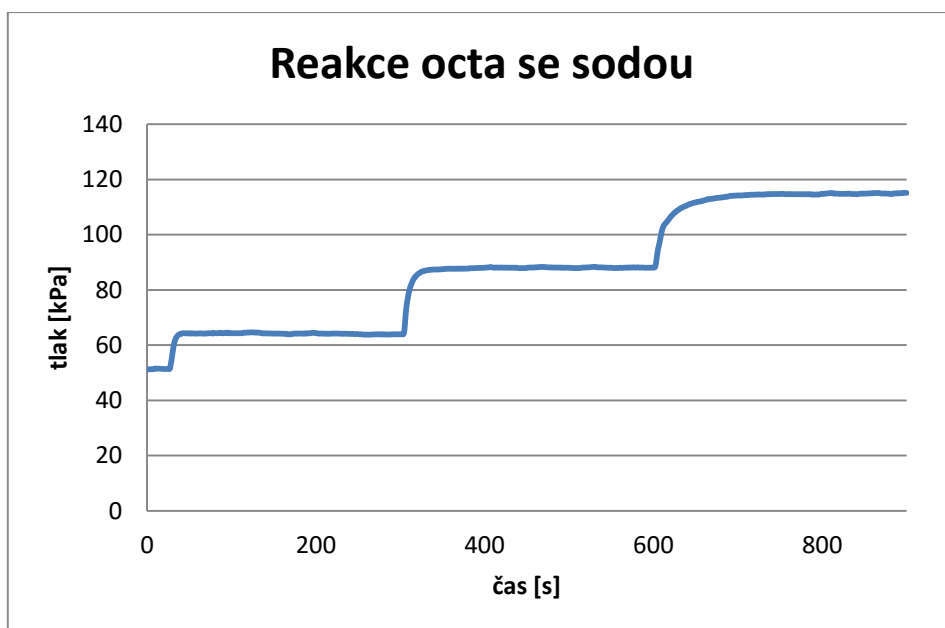
$$w_{octa} = \frac{m_{CH_3COOH}}{m_{octa}}$$

$$m_{octa} = \frac{m_{CH_3COOH}}{w_{octa}} = \frac{0,721}{0,08} = 9,013 \text{ g}$$

$$\rho_{octa} = \frac{m_{octa}}{V_{octa}}$$

$$V_{octa} = \frac{m_{octa}}{\rho_{octa}} = \frac{9,013}{1,0093} = 8,93 \text{ ml}$$

Vyhodnocení:



Obrázek 9: Časová změna tlaku u reakce octa se sodou

Graf znázorňující přírůstek tlaku v důsledku chemické reakce, kterou vzniká plyn, je vyobrazen na Obrázku 9. V grafu sledujeme průběh křivky. Při chemické reakci octa s jedlou sodou vzniká oxid uhličitý, to můžeme považovat za jednu z nejjednodušeji provedených příprav tohoto plynu. Probíhá-li reakce v uzavřené nádobě, způsobí tak vznikající oxid uhličitý nárůst tlaku. Na křivce můžeme vidět jednotlivé skoky, které jsou výsledkem trojnásobného přikapávání octa do reakční nádoby s jedlou sodou. Vidíme, že velikost skoků se postupně zvyšovala, to bylo dáno i tím, že s přibývajícím kapalinou se zvyšoval tlak jednak vznikajícím plynem a jednak i množstvím přidané kapaliny.

Zařazení experimentu do výuky:

Experiment se týká oxidu uhličitého a hydrogenuhličitanu sodného, což jsou známé anorganické látky, zle ho tedy zařadit k výuce přímo určitých částí anorganické chemie. Určitě je vhodná demonstrace tohoto pokusu právě jako příklad jeho přípravy oxidu uhličitého, protože se setkáváme s velmi levnými chemikáliemi, které jsou dostupné v každé domácnosti. To můžeme rovnou spojit s tím, že s nárůstem plynu v uzavřené nádobě stoupá tlak, to je tedy spíše předmětem fyziky, ale i integrace oborů je velmi důležitá. Dále je vhodné experiment zařadit k výuce organické chemie, to především z důvodu použité málo koncentrované kyseliny octové tedy octa, experiment by byl samozřejmě proveditelný i s koncentrovanou kyselinou octovou, ale ocet je dostupnější a práce s ním je méně

nebezpečná. Můžeme ho zařadit do učiva obecné chemie i fyziky, především z hlediska mnoha výpočtů a poznatků. Jedná se o molární objem a výpočty objemu plynu, dále se dá využít při vysvětlení učiva o látkovém 8% roztok. množství a koncentraci, kde je důležitý přepočít právě koncentrované kyseliny octové na její a u stavové rovnice ideálního plynu.

