

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra chemie

**Počítačem podporovaný
školní chemický experiment
a digitální váhy**

Diplomová práce

Autor: Bc. Adriána Janíčková
Studijní program: N1407 Chemie
Studijní obor: Učitelství chemie a biologie pro střední školy
Vedoucí práce: prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor:	Bc. Adriána Janíčková
Studijní program:	N1407 Chemie
Studijní obor:	Učitelství chemie a biologie pro střední školy
Název práce:	Počítačem podporovaný školní chemický experiment a digitální váhy
Název práce v AJ:	Computer supported school chemical experiment and digital scales

Cíl a metody práce:

Cílem diplomové práce je přispět ke zlepšení plnohodnotného využívání digitálních vah propojených s počítačem ve školním chemickém experimentu na různých typech středních škol. Teoretická část bude zaměřena na přehled dosavadních zkušeností v oblasti školního chemického experimentu, její součástí bude také monitorování dostupných didaktických pomůcek využitelných v chemickém experimentu, jako i průkopnické snahy týkající se aplikace nejmodernějších komunikačních technologií ve školních experimentech. Praktická část si klade za cíl nejprve metodicky zvládnout správné vážení, což je primární předpoklad experimentů s digitálními váhami. Jádrem praktické části pak budou odladěné návrhy konkrétních chemických experimentů, které budou komplexně zpracované ve formě pracovních listů tak, aby je mohli učitelé na středních školách snadno použít, čímž by mohly být výsledky této diplomové práce reálně využity v praktické výuce chemie na středních školách.

Garantující pracoviště:	Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta UHK
Vedoucí práce:	Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.
Oponent:	Mgr. Veronika Machková, Ph.D.
Datum zadání práce:	23. 7. 2015
Datum odevzdání práce:	25. 5. 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny zdroje, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 25.5.2016

Adriána Janíčková

.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce prof. PhDr. Martinu Bílkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při vypracování mé diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat za značnou podporu rodině a mým přátelům.

V Hradci Králové, květen 2016

Anotace

JANÍČKOVÁ A. *Počítačem podporovaný školní chemický experiment a digitální váhy*. Hradec Králové, 2016. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D. 93 s.

Diplomová práce se zabývá počítačem podporovanými školními chemickými experimenty, přičemž je věnována pozornost zejména experimentům, během nichž jsou zaznamenávány změny hmotnosti. V teoretické části je diskutována role počítačů ve školních chemických experimentech, obsahuje přehled dostupných školních měřicích systémů a také identifikuje netradiční možnosti využití různých druhů informačních technologií při provádění chemických experimentů na středních školách. Praktická část je zaměřena na návrhy a odladění školních chemických experimentů, ve kterých se používají digitální váhy propojené s počítačem. Pro studenty bylo vytvořeno šest laboratorních cvičení, jejichž součástí jsou pracovní listy s kontrolními úlohami a doporučeními pro pedagogickou praxi.

Klíčová slova: výuka chemie na střední škole, školní chemický experiment, digitální váhy, pracovní listy

Annotation

JANÍČKOVÁ A. *Computer supported school chemical experiment and digital scales*. Hradec Králové 2016. Master Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D. 93 p.

The thesis deals with school chemical experiments supported by computer, whereby attention is paid particularly to those experiments during which changes of weight are registered. In theoretical part the role of computers in school chemical experiments are discussed, includes an overview of available school measuring systems and also identifies unconventional possibilities of application various information technology in accomplishing chemical experiments at high schools. The practical part is centered on proposal and on refinement of school chemical experiments in which digital scales connected to a computer are used. For student have been created six laboratory exercises, which parts are worksheets with control tasks and recommendations for pedagogical practice.

Keywords: chemistry education at uppersecondary level, school chemical experiment, digital scales, worksheets

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1 Počítače v chemickém experimentování	11
2.1.1 Počítačové modelování a simulace	12
2.1.2 Školní chemický experiment s počítačovou podporou	15
2.1.2.1 Školní chemický experiment a počítačové měřicí systémy	16
2.1.2.2 Virtuální experimenty	20
2.1.2.3 Vzdálené měření a experimenty	22
2.1.3 Školní počítačové měřicí systémy	26
2.1.3.1 Školní počítačové měřicí systémy české provenience	27
2.1.3.2 Školní počítačové měřicí systémy zahraniční provenience	29
2.1.3.3 Software pro měření a registraci naměřených dat	33
3 PRAKTICKÁ ČÁST	36
3.1 Měření hmotnosti ve školním chemickém experimentu	36
3.1.1 Měření hmotnosti – vážení	36
3.1.1.1 Historie vážení	36
3.1.1.2 Vývoj v oblasti vážení	38
3.1.2 Dodržování zásad při vážení	39
3.2 Měření hmotnosti s podporou počítače	40
3.3 Laboratorní úlohy s měřením hmotnosti s podporou počítače	41
3.3.1 Hmotnostní změny při odpařování kapalin.....	42
3.3.2 Hmotnostní změny při rozkladu peroxidu vodíku	47
3.3.3 Vliv povrchu reaktantů na rychlost chemické reakce (Hmotnostní změny při reakci jedlé sody s kyselinou octovou)	53
3.3.4 Vliv koncentrace reaktantů na rychlost chemické reakce (Hmotnostní změny při reakci jedlé sody s kyselinou octovou).....	56
3.3.5 Vliv teploty reaktantů na rychlost chemické reakce (Hmotnostní změny při „rozpuštění“ šumivé tablety ve vodě)	60
3.3.6 Hmotnostní změny při hoření látek	65
4 METODICKÉ POZNÁMKY K PROVEDENÍ NAVRHOVANÝCH EXPERIMENTŮ A SOUVISEJÍCÍCH KOMPLEXNÍCH ÚLOH	70
5 ZÁVĚR	75

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
7 PŘÍLOHY	84

1 Úvod

V chemické laboratoři je vážení zcela jednoduchá, diskontinuální operace, jejíž potřeba je dosti častá. Není zvykem sledovat kontinuálně se měnící hmotnost, protože průběh chemických reakcí je většinou výhodnější sledovat jinými indikátory změn, např. změn pH pomocí pH metru nebo jinými měřicími senzory. Navíc např. při organických syntézách, které jsou prováděny v chemických aparaturách, je dynamické sledování hmotnosti těžko realizovatelné. V minulosti nebyla žádná možnost dynamicky sledovat změny hmotnosti, protože se využívaly například rovníramenné váhy používající závaží. Až vyvinutím piezometrických digitálních vah bylo technicky možné bez obtíží sledovat změny hmotnosti v čase. Při chemickém experimentu podpořeném počítačem je nutné, aby digitální váhy měly USB nebo analogový RS-232 C výstup (port) k připojení k digitálnímu zařízení. Starší nebo levnější typy digitálních vah tento výstup nemají.

Při chemických experimentech je dosud dynamické sledování hmotnosti víceméně opomíjeno. Dokladem toho je, že v desítkách manuálů k různým pokusům od předních dodavatelů didaktických pomůcek (např. Vernier, Pasco) se jen velmi málo využívají digitální váhy jako „hmotnostní čidlo“. Příležitostí této diplomové práce je tedy navrhnout další manuály s využitím měření změn hmotnosti, tedy s využitím „hmotnostního senzoru“.

Diplomová práce se také celkově zabývá významem chemického experimentu, a to i z toho důvodu, že informační a komunikační technologie (ICT) pro jeho podporu se neustále vyvíjejí. V dnešní době je navíc možné pozorovat pokles obliby používání osobních počítačů (PC) v důsledku nástupu novějších technologií, jakými jsou například tablety nebo dotykové mobilní telefony. Tyto informační a komunikační technologie jsou na jedné straně sice flexibilnější, ale na straně druhé mají vůči počítačům řadu fyziologických a ergonomických nevýhod: například zrak je více namáhaný tím, že se soustřeďuje na menší plochu, zmíněné technologie mají menší výkon apod.

Současnou dobu tedy charakterizují zařízení s dotykovým displejem (ve výukových experimentálních aplikacích např. datalogger Labquest od firmy Vernier), což vyvolává otázku, zda není zbytečné používat klasické PC ve školních experimentech. Pro žáky středních škol a gymnázií je zatím odpověď zcela jednoduchá. Počítá se totiž s tím, že většina žáků bude pokračovat ve studiu na vysokých školách, kde se těžko obejdou bez počítačových zručností. Také je důležité podporovat aplikace ICT ve výuce, i pro ty, kteří

ve studiu na VŠ nebudou dále pokračovat, ale budou v praxi i mimo ní nuceni počítač používat.

Nezanedbatelná je možnost kombinovat dynamické monitorování změn hmotnosti se sledováním jiných veličin jako jsou teplota, tlak, pH apod., čímž budou souběžně využita i jiná čidla. To je důležité pro dosažení toho, aby byl experiment pro žáky nejenom významnější, ale i atraktivnější, jelikož se dá předpokládat, že jednoduché experimenty budou žáky spíše nudit.

Další příležitost pro sledování změn hmotnosti v chemickém experimentu spočívá ve srovnávání hodnot získaných empiricky s teoretickými hodnotami vypočítanými pomocí příslušných stechiometrických zákonitostí. Když se skloubí sledování změn hmotnosti s učebním tématem (látkou) a výpočtem, tak je větší šance, že experimenty nebudou pro žáky neatraktivní.

Nakonec po vypracování pracovních listů, které zároveň obsahují manuály k pokusům, vyvstává ještě poslední úkol a to, zprostředkovat tyto pracovní listy učitelům středních škol v ČR pomocí webu nebo prostřednictvím katedry chemie na UHK.

2 Teoretická část

2.1 Počítače v chemickém experimentování

Žijeme v době masivního rozvoje informačních a komunikačních technologií. Oproti minulosti oblast ICT už není tak přímočará. Sféra ICT se stává dynamickou, což znamená, že současně s objevováním nových technologií směřují do zapomnění zařízení již technologicky překonaná. Současnost charakterizuje narůstající obliba multimediálních zařízení (iPad, iPhone), klasické PC už zejména mladé lidi tolik neláká. V dynamice sféry ICT kromě zanikání a vznikání zároveň přetrvávají technologie, které se osvědčily, a není nutné je upravovat. Z dříve vyvinutých IT prvků se osvědčil port RS-232. V praktickém životě rozhraní RS-232 už sice téměř ustoupilo a bylo nahrazeno výkonnějším Univerzálním sériovým rozhráním (USB), nicméně v průmyslu je tento standard, především jeho modifikace - standardy RS-422 a RS-485, velice rozšířena a pro své specifické rysy tomu tak bude i nadále. Právě při reálných chemických experimentech je výhodné snímat a vyhodnocovat naměřená data pomocí počítače. Běžně se používá sestava tvořená počítačem s portem RS-232C nebo s převodníkem (interface), sadou senzorů a softwarem. Dá se očekávat z důvodu víceletých zkušeností, že se tyto sestavy budou ještě mnoho let používat. Není však vyloučeno, že v delším časovém horizontu dojde k hlubokým změnám v počítačové podpoře školních experimentálních činností. Proto je důležité sledovat (monitorovat) používání jiných variant vůči klasickému propojení počítače se senzorem. Progresivním technologiím je věnována pozornost v jiných kapitolách (2.1.2.2 a 2.1.2.3).