3.3 Návod na realizaci experimentu

Úkol: Srovnajte reakce hydroxidů alkalických kovů a kovů alkalických zemin s oxidem uhličitým na základě změny tlaku pomocí systému Vernier

Teoretický úvod:

Hydroxidy alkalických kovů lze připravit reakcí oxidů s vodou. Tyto hydroxidy tvoří nejsilnější zásady ze všech hydroxidů. S kyselinami a kyselinotvornými oxidy poskytují příslušné soli. Téměř všechny sloučeniny alkalických kovů jsou ve vodě rozpustné, to je spojeno se značným uvolňováním tepla. Jejich koncentrované roztoky leptají pokožku a jsou velice nebezpečné pro oči. Hydroxidy kovů alkalických zemin lze připravit taktéž reakcí oxidu s vodou, nebo vznikají reakcí alkalických hydroxidů se solemi kovů alkalických zemin. Hydroxidy kovů alkalických zemin jsou silně bazické, ale na hydroxidy alkalických kovů nedosahují.

Pomůcky:

LabQuest 2, čidlo tlaku plynu, váhy, stojan, držák, svorka, skleněná lodička na navažování, laboratorní lžička, magnetická míchačka, magnetické míchadlo, trojhrdlá zábrusová baňka s kulatým dnem o objemu 500 ml, pipeta, pipetovací balonek, kádinka, ocelová tlaková bomba s CO_2 , skleněná zábrusová zátka, skleněný kohout se zábrusem a gumové hadice.

Chemikálie:

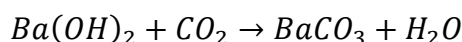
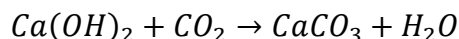
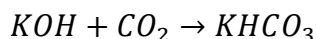
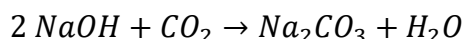
Destilovaná voda, hydroxid sodný, hydroxid draselný, hydroxid vápenatý, hydroxid barnatý, oxid uhličitý a tuk na mazání zábrusů.

Návod na přípravu:

1) Do trojhrdlé baňky upevněné ke stojanu odpipetujete 10 ml H_2O . Magnetickou míchačku umístíte pod baňku s vodou, a do baňky vložte magnetické míchadlo.

- 2) Na skleněné lodičce (nebo hodinovém sklu) navažte 1 g hydroxidu sodného, ten následně převed'te do baňky s vodou a pomocí míchání homogenizujte roztok.
- 3) K dataloggeru, který máte k dispozici a připojte čidlo tlaku plynu a následně čidlo propojte pomocí hadičky a gumové zátky do hrdla baňky.
- 4) Tukem namažte zábrusové části skleněného kohoutu a skleněné zátky, poté vložte kohout do dalšího hrdla baňky.
- 5) K měření reakce nastavte 900 s v určitém dataloggeru.
- 6) Z tlakové láhve odeberte oxid uhličitý pomocí hadic přímo do baňky, poslední otvor baňky uzavřete skleněnou zátkou a zapněte sběr dat na dataloggeru.
- 7) Po 900 s se měření automaticky zastaví, poté uložte naměřená data v dataloggeru.
- 8) Stejným způsobem proved'te měření i pro ostatní hydroxidy.

Reakce:



Výpočty:

Nejprve budou uvedeny obecné vzorce, které využijte při následujících výpočtech. Dále bude předložen vzorový výpočet objemu oxidu uhličitého potřebného při reakci s 1 g hydroxidu sodného. Výpočty objemů oxidu uhličitého potřebných při reakcích s ostatními hydroxidy se budou provádět stejným způsobem.

Vztah pro výpočet látkového množství:

$$n = \frac{m}{M}$$

Stavová rovnice plynu:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

Vzorový výpočet: Výpočet objemu CO₂, který je třeba na reakci s 1 g NaOH

$$M_{(NaOH)} = 40,00 \text{ g/mol}$$

$$n_{NaOH} = \frac{m}{M} = \frac{1}{40,00} = 0,025 \text{ mol}$$

$$M_{(CO_2)} = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$m_{CO_2} = \frac{n}{2} M = \frac{0,025}{2} \times 44,01 = 0,550 \text{ g}$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$V_{CO_2} = \frac{mRT}{Mp} = \frac{0,550 \times 8,314 \times 293,15}{44,01 \times 101,325} = 0,301 \text{ dm}^3$$

Vyhodnocení:

Vyhodnocení proved'te pomocí grafu, který bude představovat závislost tlaku na čase a to pomocí naměřených dat v softwaru Logger Pro nebo např. v Microsoft Office Excel. Do výpočtů proved'te výpočty pro objemy oxidu uhličitého při reakci s ostatními hydroxidy pomocí obecných vzorců a vzorového výpočtu.