Tento trend se již přesunul do škol a doslovně nabízí učitelům učit žáky postupně pracovat s moderními technologiemi a propojit je s výukou. Je žádoucí ve výuce přírodovědných předmětů respektovat empirické metody poznávání, a tedy i měření a experimentování (Bílek a kol., 1997). Důraz je kladen na obeznamování žáků se sběrem dat a jejich vyhodnocením, např. pomocí různého hardwaru a softwaru pro měření. Použití počítačů by nemělo být samoúčelné, ale měla by to být jak učební pomůcka, tak i didaktická technika, které by měly zefektivnit vyučovací metodu, a tím objevit nové principy, objasnit a prohloubit poznatky žáků. V chemickém vzdělávání tak může být počítač se svými periferiemi vnímán jako prostředek zkoumání chemických jevů (Bílek, 2011).

V dnešní době je používání nejnovějších moderních technologií pro tzv. net generaci atraktivní. Žáci pracují s novými technologiemi rádi, a proto jejich zařazení do výuky může vést ke zvýšení motivace, čímž v konečném důsledku dochází i ke vtažení žáků do procesu učení se a projevení zájmu o předmět chemie.

Nyní uvádíme obecnější klasifikaci výukového softwaru pro výuku chemie od německého pedagoga Franze Kappenberga (1988):

- *Rechenhilfe*: výpočty pomocí počítače,
- *Lernhilfe*: počítač pomáhá, příp. řídí výuku,
- *Experimentierhilfe*: počítač podporuje experimentování,
- *Computer Simulationen*: počítačové modely a simulace.

Konkrétnější klasifikaci přímé aplikace počítače při podpoře experimentu uvádí Bílek a kol. (1997):

- počítačové simulace,
- počítačové zpracování dat,
- přímé spojení experimentu s počítačem.

Problematikou těchto oblastí podpory počítačů ve školním experimentu se zabývají následující podkapitoly.

2.1.1 Počítačové modelování a simulace

Při podpoře přírodovědného experimentu rozlišujeme dle Bílka (2010) dvě primární úrovně:

- počítačové zpracování dat jako základ pro modelování přírodovědných jevů,
- počítačové zpracování dat jako základ pro přímé spojení experimentu s počítačem.

Již v minulosti se setkáváme s představami starověkých filozofů a s různými myšlenkovými konstrukcemi, které měly charakter modelování. Jako příklad filozofické konstrukce uvádíme Demokritovy představy o atomech, jejich tvarech a způsobech vázání. Dnes se pojem model chápe „jako přírodní nebo umělý objekt, který je schopen zastoupit studovaný objekt v poznávacím procesu“ (Demkanin, Holá, Koubek, 2006, s. 37). Jeho funkcí je zjednodušovat a přibližovat realitu, čímž přenáší informace. Model

by měl napodobovat chování originálního objektu, a proto je důležité vybrat ty prvky, které jsou důležité pro činnost objektu a jsou zodpovědné za chování originálu. Model vzniká tzv. idealizací objektu. Největší výhodou počítačových modelů spočívá v možnosti simulace, čili zkoumání modelů v různých situacích. Simulací chemických dějů rozumíme nahrazení reálného systému modelem, přičemž cílem je získat informace. Počítačová simulace vzniká modelováním (matematizace) a simulací (algoritmizace). Bílek (2005, s. 44) uvádí, že počítačové simulace „představují experimentování s modely, které formálně logicky nebo matematicky znázorňují modelovaný objekt. Převod modelu na počítač se realizuje vytvořením simulačního programu, kde je algoritmus dynamického systému přeložen do programovacího jazyka“.

Společně s počítačem podporovaným experimentem hraje nezastupitelnou roli při výuce chemie i počítačové modelování jako teoretický nástroj. Znáмым zdrojem bezplatných simulací jsou např. „Greenbow's simulations“ dostupné na <http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/tg-research.html>. Širokým výběrem simulovaných dějů disponuje i slovenský digitální portál „Planéta vedomostí“ (<http://planetavedomosti.iedu.sk/>).

Modelování se nabízí zejména v takových případech, ve kterých nelze, nebo jde velice těžko (komplikovanost, nebezpečnost, finanční prostředky, dlouhodobost) demonstrovat jevy a modely reálným experimentem. Modelování nám pomocí simulačního softwaru tyto jevy zjednodušeně ilustruje. Existuje více programů pro modelování, buď mohou žáci do modelu zasahovat, nebo si mohou vytvořit vlastní model (Demkanin, Holá, Koubek, 2006). Jednou z oblastí výukových aplikací počítače je příprava grafických podkladů pro výuku. Ve výuce chemie má počítačová grafika využití např. při kreslení vzorců, rovnic a schémat (existují různé grafické vektorové programy, např. bezplatný ISIS/Draw). Pozoruhodnou oblastí je určitě tvorba molekulárních modelů vytvářených pomocí molekulární grafiky, nebo výpočty na základě kvantové mechaniky – počítačové modely. Různé typy modelů lze projektovat pomocí programu PC Spartan Pro, a nabízí se je využívat jako názornou didaktickou pomůcku na hodinách chemie. Rozeznáváme materiální modely - kuličkové, trubičkové, kalotové a již zmíněné počítačové (Kolář, 2006). Grafické modely mohou vyjadřovat pomocí barevné škály i další zajímavé vlastnosti dané látky. Interesantním příkladem jsou modely molekul benzenu a chlorbenzenu s barveným vyznačením hodnot elektrostatického potenciálu. Červená barva znázorňuje záporné hodnoty elektrostatického potenciálu a naopak modrá

barva kladné hodnoty elektrostatického potenciálu. Existuje řada dalších efektivních příkladů grafických modelů, které jsou zejména pro žáky oblíbenou pomůckou sloužící hlavně k vytvoření představy o struktuře sloučenin a jejího vlivu na danou vlastnost látky (Bílek, 2005).

Avšak podle našeho názoru zůstává stále ještě tištěná učebnice základní učební pomůckou - vše, co se udělalo v simulacích a v modelování, nejenže neohrozilo dominantní postavení učebnice, ale dokonce se ani nestalo běžnou přílohou k učebnici. Důvodem je i to, že je vše chráněno autorskými právy (copyright). Tím pádem, i když je nějaká simulace vytvořena, nedostane se k významnému počtu žáků. Do jisté míry selhávají i servery, které by měly být zdrojem volně přístupných simulací - obvykle poskytují malý počet simulací a často o nich učitelé ani nevědí, že existují, protože jsou v cizích jazycích. Kdo není zdatný v cizích jazycích, tyto servery využívat nebude, a pokud učitel nemá dostatek času nebo nadšení, tak je nebude používat, natož překládat do češtiny. Bohužel tak jsou simulace a modelování v současnosti používány spíše jen jako „dekorace“ edukačního procesu.

V přírodovědných oborech je využití počítačů úzce spojené i s experimentováním. Funkce a zastoupení (role) počítačů při provádění experimentů jsou rozmanité, a proto lze rozlišovat jednotlivé typy experimentů. Podle disertační práce Stratilové Urválkové (2013) se jedná zvláště o následující experimenty:

- digitalizované experimenty: počítač je pomocník při zpracování videomateriálu,
- počítačem podporované experimenty,
- platforma pro virtuální experiment: virtuální laboratoř (Virtual Laboratory),
- vzdálená laboratoř (Remote Laboratory).

Jako konkrétní příklad digitalizovaných experimentů můžeme uvést portál "*Internetová video-databáze chemických pokusů*". Portál obsahuje kompletní databázi obsahující postupy, principy, úkoly pro žáky a videozáznamy experimentů. Je volně dostupný z: http://www.sciencezoom.cz/apps/zf_08/?target=organic&pokus=pokus_6.

Typu počítačem podporovaných školních experimentů se detailněji věnujeme v následující kapitole. Avšak nelze opomenout ani školní experimenty, které se neobejdou bez počítačového prostředí (virtuální laboratoře) nebo bez reálného prostředí, které je navíc fyzicky vzdálené (vzdálené laboratoře).

2.1.2 Školní chemický experiment s počítačovou podporou

Školní experiment jako praktická metoda výuky má se svou dlouholetou tradicí nezastupitelné místo ve výuce chemie. Vznik nové vyučovací metody, tzv. „experimentální“, se datuje přibližně do počátku 19. století. Výuka chemie se již v tomto období začala orientovat do laboratorních prostor, a to vše zásluhou proslulého německého průkopníka chemie a její výuky – Justuse von Liebiga. Od té doby se základem poznávání stává experiment i ve výuce chemie (Beneš, Rusek, Kudrna, 2015).

Jak je školní experiment vnímán dnes?

Definice Dostála (2013) uvádí, že: „školní experiment je činnost žáků nebo učitele, při které je aktivně a relativně samostatně poznávána studovaná skutečnost prostřednictvím ovlivňování podmínek a následného vyhodnocení průběhu výsledku.“

Beneš, Rusek, Kudrna (2015) definují tzv. edukační pokus: „Tradičně je edukační pokus označován jako školní, pokud se využívá ve škole. V současnosti je uplatňován pojem edukační experiment, který má širší význam. Edukační roli mají totiž nejen chemické pokusy prováděné ve škole, ale i v zájmové činnosti mimo školu a pokusy domácí.“

Nepochybně lze tvrdit, že školní chemický experiment se principiálně nemění. Stále rozvíjí aktivitu žáků, zvyšuje jejich zájem a prohlubuje pochopení chemických jevů, tudíž motivuje žáky učit se chemii.

Použití experimentů ve výuce chemie je i soudobá otázka a souvisí s již zmíněným enormním rozvojem technologií. Zaznamenáváme rozvoj v oblasti možností jak ještě více zefektivnit školní experiment. Učitelé i žáci čím dál více přicházejí ve výuce do kontaktu se školním experimentem s počítačovou podporou, tudíž je nezbytné hledat vhodné aplikace měřicích systémů a transformovat propojení školních chemických experimentů s počítačem a zavést je do laboratorní praxe. Touto tematikou se dále zabývá i tato diplomová práce.