4 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvořit vzorové výukové experimenty představující systém Vernier. Konkrétně se jedná o experimenty s plynnou fází, které žákům a studentům ozřejmí jak základní fyzikální vlastnosti plynné fáze, tak i chování plynů v průběhu chemických reakcí. Vyvíjené experimenty využívají školního experimentálního systému Vernier, který umožňuje efektivní a názorné měření velké škály fyzikálních a fyzikálně-chemických veličin.

V rámci teoretické části byla nejprve popsána plynná fáze z hlediska obecných fyzikálních zákonitostí a základních plynových zákonů. Dále byly analyzovány rámcové vzdělávací programy pro jednotlivé etapy vzdělávání, konkrétně se jednalo o rámcové vzdělávací programy pro základní vzdělávání, gymnázia a střední odborné vzdělávání. Byl v nich hledán obsah týkající se problematiky plynů. Tento obsah byl uspokojivě nalezen ve vzdělávacích oblastech Člověk a jeho svět, Člověk a příroda a Přírodovědné vzdělání. Každá z těchto vzdělávacích oblastí zahrnuje dílčí předměty, v nichž se problematiky plynů prolíná. U vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět, která je součástí RVP pro základní vzdělávání se to týkalo především předmětů prvouky a přírodovědy. Vzdělávací oblast Člověk a příroda je obsažena v RVP pro základní vzdělávání, kde je zastoupena předměty fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis i v RVP pro gymnázia, zde je tvořena předměty fyzika, chemie, biologie, geografie a geologie. Poslední ze zmíněných vzdělávacích oblastí Přírodovědné vzdělání je součástí RVP pro střední odborné obory, která je tvořena fyzikálním vzděláním, chemickým vzděláním a biologickým a ekologickým vzděláním. V poslední řadě byla v teoretické části provedena analýza učebnic chemie a částečně i fyziky. Učebnice chemie byly hodnoceny ze dvou hledisek. První z nich byla didaktická vybavenost učebnic, která byla provedena na základě metody míry didaktické vybavenosti učebnic uvedené Janem Průchou v knize Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média. Dále byly učebnice hodnoceny podle toho, do jaké míry je v nich obsaženo požadované učivo o plynech. Bylo hodnoceno osm sad učebnic pro základní školy, dvě sady učebnic pro střední školy a šest dílčích učebnic pro střední školy, z nichž jedna byla cizojazyčná. V didaktickém hodnocení dopadly lépe učebnice pro základní školy než pro střední školy. Celkové koeficienty didaktické vybavenosti učebnic se u učebnic pro ZŠ pohybovaly v rozmezí od 53-81 %, u učebnic pro SŠ v rozmezí 47-69 %. Nejlépe didakticky vyhodnocenými sadami učebnic byly pro ZŠ: Základy praktické chemie 1, Základy praktické chemie 2 a Chemie: Úvod do obecné a anorganické chemie, Chemie: Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších

chemických oborů. Ze středoškolských učebnice dopadla v tomto hodnocení nejlépe sada učebnic Chemie /obecná a anorganická/ I pro gymnázia, Chemie /organická a biochemie/ II pro gymnázia. V rámci požadovaného učiva o plynech splňovaly všechny učebnice požadovanou normu obsaženou v RVP.

V rámci praktické části byl nejprve představen systém Vernier, kde byly popsány jednotlivé přístroje. Popsán byl datalogger LabQuest 2, čidlo tlaku plynu, čidlo oxidu uhličitého a čidlo plynného kyslíku. Praktická část dále zahrnuje čtyři komplexní experimenty, které mají za úkol především poukázat na možnosti, které systém Vernier přináší při provádění experimentů s plyny společně s jejich aplikací ve výuce. Připravené experimenty jsou při určitých úpravách aplikovatelné ve výuce na základních i středních školách. Výsledkem je samozřejmě pouze zlomek možností, které nám příroda i systém Vernier nabízí. Bakalářská práce tak představuje spíše odrazový můstek pro vývoj podstatně širší škály pokusů pro různé stupně vzdělávání v přírodovědných oborech. Navržené experimenty jsou trojího typu. Prvním typem experimentů jsou ty, při kterých dochází k poklesu tlaku plynu v důsledku jeho spotřeby při chemické reakci, to je principem mnou provedených experimentů *Reakce hydroxidů alkalických kovů a kovů alkalických zemin s oxidem uhličitým* a *Vliv koncentrace roztoku hydroxidu sodného na míru reakce s plynem*. Druhý typ experimentu je věnován nárůstu tlaku v soustavě v důsledku vzniku plynu v průběhu chemické reakce, konkrétně je tomu tak u experimentu *Reakce octa se sodou*. Posledním typem jsou adsorpční experimenty, kde dochází k poklesu tlaku vlivem vazby plynu s pevnou látkou, to se týká experimentu *Adsorpce plynů*. Poslední částí práce je předložený návod na realizaci experimentu.