Školním chemickým experimentem s podporou počítače rozumíme: „využití počítače ke snímání, uchovávání a zpracování měřicích se hodnot fyzikálních a chemických veličin a jako řídicího média při automatizaci experimentální činnosti“ (Bílek a kol., 1997).

Ačkoli je tato implementace technologií žádoucí, je potřebné podotknout, že počítačem podporované experimenty dosavadní experimentální výuku nenahrazují, ale zejména doplňují ostatní formy experimentální činnosti. Efektivním přístupem se jeví kombinace přístupů reálných a virtuálních. Každopádně reálně proveditelné experimenty by se neměly vytratit ze školní praxe (Bílek, Rychtera, Myška, Tobiřková, 2010).

2.1.2.1 Školní chemický experiment a počítačové měřicí systémy

Další dvě možnosti z oblastí aplikace počítače při podpoře experimentu jsou počítačové zpracování dat a přímé spojení experimentu s počítačem. Právě přímé spojení experimentu s počítačem zabezpečují počítačové měřicí systémy.

Proč využívat počítačové měřicí systémy ve škole?

- přímo podporují experimenty, a to tak, že dochází ke snímání hodnot veličin v reálném čase v průběhu experimentu (vyhodnocení a uchování dat),
- dochází k osvojení metod získávání a zpracování informací,
- mohou sloužit jako náhrada drahých laboratorních přístrojů,
- přibližují použití počítačů v technologických procesech výroby.

Zejména pro uvedené výhody, a také z hlediska rozvíjení klíčových kompetencí u žáků, se na hodinách chemie vyžaduje efektivně využívat počítač jako podporu školního experimentu. Na jedné straně se od učitelů žádá připravit nebo mít k dispozici sadu laboratorních úloh s počítačem podporovaným měřením, a také je vhodně zařadit do učiva chemie s jasně vymezeným cílem. Na druhé straně by mělo být cílem, aby žáci pochopili základní principy měření veličin s pomocí počítače a zvládli příslušné měření (Bílek, 2011).

Rozlišujeme různé propojení měřicích zařízení s počítačem: klasické propojení s použitím Interface zařízení (mezičlánek), propojení bez použití Interface zařízení (s USB výstupem) a Wireless USB (WUSB).

Klasické propojení s použitím Interface zařízení

Klasické propojení se opírá o rozhraní RS-232. Je dost překvapující, že se tento standard používá nadále i v dnešní době. Vznik jeho první standardizované verze se datuje k roku 1962, a o pár let později v roce 1969 vznikla verze RS-232C, která se ještě

stále uplatňuje na trhu (<http://www.docs-engine.com/pdf/1/rs-232-serial-communication.html>).

Hnací silou vývoje rozhraní byly problémy při spojování PC s externími zařízeními. Stává se i v dnešní době, že PC nereaguje na externí zařízení. RS-232C se osvědčil, a proto se používá i nadále ve výukových aplikacích. Pro školy jsou kromě rozhraní RS-232C stále vhodné i mezičlánky zprostředkující připojení experimentu k počítači, tedy analogově-digitální A/D a digitálně-analogové D/A převodníky, i když se nahrazují modernějšími propojením. Je však dost diskutabilní považovat něco za moderní a nemoderní. Mnohem důležitější je nahlížet na didaktickou techniku z pohledu její užitečnosti. Pokud se počítačem podporovaný experiment podaří provést s tím, co škola k dispozici má, není třeba hned pořizovat novější modely.

Korporace Vernier, zabývající se počítačovou podporou školních experimentálních činností, je otevřená novým rozhraním jako USB a bezdrátovým přenosům. Nabízí uspokojivé řešení pro ty, kteří postupně přecházejí k modernějším přenosům tak, že nové převodníky korporace Vernier jsou kompatibilní s USB a bezdrátovými senzory. Tato kompatibilita umožňuje při experimentech používat senzory s rozdílným způsobem přenosu dat na PC. Tímto pak není nutné dokupovat senzory pro RS-232C. Je ekonomicky výhodné používat staré senzory, pokud jsou funkční, a při nákupu nových preferovat už ty s možností přímého USB připojení (<http://www.vernier.com>).

Při pořizování nových učebních pomůcek a didaktické techniky je důležité zohlednit i celkovou kompatibilitu překračující dodavatele. Firmy často neetickým způsobem chrání používání svých výrobků. Většina lidí zná tyto praktiky například z nabíječek mobilních telefonů, které mají úmyslně odlišné konektory, což poté vede k tomu, že ke každému telefonu je potřeba mít vždy originální nabíječku. Tím se zbytečně devastují přírodní zdroje a tím vzniká i více odpadů, které zatěžují životní prostředí. Jsou i jiné softwarové neetické praktiky, které blokují kompatibilitu. Vernier k některým teplotním čidlům uvádí "*Vernier interfaces only*". Pro školy je výhodnější mít plně kompatibilní didaktickou techniku a učební pomůcky, závislost na jednom dodavateli je svazující a omezující (<http://www.vernier.com/products/sensors/temperature-sensors/>).

Novější propojení jednoduchých čidel, snímačů a přístrojů s U-232C poskytuje firma Vernier i Pasco. Jako příklad uvádíme zařízení Go! Link od firmy Vernier-připojení jednoho senzoru k PC, přičemž maximální frekvence měření je 200Hz

(www.vernier.cz/GO-LINK). Firma Vernier také poskytuje připojení senzoru Vernier k flexibilní platformě Arduino (www.vernier.cz/BT-ARD). Je určena zejména pro ty, kteří chtějí vykonávat složitější experimenty.

Propojení bez použití Interface zařízení

Stále aktuálním může být i využívání převodníků pro připojení senzorů k počítači. Tento přístup může mít význam u žáků pro rozvíjení jejich psychomotorických a organizačních schopností (hrají si se sestavou jako s dětskou stavebnicí), avšak u prezentací experimentů učiteli ve třídě není používání převodníku opodstatněné. Při zajišťování nových senzorů a přístrojů je vhodnější preferovat ty, které pro spojení s PC převodník nepotřebují. Sensory automaticky přepisují signál, a tím je propojení možné např. přes USB port.

Propojení s použitím USB

Rozhraní USB je v současnosti nejpopulárnější. Oblíbenost USB vyplývá z jednoduchosti, spolehlivosti a důvtipu. Externí zařízení se zobrazí automaticky na PC jako externí disk. Tím je pak umožněno pokračovat v komunikaci se zařízením v prostředí Windows stejně jako s jinými soubory či adresáři. Bez narušení funkčnosti je zpravidla možné i nové adresáře vytvářet a vkládat soubory, pokud to kapacita paměti dovoluje (např. poznámky vztahující se k zařízení). Rozhraní USB v sobě zahrnuje i mnohé automaticky prováděné operace, které se dříve musely provádět manuálně. Stačí pouze zasunout koncovku kabelu senzoru do USB portu na PC i za jeho chodu bez nutnosti inicializace restartováním. Zařízení se samo ohlásí a počítač sám zjistí, jestli má k dispozici software, se kterým umí komunikovat, případně vyhledá, stáhne a nainstaluje software (ovladač) z internetu.

USB rozhraní se neustále zdokonaluje, neustále přicházejí nové, dokonalejší verze a také verze určené pro speciální aplikace. V dohledné době se dá předpokládat, že USB rozhraní neztratí popularitu, jelikož bezdrátové technologie nejsou natolik rozšířené, aby mohly zastínit spolehlivost a jednoduchost rozhraní USB. Při počítačem podporovaných experimentech se při výuce nejeví potřeba nových verzí USB rozhraní. Výhoda USB spočívá zejména v jednoduchosti instalace a případném odinstalování zařízení (Kováčová, Kováč, Kaňuch, 2006). Od firmy Vernier jsou na trhu sady různých čidel s USB připojením k počítači či dataloggeru (např. LabQuest), např. chemicky odolný

USB teploměr Go!Temp, pH senzor, tlakový senzor, digitální váhy s citlivostí od 0,001 do 1g, univerzální spektrofotometr atd. (<http://www.vernier.cz/produkty/senzory>).

Wireless USB (WUSB)

Na základě nízké publicity se dá usuzovat, že bezdrátový USB je pouze hudbou vzdálené budoucnosti. Bezdrátové USB (Wireless USB) je širokopásmové bezdrátové rozšíření standardu USB určené na krátké vzdálenosti, které kombinuje rychlost a snadnost použití standardu USB 2.0 (v roce 2000 vznikla revize USB 2.0, která podporuje přenosové rychlosti až do 480Mb/s) s výhodami bezdrátových technologií. Bezdrátové USB se obvykle označuje jako "WUSB" nebo také "CertifiedWireless USB". Tento standard je založený na metodě schopné přenést 480 Mbit/s na vzdálenost 3 metrů a 110 Mbit/s na vzdálenost 10 metrů. Operuje na frekvencích 3.1 až 10.6GHz (<http://www.everythingusb.com/wireless-usb.html>).

Podle technického popisu je wireless USB bezproblémová a nadějná technologie, která se však ještě neprosadila na trzích ICT technologií. Stránka věnovaná USB <http://www.everythingusb.com/wireless-usb.html> vysvětluje tuto skutečnost strohým argumentem: „*Wireless USB je v současnosti ještě v plenkách* (ang. Infancia)“.

Wi-Fi enabled SD card

Podstatně úspěšnější na trhu je technologie Wi-Fi enabled SD card s komerčními produkty Flucard a Eye-Fi, která je synchronizována s ukládáním dat na internetu - Eyecloud (<http://www.howtogeek.com/212506/how-to-wirelessly-transfer-photos-from-your-camera-to-your-computer/>). Technologie Wi-Fi enabled SD card začíná být populární v přenosu snímků z digitálního fotoaparátu na PC, resp. na internet. Výhodou Wi-Fi enabled SD card je to, že se propojují s PC přes velmi spolehlivé, oblíbené a rozšířené WIFI sítě.

Bluetooth

V oblasti didaktické techniky nabízí Vernier senzory, zařízení, které přenášejí bezdrátově data do zařízení se standardem Bluetooth 4. Obezřetnost ke standardu bluetooth je opodstatněná. Důkazem tohoto předpokladu je skutečnost, že bezdrátová sluchátka Bluetooth nenahradila kabelová sluchátka, což je vidět i při pozorování lidí kolem sebe - pouze zřídka někdo používá wireless sluchátka, dominují spíše kabelová.

Technologie Bluetooth mnohé zklamala, pro spojení je nutná operace tzv. spárování. Přenos přes Bluetooth je nespolehlivý, podléhá rušivým vlivům a často spojení selhává, hlavně při pohybu. WIFI sítě jsou vůči Bluetooth přenosům podstatně spolehlivější, operace propojení je jednodušší oproti Bluetooth spárování.

Korporace Vernier má v sortimentu novou řadu bezdrátových senzorů malých rozměrů, s vysokou odolností, vodotěsností a velkou výdrží baterií. Výhodou je i snadnost připojení k LabQuestu 2, tabletům a chytrým telefonům s Bluetooth Smart. Na trhu jsou dostupná zařízení jako Go Wireless Temp (teploměr), bezdrátový pH senzor nebo bezdrátové mikroskopy. Nevýhodou bezdrátových senzorů je to, že se musí po vybití nabíjet. Sortiment bezdrátových senzorů je úzký oproti nabídce senzorů pro spojení s portem RS-232C, což nasvědčuje tomu, že bezdrátové technologie v didaktice nejsou dominantní. Čas ukáže, zda je budou učitelé upřednostňovat. Zatím se jeví jako vhodné spíše experimentovat s bezdrátovými senzory a až po jejich osvědčení je začít používat v širším měřítku (www.vernier.cz/gowireless).

2.1.2.2 *Virtuální experimenty*

Stále častěji je nám předkládán virtuální svět. Pojmy jako virtuální komunikace, virtuální prostředí nebo virtuální realita se dnes jeví jako zcela všední. Virtuální realitu lze jednoduše chápat jako napodobování reálného prostoru a činnosti člověka v něm pomocí počítačů a jejich speciálních zařízení (Nápravník, 2010).

Měření prostřednictvím virtuálních laboratoří je možné provádět teprve po sestavení virtuální laboratoře pomocí počítačového programu, který obsahuje měřicí a kontrolní prvky zadané uživatelem. Známým příkladem je LabVIEW – program, který umožňuje rozsáhlé spektrum využití při fyzikálních a chemických měřeních. Jeho využití je různorodé, využívá se jak v průmyslu, na vysokých školách, tak i ve středoškolské laboratoři (Stratilová Urválková, 2013).

Je zjevné, že se tento trend postupně přesouvá i do škol, kde žáci mohou komunikovat s vytvořeným prostředím připomínajícím prostředí reálné. Ve virtuálním prostředí mají možnost názorně zkoumat různé problémy, čímž dochází k rozvíjení jejich rozumových schopností.

Ve vzdělávání lze virtuální realitu využít ve všech přírodovědných předmětech. Ve výuce chemie se začíná tomuto fenoménu blížit provádění virtuálního experimentu prostřednictvím virtuálních laboratoří s fotorealistickým provedením (Bílek, Toboříková 2010).

Jak můžeme chápat virtuální laboratoře v procesu vzdělávání?

Především je potřebné zdůraznit, že virtuální laboratoře jsou realizovatelné v počítačovém prostředí, přičemž základem jsou počítačové simulace.

Obecněji si pod tímto termínem můžeme představit i vzdáleně přístupné databáze videí, animací, simulací a mnoho dalších digitálních výukových materiálů při simulaci reálných experimentů. Konkrétněji se dle Bílka (2012, X4-4) jedná o „využití apletů a jiných simulačních a animačních nástrojů k prezentaci zkoumaného předmětu nebo jevu (většinou experimentu)“. Jelikož jsou virtuální laboratoře hodně proklamovanou tematikou a jeví se jako velice motivační prvek ve školním kurikulu, již nyní existuje řada příkladů využití z různých chemických oborů. Uvedeme si alespoň některé příklady.

Z pohledu anorganické chemie je zajímavým řešením virtuální laboratoř "*LiveChem*" z Univerzity v Oxfordu, kde si žáci mohou z horní části stránky vybírat kation příslušné soli ze seznamu a druhý reaktant- sůl nebo kyselinu ze spodní části stránky. Pokud vyberou dvě spolu reagující látky, spustí se video této reakce, ukáže se jim průběh reakce, a zároveň si mohou přečíst podrobný popis dané reakce (LiveChem, 2016).

Dalšími příklady anorganické chemie jsou virtuální experimenty s tematikou řady napětí kovů, ve kterých si žáci mají možnost vybírat reaktanty (kovy) z nabídky a sledovat průběh reakcí s kyselinou chlorovodíkovou. Virtuální experimenty byly také zařazené do výuky chemie na SPŠ Přerov. Na přípravě virtuálních experimentů se podílely dva zahraniční simulační programy Crocodile Chemistry (jeho nová verze nese název Yenka Inorganic Chemistry) a Virtual Chemistry Lab v anglickém jazyce (Bubíková, Klečková, 2010).

Jako příklad z biochemie uvádíme virtuální experiment dehydratace sacharózy koncentrovanou kyselinou sírovou. Uvedený virtuální experiment byl vytvořen pomocí simulačního programu Yenka Science (www.yenka.com). Autorky Bubíková a Klečková

(2011) zařazují dehydrataci sacharózy do motivační části hodiny. Také uvádějí i reálné provedení experimentu formou laboratorního cvičení.

Virtuální laboratoře lze použít i pro simulaci laboratorních technik. Příkladem jsou acidobazické titrace bezplatně přístupné na webu: <http://loxias.uhk.cz/titrace/>, vytvořeném V. Machkovou z Katedry chemie PřF Univerzity Hradec Králové. Uvedená aplikace prezentuje učivo o titracích a vizualizuje bod ekvivalence. Je určena pro žáky středních škol. Je možné i využití acidobazických titrací učiteli při prezentaci ve vyučovací hodině. Nabízí se i využití v praxi pro samostudium, přípravu žáků na výuku nebo jako námět pro laboratorní cvičení s cílem konfrontovat skutečné a teoretické hodnoty a titrační křivky z měření (Machková, Bílek, 2010).

Další možné využití virtuální laboratoře je při simulaci práce s laboratorními přístroji a aparaturami (virtuální pH metr, tepelný stroj) nebo při simulaci nebezpečných experimentů či úkonů (činnost jaderného reaktoru).

Posledním uvedeným příkladem jsou stránky PhET University of Colorado, kde se nachází rozsáhlý počet Java apletů ze všech oblastí přírodních věd. Poskytuje 480 příkladů z chemické tematiky. Stručně popíšeme ukázkou nazvanou Kyselé a zásadité roztoky (Acid-base solutions). Aplikace klade následující otázky pro žáky: Jak se silné a slabé kyseliny liší? Může roztok slabé kyseliny mít stejnou hodnotu pH jako roztok silné kyseliny? Žáci mohou ponořit do roztoků papír, sondu pro měření pH, nebo elektrody pro měření vodivosti. Volně dostupné aplikace jsou v anglickém jazyce na stránce <https://phet.colorado.edu/en/search?q=chemistry+virtual+lab> (Stratilová Urválková, 2013).

2.1.2.3 *Vzdálené měření a experimenty*

Připoutání k PC člověka určitým způsobem omezuje. Touha po svobodě výrazně ovlivnila dění v ICT. V současnosti mladí lidé, pokud nestudují, již nejeví velký zájem vlastnit PC. Mnohým stačí pouze inteligentní telefon (smartphone), studující mládež upřednostňuje notebook nebo tablet před PC. Nežádoucí jsou i všechny kabely propojující navzájem digitální zařízení. Specifickou sférou ICT jsou samostatné prvky či zařízení pro sběr a ukládání analogových a binárních informací (datalogery). Vzhledem k vývoji ICT je nezbytné vyvíjet i nové výkonnější formy jejich propojení, které nám v dnešní době dovolují provádět i vzdálená měření.

Nejdříve tedy uvádíme různé možnosti propojení měřicích zařízení s internetem: Internet věcí (Internet of things), výpočtové mračno (cloud computing), propojení měřicích zařízení přes WIFI router, propojení měřicích zařízení přes bluetooth k mobilu s následným přenosem dat z mobilu na internet a propojení vzdálených měřicích zařízení technologií ZigBee s bránou (gateway). Dále bude blíže rozvedena problematika vzdálených laboratoří.

Internet věcí (Internet of things)

Na trh přichází nová revoluce v oblasti IT. Ve zkratce se jedná o přímé spojení měřicího zařízení s internetem bez potřeby počítače. Popularita z pohledu využívání Internetu věcí se odráží od jeho jednoduchosti a dostupnosti. Výhodou je určitě i možnost přímého připojení na WIFI síť. Primárně zaměřená na internet věcí je i Bluetooth verze 4.2, kterou využívají různé typy domácích či nositelných zařízení a bezdrátovým způsobem komunikují mezi sebou, resp. s okolním světem. Dle analýzy Harvard Business Review by mělo být v roce 2020 v oběhu okolo 28 miliard zařízení připojených na internet (<http://www.zive.sk/clanok/100732/bluetooth-dozrieva-ako-vino-verzia-4-2-sa-zameriava-na-internet-veci>).

Výpočtové mračno (cloud computing)

I když se veřejnosti jeví jako zcela běžné ukládat data na tzv. „cloud“, v oblasti výuky na středních školách můžeme tuto vymoženost 21. století vnímat jako inovativní a převratnou. Tento revoluční trend postupně přichází do škol. Co si vlastně máme pod tímto pojmem představit? Volně přeložený název z anglického jazyka „výpočtové mračno“ představuje shluk výpočtových prostředků, které jsou umístěné v několika datových centrech a z pohledu uživatele nejsou viditelné. Uživatel přistupuje pouze k určité službě mračna, která je fyzicky skrytá (<http://blog.innova.sk/2009/06/co-je-to-cloud-computing.html>). Jednoduše si můžeme představit bezdrátovou demonstraci experimentů žákům přes revoluční technologie Internet věcí a nalezení dat přes „cloud“.

Propojení měřicích zařízení přes WIFI router

S využitím mikročipů lze dle potřeb upravit i digitální váhy a propojit je s WIFI routrem, čímž docílíme propojení s internetem bez použití PC.

Propojení měřicích zařízení přes bluetooth

I když uvádíme, že WIFI sítě jsou oproti Bluetooth přenosům podstatně spolehlivější, vidíme jeho význam ve výuce. Příkladem může být provedený experiment učitelem nebo žákem a následné propojení digitálních vah přes bluetooth a zabezpečený rychlý přenos dat z mobilu na internet.

Propojení vzdálených měřicích zařízení technologií ZigBee s bránou (gateway).