5 Seznam literatury

- /1/ KLIKORKA, Jiří, Bohumil HÁJEK a Jiří VOTINSKÝ. *Obecná a anorganická chemie*. 2. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1989.
- /2/ VACÍK, Jiří. *Obecná chemie*. 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986.
- /3/ VACÍK, Jiří, Jana BARTHOVÁ, Josef PACÁK, Bohuslav STRAUCH, Miloslava SVOBODOVÁ a František ZEMÁNEK. *Přehled středoškolské chemie*. 4. Praha: SPN, 1999. ISBN 80-7235-108-7.
- /4/ ATKINS, Peter a Julio DE PAULA. *Fyzikální chemie*. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2013. ISBN 978-80-7080-830-6.
- /5/ BEDNAŘÍK, Milan a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 4. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-382-0.
- /6/ FISCHER, Oldřich, Libuše KIŠOVÁ, Milica MIADOKOVÁ a Jiří MOLLIN. *Fyzikální chemie*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984.
- /7/ BARTUŠKA, Karel a Emanuel SVOBODA. *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika*. 5. Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-80-7196-383-7.
- /8/ VYSOUDIL, Miroslav. *Základy fyzické geografie I: Meteorologie a klimatologie*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3892-4.
- /9/ HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika*. 2., přeprac. vyd. Editor Petr DUB, přeložil Miroslav ČERNÝ. Brno: VUTIUM, c2013. ISBN 978-80-214-4123-1.
- /10/ BALADA, Jan a kol. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
- /11/ BALADA, Jan a kol. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: MŠMT, 2015.
- /12/ MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Aplikovaná chemie*. Praha: Národní ústav odborného vzdělávání, 2007.

Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání Aplikovaná chemie dostupný z:
<http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%202844M01%20Aplikovana%20chemie.pdf>

- /13/ PRŮCHA, Jan. *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média: Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-49-4.
- /14/ BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Základy chemie 1: Pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. 1. Praha: Fortuna, 1993. ISBN 80-7168-043-5.
- /15/ BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Základy chemie 2: Pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. 1. Praha: Fortuna, 1995. ISBN 80-7168-205-5.
- /16/ LOS, Petr, Jiřina HEJSKOVÁ a Marta KLEČKOVÁ. *Nebojte se chemie: 1. díl chemie pro základní školu*. 2. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-116-6.
- /17/ LOS, Petr, Marta KLEČKOVÁ a Jiřina HEJSKOVÁ. *Chemie se nebojíme: 2. díl chemie pro základní školu*. 1. Praha: Scientia, 1996. ISBN 80-7183-027-5.
- /18/ BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Základy praktické chemie 1: Pro 8. ročník základní školy*. 1. Praha: Fortuna, 1999. ISBN 80-7168-638-7.
- /19/ BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Základy praktické chemie 2: Pro 9. ročník základní školy*. 1. Praha: Fortuna, 2000. ISBN 80-7168-727-8.
- /20/ BÍLEK, Martin a Jiří RYCHTERA. *Chemie krok za krokem*. 1. Praha: Moby dick, 1999. ISBN 80-86237-03-6.
- /21/ BÍLEK, Martin a Jiří RYCHTERA. *Chemie na každém kroku*. 1. Praha: Moby dick, 2000. ISBN 80-86237-05-2.
- /22/ ČTRNÁCTOVÁ, Hana, František ZEMÁNEK, Miloslava SVOBODOVÁ a Bohuslav DUŠEK. *Chemie pro 8. ročníky základní školy*. 1. Praha: SPN, 1998. ISBN 80-7235-011-0.
- /23/ NOVOTNÝ, Petr a kol. *Chemie pro 9. ročník základní školy*. 1. Praha: SPN, 1998. ISBN 80-7235-031-5.
- /24/ KARGER, Ivo, Danuše PEČOVÁ a Pavel PEČ. *Chemie I pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Olomouc: Prodos, 1999. ISBN 80-7230-027-X.
- /25/ PEČOVÁ, Danuše, Ivo KARGER a Pavel PEČ. *Chemie II pro 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Olomouc: Prodos, 1999. ISBN 80-7230-036-9.