Poslední uváděnou možností je propojení prostřednictvím rádiového signálu, který vysílá jakékoli měřicí zařízení podobně jako vysílačka. Ve srovnání s WIFI přenosem dat je tzv. gateway schopná přijímat i jiné frekvence, se kterými disponuje WIFI. Zůstává otázkou, zda toto propojení má využití ve školství, resp. jaké zdokonalení, tedy pokrok, ve školství v oblasti počítačem podporovaném experimentu může přinést.

Specifické vzdálené laboratoře nebo vzdálená měření jsou pracoviště, která prostřednictvím webu dokážou zpřístupnit odborníkům či dalším zájemcům přístroje a měřicí systémy. V praxi se jedná především o zpřístupnění průběžně snímaných dat, příkladem jsou meteorologické družice, seismografy nebo hmotnostní spektrografy. Vzdálený uživatel dokonce může dle vlastních potřeb ovlivňovat měřicí systém. V podstatě jde o provádění měření se skutečnými látkami prostřednictvím internetu v reálné, ale fyzicky vzdálené laboratoři (Bílek, 2012). I když dochází k transformaci vědeckých vzdálených měření do podoby využitelné ve výuce chemie, jsou vzdálené laboratoře pro chemii oblastí méně přístupnou v důsledku větší spotřeby chemikálií (větší uplatnění mají ve fyzikálních měřeních).

Známým českým propagátorem vzdálených laboratoří je od roku 2012 doc. RNDr. František Lustig, CSc. Je tvůrcem sbírky příkladů pro vzdálené laboratoře. Všechny experimenty jsou dostupné v nové verzi JavaScriptu umožňující měření z tabletů a mobilních telefonů. Stručný přehled vzdálených experimentů s popisem, odkazy k videu a měření lze nalézt na stránce <http://eedu.eu>. Komplexním nástrojem pro online řízení experimentů a vzdálené získávání dat je otevřený systém Internetové Školní Experimentální Studio – iSES (*Internet School Experimental System*). Skládá se ze základního hardware ISES se softwarem ISESWIN a nově iSES Remote Lab SDK soupravou pro vzdálené experimenty. Je tedy možné například provádět skutečné měření na přístrojích v Praze, ale odevzdávat protokoly ze cvičení v Trnavě. Laboratoř je

k dispozici na adrese <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>. Jelikož tato laboratoř nabízí spíše příklady z oblasti fyzikálního měření, je její využití v oblasti chemie omezené a méně využitelné. To potvrzuje i fakt, že bylo zaznamenáno využití těchto služeb rezervováním termínů měření pouze středoškolskými učiteli fyziky. V roce 2011 byla také spuštěna Vzdálená internetová laboratoř na Gymnáziu J. Vrchlického v Klatovech. Jedná se o první středoškolskou vzdálenou internetovou laboratoř v plzeňském kraji a první gymnaziální laboratoř v České republice. Vzdálené experimenty lze využívat zcela zdarma a bez nutnosti jakékoliv registrace. Naměřená data si lze vždy stáhnout do svého počítače, kde lze s nimi nadále pracovat. Obsahuje sice reálné, ale opět pouze fyzikální experimenty (Stratilová Urválková, 2013).

Jaké jsou výhody vzdálených experimentů vůči klasickým a virtuálním experimentům?

- bez omezení lze provádět experimenty z libovolného místa a v libovolném čase,
- lze experimentovat bez zdlouhavého a někdy náročného sestavování (experiment je již připraven),
- lze porovnat výsledky reálných experimentů ze školních a vzdálených laboratoří,
- používání reálných měřicích pomůcek a nástrojů ve srovnání s virtuálními pokusy (Dostál, 2013).

Další rozdílnost těchto typů experimentů uvádějí Bílek, Rychtera, Myška a Toboříková (2010, s. 39): „Aby byly jednoduché experimenty, nenáročné na materiální a technické zázemí, prováděny přednostně formou reálné činnosti, vzdálená pozorování a vzdálené experimenty využívány jako doplněk k aktualizaci a motivaci např. formou školních projektů a projektově orientovaných činností a virtuální experimenty využívány zejména při interpretaci reálných experimentů (trenažéry laboratorní činnosti, predikce a verifikace výsledků experimentů) a experimentů ve školních podmínkách neproveditelných (nebezpečných, náročných na technické vybavení, nedostupných apod.)“.

Na druhé straně lze jmenovat i možné nevýhody: uváděná je závislost na technickém zařízení (elektřina) a nedostatek vzdálených chemických pokusů řízených přes internet (Dostál, 2013).

Velmi nápaditý je příklad využití vzdáleného experimentu zaměřeného na pochopení principu skleníkového efektu, který je navíc propojený se vzdáleným měřením. Návrh a konstrukce vzdáleného experimentu „Inteligentní skleník“ vznikl v rámci bakalářské práce Tomáše Vítka ze Západočeské Univerzity v Plzni. Cílem této práce bylo navrhnout a zkonstruovat vzdáleně ovládaný experiment, který slouží jako pomůcka při výuce technické výchovy v oborově zaměřených středních školách. My však vidíme jeho využití i v oblasti chemie nebo fyziky a biologie, jelikož se pracuje s měřeními fyzikálních dat, která se vyhodnocují, a tím propojují i s chemickými a biologickými vlastnostmi z hlediska oboru ekologie. Pro realizaci tohoto experimentu byl použitý programovatelný čip Arduino (viz 2.1.2.3). Tato tzv. stavebnice umožňuje snímání teploty a vlhkosti vzduchu, vlhkosti půdy, světla, průtoku kapaliny a snímání vodní hladiny (Vítek, 2015).

Domníváme se, že tato netradiční oblast, která se jeví jako přínosná, je dosud málo integrovaná do školní praxe. Vzdálené experimenty se totiž nerozšiřují dále ani do výuky předmětu chemie. Možná tomu chybí jakýsi nadhled a nebojácnost učitelů se pustit i do experimentů z oblastí fyziky, které si žádají dle našeho názoru pouze přetransformovat tak, aby byly ve výuce chemie využitelné.

2.1.3 Školní počítačové měřicí systémy

Již jsme si nastínili výhody spojení reálného chemického experimentu s počítačem (kapitola 2.1.2.1). Nyní se budeme zabývat tím, jaké mohou být kladeny požadavky na samotný výběr školního počítačového měřicího systému. Následně si popíšeme české i zahraniční systémy.

Každý učitel chemie může mít jinou představu a požadavky na měřicí systém, který se bude využívat na hodinách chemie. Odvíjí se to jednak od subjektivního pohledu a stupně znalosti jednotlivého softwaru, ale také od finanční dotace, kterou může škola vyčlenit a poskytnout. Jsme však svědky toho, že ekonomické hledisko je nejčastějším omezujícím faktorem při výběru přístrojů.

Disertační práce Stratilové Urválkové (2013) uvádí následující požadavky na školní počítačové měřicí přístroje:

- dostatečně malé: kvůli místu v laboratoři, např. pH metr,

- modulární: měly by obsahovat centrální měřicí jednotku, ke které lze připojit i další čidla; výhoda modulárního systému spočívá v tom, že není nutností si hned pořizovat všechny přístroje (finance), je univerzální,
- jednoduchá obsluha: zejména kvůli časové vytíženosti učitelů,
- snadná údržba,
- grafická úprava: názorné vyhodnocování dat.

2.1.3.1 Školní počítačové měřicí systémy české provenience

Ve školách v České republice je dostupných přibližně pět druhů školních měřicích systémů. Nejdříve uvádíme dva české školní počítačové měřicí systémy, které se nazývají ISES a CMS v. 2.0.

ISES (Intelligent School Experimental System)

Zrod snad nejnámějšího českého školního experimentálního systému ISES se datuje do počátku 90. let minulého století. Jeho zakladatelem je docent Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze František Lustig. Jak uvádíme v kapitole 2.1.2.3 ve spojitosti se vzdálenými laboratořemi (*Internet School Experimental System*), tak i na této škole byl ISES zpočátku brán jako učební pomůcka pro učitele fyziky. Časem se ukázalo, že pronikl i do dalších předmětů a to do chemie a biologie, ačkoli v menší míře.



ISES je souprava technického vybavení (hardware) a programového vybavení (software). Technickými prostředky je soustava A/D a D/A převodníků, která obsahuje měřicí panel a moduly pro rozličná měření. Ty jsou propojeny s počítačem, v němž lze řídit měření pomocí kooperujícího programu. Programovým vybavením je *software ISESWIN*. Naměřená data jsou zobrazena digitálně nebo analogově na panelech. Je však nutné mít nainstalován tento software, resp. Excel, a až poté se aplikace automaticky spustí i s naměřeným experimentem.

Tento otevřený modulární univerzální měřicí systém má k dispozici 20 čidel: teploměr, ampérmetr, voltmetr, siloměr, snímač polohy, optická závora, mikrofón, manometr, pH metr, konduktometr, relé, reproduktor, sonar, ohmmetr, měřič kapacit, snímač srdečního tepu aj. Čidla se sama autodetekují, mají lineární charakteristiku a pokud je to možné, také diferenciální vstupy. Výhodou je kompatibilita se senzory

Pasco a Vernier, které lze připojit přes redukční konektor, a také kompatibilita s tabulkovým procesorem - MS Excel.

Pro chemii se nejčastěji používají následující vybraná čidla, ke kterým je uvedena i jejich cena bez DPH:

- Modul teploměr (-20 °C až +120 °C): 1880 Kč/ks,
- Modul snímač tlaku: 3800 Kč/ks,
- Modul pH metr + skleněná elektroda (0- 14pH): 3180 Kč/ks,
- Modul konduktometr + skleněná elektroda s platinou (0.1 – 100mS): 3180 Kč/ks

(<http://www.ises.info/index.php/cs>).

CMS v. 2.0



Ve stejném období zrodu ISES byl vytvořen také měřicí systém CMS, avšak vytvořen byl na katedře chemie Univerzity Hradec Králové a jeho autorem je prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D. I když se systém tak nerozšířil jako ISES, byl využíván v chemických laboratořích a při výuce budoucích učitelů chemie. Pro využití ve školní praxi je zaměřen hlavně pro výuku na ZŠ. Dokáže zrealizovat jednobáňové měření napětí, pH, teploty, vodivosti a objemu plynů. Nabízí i možnost osmikanálového měření, tedy osmi veličin současně.

Hardware tvoří analogově - digitální převodník A/D 1100, ke kterému byl vyvinut tříkanálový předzesilovač. S uvedeným převodníkem dokáže měřit teplotu snímačem Pt-100, měřit pH kombinovanou pH elektrodou a měřit napětí s kanálem, který je vyvedený na kontakty pětikolíkoveho konektoru (Bílek a kol., 1997).

Ačkoli oba uvedené české systémy jsou přístupné, poskytují digitální znázornění veličin v dostatečné velikosti a jejich čidla jsou kompatibilní i s jinými programy (MS Excel), od jejich používání se ustupuje. Na trhu se více uchytily zahraniční firmy - Vernier a Pasco, které si jsou zároveň i většími konkurenty. Určitě v tom velkou roli zahrála komerce, větší reklama těchto firem, jejich větší nabídka a neustálé zdokonalování zařízení. O zmíněných a dalších zahraničních firmách se dozvíme více v následující kapitole. Avšak stále si myslíme, že „modernost“ je až druhořadá, podstatné je to, že oba systémy – ISES i CMS jsou i přes svou „zastaralost“ stále použitelné.

2.1.3.2 Školní počítačové měřicí systémy zahraniční provenience

V současnosti je patrná stále více rostoucí tendence propagovat a na trh přivádět nové produkty související s měřicími systémy ve školách. My uvádíme konkrétně 4 příklady konkurenčních firem: *Vernier*, *Pasco*, *DCP Microdevelopments* a holandská nezisková organizace *CMA*.

Vernier



Společnost Vernier byla založena v roce 1981 učitelem fyziky na střední škole, Davidem Vernierem a je produktem firmy USA Oregon. Ke vzniku této korporace vedla jednoznačná myšlenka - učitelé by měli učit žáky vědeckému přístupu, tedy učit žáky shromažďovat, analyzovat a interpretovat vědecké údaje. Postupně vznikala řada sensorů využitelných v měření a učební plán, jak integrovat tyto prostředky do školního kurikula. Vernier vytváří jedinečné a příjemné pracovní prostředí a řadí se ke stovce nejlepších společností v Oregonu po dobu již více než 10 let (<http://www.vernier.com/company/>).

Dnes již tato firma operuje s velice variabilní nabídkou produktů, čili poskytuje kvalitní zákaznický servis, a proto se její popularita odrazila i v českém školství, ve kterém je od roku 2009 zastoupena firmou EDUFOR s.r.o.

Školní experimentální systémy Vernier jsou tedy i u nás určeny k experimentování při výuce přírodních věd, tedy i chemie na základních, středních i vysokých školách. Verze české webové stránky Vernieru poskytuje veškeré detailnější informace (produkty, sady experimentů s návody a úkoly pro biologii, chemii a fyziku, digitální podporu – video experimenty, dokonce možnost nabídky školení). Je zde možné nalézt snad vše, co „moderní a aktivní učitel dnešní doby“ potřebuje k výuce chemického experimentu s využitím počítačového systému. Tato firma nabízí zdarma ke stažení software *Logger Lite* (různé verze), který vytváří prostředí pro vznik dat z experimentu, jejich analýzu a uchování. Také naše náměty (návrhy protokolů k laboratornímu cvičení s úkoly v praktické části této diplomové práce), jak využít hmotnostní čidlo v každodenní pedagogické činnosti, vznikly měřením s „hmotnostním čidlem“ a softwarem firmy Vernier.

Nabídka senzorů využitelných v chemii od firmy Vernier je součástí přílohy. Ve srovnání s předchozími systémy je sice očividně rozsáhlejší, ale co se týče cenové relace, pohybujeme se v daleko vyšších částkách. Tento fakt může mít pro školy negativní dopad vzhledem k častému nedostatku financí. Řešení vidíme v možnosti získat finance z dotace projektu nebo grantu, kterého se mohou učitelé zúčastnit, a ve kterém předloží své nápady k využití vybraných/vybraného čidel/la (<http://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>).

PASCO



Na trhu se již přes 50 let pohybuje firma USA Kalifornia – PASCO. Tato známá korporace se zrodila ze studentského vědeckého projektu (a science fair project). Jejím cílem je především inovativními způsoby podporovat výuku přírodních věd. Firmu založil Paul A. Stokstad a rozjíždět ji začal ve svém pokoji na vysokoškolské koleji. Dalším krokem bylo přestěhování do garáže jeho rodinného domu a dnes je PASCO globálním lídrem ve vývoji ručních vědeckých měřicích přístrojů, které slouží učitelům a žákům ve více než 100 zemích po celém světě, včetně České republiky.

K dispozici je software *SPARKvue*, který byl navržen tak, aby byl dostatečně intuitivní i pro použití mladšími žáky. Je dostatečně výkonný pro APA univerzitní aplikace. Poskytuje stejný vzhled pro Mac, PC, iPad nebo Android tablet. Bezplatné používání tohoto softwaru je možné po dobu 60 dní. Druhou možností je výkonnější, avšak finančně náročnější software *PASCO capstone*, který nabízí pokročilé funkce (<https://www.pasco.com/products/software/index.cfm>).

PASCO představuje univerzální vzdělávací platformu, která umožňuje měřit více než 70 přírodovědných veličin ve dvou typech výukových prostředí. Uplatnění nachází v hodinách fyziky, biologie, chemie nebo environmentální výchovy. Obsahuje kromě různých sad měřicích sond, senzorů a experimentálního příslušenství také 28 úloh a 28 metodik pro učitele ke všem úlohám.

Nabídka senzorů využitelných v chemii od firmy PASCO je součástí přílohy. Nelze jednoznačně určit, která z uvedených zahraničních korporací je cenově přijatelnější. Avšak v některých typech čidel se doplňují a obě firmy přicházejí i s odlišnými typy senzorů, s jinou cenovou relací, a proto si tyto americké firmy mohou konkurovat.

Příkladem může být klasický typ teplotního čidla, u kterého firma Vernier poskytuje dražší teplotní senzor (1 950 Kč) oproti firmě PASCO (1 190 Kč), avšak Vernier poskytuje také bezdrátový teplotní senzor (3 995 Kč), přičemž PASCO nikoliv. S vyšší sumou přichází Vernier také u bezkontaktního teplotního čidla (8 919 Kč), přičemž firma PASCO nabízí cenu 5 300 Kč, a navíc oproti firmě Vernier má na trhu čtyřvstupový teplotní senzor (8 600 Kč).

Cenově o mnoho výhodnější se jeví hmotnostní senzor vah Ohaus Scout Pro 400 g (0.01) firmy Vernier nabízený za 11 036 Kč oproti nabídce vah Ohaus 400 g (0.01) firmy PASCO za 27 580 Kč. Takto bychom mohli pokračovat i dalšími příklady, ale chceme zdůraznit, že obě firmy svými vysoce technologickými nástroji podněcují zájem o přírodovědní předměty, a proto bychom měli prostřednictvím těchto vymožeností doby ukazovat žákům, co se děje ve světě kolem nich tak, aby konkrétní zkoumaný jev byl v reálném čase zaznamenán (sběr dat), viděn (číselný záznam, graf nebo tabulka experimentu) a analyzován (vyhodnocení), čímž by měl být princip experimentu žáky lépe pochopen (<http://www.pasco.cz/>).

Nevýhoda obou společností spočívá i vtom, že jejich čidla nejsou kompatibilní s jinými produkty firem.

DCP Microdevelopments



Setkáváme se s případy, že ani jedna z výše uvedených firem nemusí některým školám vyhovovat, a proto jako další možnost pro výběr vhodného hardwaru a softwaru uvádíme firmu DCP Microdevelopments. Jedná se o firmu z Velké Británie založenou v roce 1981. Tradici má i v České republice a jejím distributorem je firma EDUXE (<http://www.logitworld.com/index.php/information/about-us>).

Softwarem firmy je *SensorLab* (předchůdcem byl *LogIT*), který je volně stažitelný pro různé typy Windows. Pro použití v chemii jsou k dispozici základní senzory (pro teplotu, tlak, pH, vodivost, vlhkost), které jsou údajně cenově výhodnější – tuto informaci však nedokážeme potvrdit, jelikož informace o cenách není na stránkách této firmy přístupná (<http://www.dcpmicro.com/>). K seznamu nabízených čidel se lze dostat na stránce <http://www.logitworld.com/index.php/component/content/category/26-logit-nxt> (ke stažení - To download the NXT sensor blocks for Mindstorms, click [here](#) (10mb). Bližší

informace jistě poskytne konzultace s distributorem (firma EDUXE) těchto didaktických pomůcek.

CMA



Holandská nezisková organizace CMA byla založena v roce 1987 v Amsterdamu. Od této doby vytvořila rozsáhlou mezinárodní síť a poskytuje různé produkty, aplikace a výukové materiály jako inovativní podporu vzdělávání. CMA jako měřicí, modelovací a řídicí systém můžeme znát i pod starším názvem *IP-Coach*. Od začátku byly do vývoje této organizace zapojené slovenské fakulty, které připravují učitele fyziky. Zajímavostí je, že na vývoji vlastního software - *Coach6* se podíleli i pracovníci Univerzity Komenského v Bratislavě, a to konkrétně Fakulta matematiky, fyziky a informatiky. Proto *Coach6* ve slovenských školách zdomácněl a začal se využívat jako pomůcka při výuce budoucích učitelů. V České republice distribuuje tento systém firma PEPEKO z Liberce.

Nabídku „BT senzorů“, které lze připojit k počítači pouze prostřednictvím mezičlánku (Interface zařízení) CoachLab II / II+, VinciLab a EUROLAB (měřicí panely), uvádíme v příloze.

Měřicí panel CoachLab II+ je multifunkční Interface zařízení určené na počítačem podporované měření a řízení systémů. Zajišťuje on-line měření se zobrazováním měřených dat na monitoru počítače v reálném čase. Připojuje se k počítači prostřednictvím USB portu. Napájen je síťovým adaptérem. K mezičlánku je možné připojit současně až 6 senzorů (Demkanin, Holá, Koubek, 2006).

Z USB senzorů pro chemii jsou v nabídce pouze digitální váhy a jejich tržní cena činí 8 505 Kč - €315,00 (<http://cma-science.nl/>).

Všechny uvedené zahraniční systémy mají velice podobnou nabídku z hlediska druhů senzorů a oblastí použití. Odlišná je ale cenová relace senzorů jednotlivých firem, a proto by bylo vhodným řešením dané nabídky kombinovat, což však tyto systémy neumožňují.

Pokládáme tedy za efektivní seznámit se důkladně s jedním ze systémů, který si na základě konkrétních požadavků (např. typ připojení, grafická podoba softwaru)

a finančních možností daná škola vybere, než věnovat příliš mnoho času a energie učení se práci s rozdílnými systémy.