- /26/ ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK. *Chemie 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. Plzeň: Fraus, 2006. ISBN 80-7238-442-2.
- /27/ ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK. *Chemie 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. Plzeň: Fraus, 2007. ISBN 978-80-7238-584-3.
- /28/ MACH, Josef, Irena PLUCKOVÁ a Jiří ŠIBOR. *Chemie: Úvod do obecné a anorganické chemie*. 2. Brno: Nová škola, 2013. ISBN 978-80-7289-448-2.
- /29/ ŠIBOR, Jiří, Irena PLUCKOVÁ a Josef MACH. *Chemie: Úvod do obecné a organické chemie, biochemie a dalších chemických oborů*. 1. Brno: Nová škola, 2011. ISBN 978-80-7289-282-2.
- /30/ MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl*. 3. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998. ISBN 80-7182-055-5.
- /31/ HONZA, Jaroslav a Aleš MAREČEK. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 2. díl*. 1. Vydáno vlastním nákladem, 1996. ISBN 80-902200-4-5.
- /32/ MAREČEK, Aleš a Jaroslav HONZA. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 3. díl*. 1. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000. ISBN 80-7182-057-1.
- /33/ FLEMR, Vratislav a Bohuslav DUŠEK. *Chemie /obecná a anorganická/ I pro gymnázia*. 1. Praha: SPN, 2001. ISBN 80-7235-147-8.
- /34/ KOLÁŘ, Karel, Milan KODÍČEK a Jiří POSPÍŠIL. *Chemie /organická a biochemie/ II pro gymnázia*. 2. Praha: SPN, 2005. ISBN 80-7235-283-0.
- /35/ BANÝR, Jiří, Pavel BENEŠ, Jan HALLY, Karel HOLADA, Petr NOVOTNÝ a Jiří POSPÍŠIL. *Chemie pro střední školy*. 2. Praha: SPN, 2001. ISBN 80-85937-46-8.
- /36/ BENEŠOVÁ, Marika a Hana SATRAPOVÁ. *Odmaturuj! z chemie*. 1. Brno: Didaktis, 2002. ISBN 80-86285-56-1.
- /37/ ŠRÁMEK, Vratislav a Ludvík KOSINA. *Chemie obecná a anorganická*. 1. Olomouc: Fin, 1996. ISBN 80-7182-003-2.
- /38/ PEČOVÁ, Danuše. *Organická chemie*. 2. Olomouc: Olomouc, 2005. ISBN 80-7182-142-X.

- /39/ HILL, Graham a John HOLMAN. *Chemistry in context*. 6. Cheltenham: Nelson Thornes Ltd, 2011. ISBN 978-1-4085-1496-2.
- /40/ BEDNAŘÍK, Milan a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 4. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-382-0.
- /41/ BARTUŠKA, Karel a Emanuel SVOBODA. *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika*. 5. Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-80-7196-383-7.
- /42/ LEPIL, Oldřich, Milan BEDNAŘÍK a Radmila HÝBLOVÁ. *Fyzika pro střední školy I*. 5. Praha: Prometheus, 2012. ISBN 978-80-7196-428-5.
- /43/ Informace dostupné z: <http://www.vernier.com/company/>
- /44/ Informace dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/senzory>
- /45/ Informace dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/labq2/>
- /46/ Informace dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/gps-bta/>
- /47/ Informace dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/co2-bta/>
- /48/ Informace dostupné z: <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/o2-bta/>
- /49/ HOUSECROFT, Catherine E. a Alan G. SHARPE. *Anorganická chemie*. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014. ISBN 978-80-7080-872-6.
- /50/ BROWN, G. I. *Úvod do anorganické chemie*. 1. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1982.
- /51/ KAMENÍČEK, Jiří, Zdeněk ŠINDELÁŘ, Richard PASTOREK a František KAŠPÁREK. *Anorganická chemie*. 4. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2387-6.
- /52/ VOHLÍDAL, Jiří, Alois JULÁK a Karel ŠTULÍK. *Chemické a analytické tabulky*. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-855-5.
- /53/ HRBÁČ, Jan, Libor KVÍTEK a Tatjana NEVĚČNÁ. *Cvičení z fyzikální chemie*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3857-3.
- /54/ http://chemikalie.upol.cz/skripta/fch/FazRov_ads.pdf

/55/ GREENWOOD, N. N. a Alan EARNSHAW. *Chemie prvků*. Praha: Informatorium, 1993.
ISBN 80-85427-38-9.