2.1.3.3 *Software pro měření a registraci naměřených dat*

Určitou nevýhodou firem dodávajících školní počítačové měřicí systémy je to, že neumožňuje přímé zobrazení dat v Microsoft Office programech jako Excel, Access apod. Disponují sice možností dodatečného exportu dat do aplikace Excel, to však není v mnoha případech dostačující.

Pro osoby z edukační praxe není software počítačových měřicích systémů výhodný, protože jejich pracovní aktivity navazují často na Microsoft Office a potřebují zpracovávat grafy přímo v aplikaci MS Excel, který má široké možnosti pro tvorbu grafů, což je poté následně využíváno v PowerPoint prezentacích. Ve sféře obchodu a všude, kde se vyskytuje skladové hospodářství, se používá databázový program z balíku Microsoft Office "Access", pro to je ve skladovém hospodářství žádoucí software, který data přenáší rovnou do aplikace Access.

V oblasti našeho zájmu počítačové podpory měření hmotnosti se mimo sféru vzdělávání používá několik druhů softwaru pro propojení vah s PC. My si uvedeme konkrétně čtyři typy softwaru, které lze využít pro měření s váhami, a to *BC Wedge*, *ADAM DU*, *Bill Production software a flexibilní platforma Arduino*, která se začíná čím dál tím častěji využívat ve školách.

BC Wedge, Winwedge

Výrobci vah často doporučují používat software *BC Wedge*, případně i dokonalejší verzi *Winwedge*. Jednodušší verze je aplikovatelná pro váhy, které mají tlačítko pro tisk (print button). Toto tlačítko má většina vah, avšak někdy není jasně označeno. V případě, že váhy toto tlačítko nemají, se doporučuje použít dokonalejší verzi *WinWedge* (<http://www.instructables.com/id/How-to-Connect-an-Electronic-Balance-or-Scale-to-a/>). Program *Winwedge* se doporučuje i v případě, pokud se vyskytnou problémy i se spojením vah s PC při použití jiného software. Jeho schopností je diagnostikovat chyby při spojení a poskytovat rady, jak nedostatky ve spojení odstranit. Další výhodou jsou různé filtry, kterými je možné údaje třídit do skupin, nebo ignorovat náhodné chyby a omyly při vážení. Kromě portu RS-232 C je *Winwedge* kompatibilní

i s jinými porty jako USB, mini USB a dokonce je schopen přenášet údaje do wireless zařízení aplikujících Bluetooth technologií. Údaje je také možné matematicky zpracovávat plynule během měření, čímž se na monitoru objevují tabulky a grafy výsledných veličin, které byly získány použitím dat v matematických vzorcích. *Winwedge* je použitelný i mimo využití přenosu dat z vah a senzorů. Je to například přenášení dat ze čteček čárových kódů, čteček magnetického záznamu, z GPS zařízení, z dataloggers, spektrometrů, automatizovaných titrátů, technických měřidel, registračních pokladen apod. (<http://www.taltech.com/winwedge>).

Avšak uvedený software není k dispozici bezplatně, a také jeho obě verze jsou dražší než obě verze *BC Wedge*:

- BC-Wedge:Single PC License* \$99,
- BC-Wedge Team: Six PC License* \$390,
- WinWedge Standard: Single PC License* \$299 USD,
- WinWedgeProfessional:SinglePCLicense*\$399USD(<http://www.taltech.com/bcwedge>).

ADAM DU

ADAM DU je anglická korporace založená v roce 1972, která se řadí k předním výrobcům vah na světě. Vyrábí váhy pro různé účely a dodává k nim příslušenství. V sortimentu příslušenství k vahám je také mimo jiné i antivibrační stůl, pokrytí vah proti usazujícímu se prachu a jiné produkty. Sortiment zahrnuje softwarovou podporu vah, která má oproti ostatním podobným softwarům několik výhod. Především poskytuje zdarma vyzkoušet software na 14 dnů, čímž je dána možnost jeho otestování, zejména z důvodu kompatibility s váhami, protože korporace *ADAM DU* zaručuje použitelnost tohoto softwaru pouze pro jejich vlastní váhy. Od ostatních podobných softwarů se odlišuje hlavně tím, že zahrnuje statistické zpracování dat, včetně stanovení standardní odchylky a také to, že data se zpracovávají dynamicky v běžných formátech (textové formáty, CSV, HTML, XML), čímž je potom možné automaticky exportovat data do programů Excel nebo Word pro další zpracování. Také je možné tímto softwarem ovládat váhy, pokud to váhy umožňují, což je využitelné při vzdálených měřeních a v případech, kdy není možný přístup k váhám. Cenově je levnější oproti Software *Winwedge*, stojí 95 USD (<http://adamdu.com/features>).

Bill Production software

Pro váhy je cenově velmi výhodný software od společnosti *Bill production*, jeho plná verze stojí pouze 35 USD. Software umožňuje přímý přenos dat do Excelu nebo do jiných programů Microsoft Office. Výhodou je i to, že je zaručena kompatibilita s váhami mnoha výrobců a také to, že umožňuje přenos dat s portem RS 232-C jakož i s portem USB (<http://www.billproduction.com/billscalebalance/>).

Flexibilní platforma Arduino

Platformu *Arduino* založili Massimo Banzi a David Cuartielles v Itálii v roce 2005. *Arduino* je tedy jednoduchá stavebnice minipočítače založená na uživatelsky jednoduchém hardwaru (bez nutnosti pájení jednotlivých dílů) a softwaru (jednoduché vývojové prostředí a programovací jazyk) s otevřeným zdrojovým kódem, která je tak vhodná pro studenty i domácí kutily. K této platformě je možné připojit celou řadu vstupů-senzorů (světelné, tepelné, vlhkostní apod.), je možné ji ovládat tlačítky, naprogramovanými příkazy, nebo například i pomocí zpráv z Twitteru. Veškeré tyto vstupy jsou nakonec převedeny na výstupy (sepnutí motoru, LED diod, online vydávání dat atd.). *Arduino* obsahuje mnoho verzí od jednodušších po složitější, a proto se tato platforma v průběhu let stala základem řady jednoduchých projektů ale i složitých vědeckých přístrojů. Díky otevřenému zdrojovému kódu se na internetu vytvořila obrovská databáze od uživatelů z celého světa, což může značně pomoci nejen začátečnickům ale i odborníkům (<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>).

Například digitální váhy připojitelné k PC, které využíváme i v této diplomové práci, je možné propojit přímo s MS Excelem, což je přínosem z hlediska výuky (široké možnosti úpravy grafů dle potřeb) a také z praktického hlediska (větší pravděpodobnost setkání se v praxi s MS Excelem oproti jiným softwarům, např. LoggerLite).

Přes *Arduino* lze propojit s PC i staré digitální váhy bez RS-232C portu, bez USB portu, a proto není třeba kupovat nové váhy, čímž může škola ušetřit. *Arduino* je také vhodné i pro sestavení vzdálených laboratoří.

3 Praktická část

Praktická část diplomové práce se zabývá problematikou měření hmotnosti ve školním chemickém experimentu s podporou počítače. V úvodní části nejdříve popisujeme vlastní měření hmotnosti od jeho zrodu, přes digitalizaci vah, až po současné trendy ve vývoji v oblasti vážení. Avšak hlavním cílem praktické části je návrh a odladění školních chemických experimentů a vytvoření laboratorních návodů s doplňujícími úkoly rozšiřujícími dané učivo pro žáky s využitím digitálních vah připojených k počítači.

3.1 Měření hmotnosti ve školním chemickém experimentu

Vážení, jako nejstarší postup měření, nese s sebou nesmírný význam pro širokou veřejnost. V běžném životě se s ním setkáváme téměř na každém kroku. Svě důležité místo má také v průmyslových odvětvích a bez něj se neobejde ani školní chemická laboratoř. Vážení je jedna z nejběžnějších operací ve školní chemické laboratoři. Samotné vážení, od jeho počátku až po současnost včetně technologického pokroku v elektronice, nám přibližují následující podkapitoly.

3.1.1 Měření hmotnosti – vážení

Vážením rozumíme fyzikální měření, při kterém pomocí vah zjišťujeme hmotnost látky na základě využívání gravitace. Hmotnost (symbol m) je fyzikální veličina, jejíž základní jednotkou v soustavě SI je kilogram (symbol kg). V chemii se však obvykle používá tisíckrát menší jednotka – gram (symbol g).

3.1.1.1 Historie vážení

Měření jako takové má dlouhou tradici a jeho počátky jsou spojené se vznikem směnného obchodu. Potřeba měřit, a s tím související vznik prvních jednotek, se datuje od nejstarších dějin. Nejstarší původ mají jednotky fyzikálních veličin, které byly využívány co nejvíce v běžném životě. Jedná se o délku a hmotnost. Objevují se již ve 4. tisíciletí př. n. l. v nejrozvinutějších kulturách, jakými byly Egypt, Mezopotámie, Indie a Čína (<http://oko.yin.cz/36/historie-mereni-a-mericich-jednotek/>). Nejstarší archeologické nálezy vah se datují kolem roku 3300 před naším letopočtem (Robens, Jayaweera, Kiefer, 2014).

V tomto období se již používaly na vážení rovnoramenné váhy, které se vryly lidstvu do paměti i jako symbol spravedlnosti. Za nejstarší typ vah se tedy považují klasické rovnoramenné váhy se zavěšenými miskami po obou stranách stejně dlouhých ramen pracujících na principu páky bez jazýčku uprostřed. Dokladem jsou pouze archeologické nálezy kreseb a nápisů na náhrobních kamenech nebo nálezy fosilií. Hmotné památky se nezachovaly, jelikož hlavním materiálem pro výrobu vah bylo dřevo nebo kůže, což je snáz degradující materiál než kov.

Teprve v Římské říši (cca 395 - 27 let př. n. l.) se začaly vyrábět rovnoramenné váhy z kovových materiálů a některé z nich jsou zachované dodnes. Pro Římany jsou také charakteristické nerovnoramenné váhy, známé pod názvem přezmen, jejichž výhodou je rychlé zjištění hmotnosti odečtením ze stupnice bez manipulace se závažím (<http://www.muzeumvahy.nafotil.cz/vahyavazeni/>).

Další změna přišla až v roce 1669 vynalezením přesnějších rovnoběžníkových balančních vah s jazýčkem (systém páky) profesorem matematiky G. Personem z Francouzské akademie věd. Tento typ vah prošel později úpravami a byl hodně dlouho rozšířen. Ještě v 17. století, přibližně o 10 let později, se datuje vznik pružinových vah – známý typ mincíř (princip siloměru), které jsou i dnes často používané (<http://oko.yin.cz/4/vahy/>).

Ke konci 18. století se dramaticky zvýšila relativní citlivost (poměr rozlišení k maximu měřicího rozsahu) až na 10^{-9} (Robens, Jayaweera, Kiefer, 2014). V 19. století přicházejí do povědomí lidí desetinné váhy, tzv. decimálky, sestavené štrasburským váhařem jménem Quitenz. Byly určeny zejména pro měření větší hmotnosti. Také dochází k oživení principu římských přezmenů (byly konstruovány „stacionárně“) a jejich použití je nejčastěji v domácnostech (kuchyňské váhy) nebo osobní váhy (u lékaře).

Na začátku 20. století vznikl poslední typ vah se systémem pák, známý pod jménem rychlováhy, které se používají dodnes. Následně dochází po druhé světové válce skokově ke vzniku různých typů vah – od nejmodernějších tenzometrických vah využitelných zejména v chemické laboratoři po hydraulické a elektromechanické váhy (<http://wlp.cz/historie-vazeni/>).

Digitalizace jednotlivých typů vah se úspěšně dokončuje v 80. letech 20. století (<http://www.multipond.com/ueber-uns/die-geschichte-der-waage.html>).

Při měřeních v rámci této diplomové práce byly použity digitální váhy OHAUS s měřicím rozsahem 400 g, rozlišením 0,01 g a s možností připojení k PC přes USB port. Cenová nabídka je 11 036 Kč vč. DPH, ke dni 10. 03. 2016 (<http://www.vernier.cz/produkty/senzory>).

3.1.1.2 Vývoj v oblasti vážení

Vývoj v oblasti vážení a vah se ubírá rozličnými směry. I když se váhy v minulosti vyráběly s parametry, které vyhovovaly požadavkům uživatele, v dnešní době lze tvrdit, že se vyrábějí doslova „šité na míru“ zákazníka. Klade se důraz zejména na multifunkční displej a na eliminaci rušivých vlivů. Výrobci nejsou ani proti možnosti, že by funkci displeje převzal PC. Nabízejí váhy s USB anebo s RS-232C portem (součástí nabídky bývá i software, nebo doporučují software získat od renomovaných softwarových firem). Přesto je však pravidlem, že se váhy i s porty pro spojení s PC vyrábějí jako samostatné přístroje s úložištěm dat (datalogger). Zákazníkovi takto zůstává volba, zda bude používat PC na uchování a zpracování dat, nebo si vystačí s displejem s desítkami až stovkami funkcí, které plnohodnotně provádějí operace namísto PC. Nelze ani opomenout skutečnost, že v rámci konkurenčního boje výrobci kromě vybavení displeje různými funkcemi nezapomínají ani na estetický vzhled, ergonomické charakteristiky displeje a na vizualizaci údajů (velké číslice, dobrá čitelnost za šera atd.).

Rychlým změnám a zdokonalování podléhají i produkty školních počítačových měřicích systémů. Příkladem vývoje mohou být i digitální váhy použité v této diplomové práci s měřicím rozsahem 400 g (k datu 10. 03. 2016), které v současné době již nejsou v nabídce produktů firmy Vernier (k datu 1. 5. 2016). Váhy, které tento model nahradily, mají kromě přepracovaného vnějšího vzhledu i větší měřicí rozsah, max. do 620 g (<http://www.vernier.cz/produkty/senzory>).

Kromě klasického typu laboratorních vah se můžeme setkat například s kapesními digitálními váhami. Tyto váhy sice nemají uplatnění v legislativně přísném prostředí (Bailey, Barwick, 2007), ale v mnoha případech se jejich používání akceptuje, pokud se tím ovšem neporušují bezpečnostní a hygienické předpisy. K dispozici je široký výběr kapesních digitálních vah v různých cenových relacích. Další výhodou je bezesporu

možnost komfortního přenášení z místa na místo (http://www.digitalnivahy.com/Eshop_Products.aspx?ProductCategoryId=6).

Dále uvádíme vážení mobilním telefonním přístrojem. Princip vážení spočívá v položení zkoumaného objektu na display přístroje, který vestavěným tlakovým senzorem vyhodnotí hmotnost zkoumaného objektu. V dnešní době však tento způsob vážení slouží spíše pro zábavu (http://mobil.idnes.cz/vazili-jsme-mobil-mobilem-0y4-telefony.aspx?c=A150904_113150_mob-kratke-zpravy_jm).

V současnosti jsou také rozšířené inteligentní osobní váhy, které umožňují rychlý přenos údajů přes WIFI na internet (wireless) a následně možnost okamžitého zhlédnutí naměřených údajů ve formě grafu na mobilním telefonu, tabletu nebo PC. Uplatní se zejména u lidí, kteří si musí svou hmotnost hlídat (např. při otylosti, diabetu apod.). Umožňují i plánování jídelníčku, na který upozorní přicházející SMS zprávy (<https://www.fitbit.com/eu/aria>). Ve školní praxi však tyto váhy využití zatím nemají.

3.1.2 Dodržování zásad při vážení

Vážení jako jedna ze základních operací v laboratoři také vyžaduje určité obecné zásady, které je nutné dodržovat, pokud je cílem získat co nejpřesnější a reprodukovatelné výsledky. Dle publikace „*Laboratory Skills Training Handbook*“ (Bailey, Barwick, 2007) lze uvést stručně v bodech, co všechno by se mělo při vážení pomocí digitálních laboratorních vah dodržovat (ovšem pokud to podmínky dovolují):

- *vhodné umístění vah*: stabilita laboratorního stolu, váhovna bez průvanu, vibrací,
- *teplota*: nevážit u topení a u oken, vážit při konstantní teplotě,
- *vlhkost vzduchu*: optimální vlhkost v rozmezí 45 % - 60 %, měřit dále od klimatizačního a ventilačního zařízení, od dveří, počítačů a od velkých laboratorních přístrojů,
- *světlo*: odstup od světelného zdroje vyzařujícího teplo (obyčejná žárovka), zastínění (zamezení přímému slunečnímu světlu),
- *vypínání vah*: v průběhu experimentu nevypínat, v případě potřeby uvést do spánkového režimu (zachování provozní teploty),
- *kontrola vodorovnosti vah*: vzduchová bublina uprostřed vodováhy,

- *nastavení citlivosti vah:* při prvním zapnutí, změně umístění vah a při změně teploty (možnost nastavení automatické kalibrace),
- *kontrola nulové polohy:* na začátku měření (možnost úpravy tlačítkem TARE),
- *misky vah:* kontrola čistoty, vážený vzorek je umístěn uprostřed misky, nikdy nepokládáme horké předměty a nespíme chemikálie přímo na miskou vah,
- *nádoby na vážení vzorků:* rozměr a druh nádob volit dle potřeby (lodička, hodinové sklo, kádinka), riziko elektrostatického náboje při používání plastových nebo skleněných nádob při atmosférické vlhkosti nižší jak 30 – 40 %, dbát na stejnou teplotu nádoby a váženého vzorku

Ignorace uvedených zásad může narušit ve větší nebo menší míře hodnověrnost výsledků vážení, což v konečném důsledku vede k chybným výsledkům v analýzách a také k chybným závěrům v experimentech. Proto je nezbytné ještě před vážením prokonzultovat se žáky správný postup, který by se měl při vážení digitálními váhami propojitelnými s PC dodržovat. V rámci této diplomové práce bylo vykonáno několik experimentů s digitálními váhami v souladu s uvedenými zásadami vážení. Také bylo navrženo pro žáky několik konkrétních laboratorních úloh, které nelze vykonat spolehlivě bez dodržení zásad vážení. Proto bylo v této kapitole věnované tolik pozornosti metodice vážení.

3.2 Měření hmotnosti s podporou počítače

Digitalizace vah je jednoznačným trendem. Digitální váhy s piezoelektrickými senzory postupně nahrazují mechanické váhy. Přestože propojit digitální váhy s počítačem je lehce uskutečnitelné, prozatím nic nenasvědčuje tomu, že by přenášení dat z vah do PC bylo jasným trendem ve vážení. Je to kvůli tomu, že technická stránka se přizpůsobuje potřebám a praktičnosti, což dokladuje i samotný trh vah. Výrobci zpravidla nabízejí rozsáhlý sortiment digitálních vah, avšak pouze některé váhy jsou vybavené USB portem nebo portem RS-232C. Trendem jsou spíše dokonalé digitální displeje se zobrazením mnoha funkcí a s dostatečnou pamětí. V principu lze i v pedagogické praxi vážit s použitím PC anebo bez přenosu údajů do PC. Volba obou možností plyne z potřebnosti, účelu a významu.

Pro jednoduché vážení není praktické vždy přenášet data do PC (např. předvažování), avšak při některých školních experimentech je přenášení dat dynamicky

do PC z didaktického hlediska velmi hodnotné. Sledování dynamických změn hmotnosti látek účastnících se chemických reakcí nebo fyzikálních procesů je jednak velmi názorné (vizualizace procesu ve formě grafu), jednak dovoluje posoudit rychlost procesu, případně posuzovat i změny rychlosti procesu, pokud proces nemá lineární charakter. Také je velmi praktické zaznamenávat změny hmotnosti dlouhotrvajících procesů. Příkladem je sušení. Při sušení se křivka sušení s časem „vyrovnává“, což umožňuje spolehlivě detekovat ukončení procesu sušení. V případě přenosu dat na server nebo na internet (vzdálené měření) je možné sledovat proces dynamických změn i bez fyzické přítomnosti. Také je možné zprostředkovat přenos přímo nezúčastněným (vzdálený experiment, viz kapitola 2.1.2.3 *Vzdálené měření a experimenty*). Kromě fyziky a chemie lze využít přenos dat z vah i v biologických experimentech (sledování růstu rostlin, kultur).

Z didaktického hlediska je při přenosu dat z vah do PC významné i to, že žáci takto získávají zručnost ve využívání PC. Získané údaje je možné statisticky zpracovávat buď pomocí softwaru dodávaného k měřicímu zařízení, nebo pomocí aplikace Excel. Žáci takto získají dovednost, kterou mohou dále prohlubovat v badatelské činnosti (ročníkové práce, projekty). Takovýto přístup lze tedy spojovat s výukou badatelsky orientovanou. Jeví se nám, že zařazení počítačem podporovaného experimentu do výuky školních laboratorních cvičení vede k zefektivnění laboratorní činnosti (Bílek, Hrubý, 2014).

3.3 Laboratorní úlohy s měřením hmotnosti s podporou počítače

V diplomové práci se zaměřujeme na šest komplexních laboratorních úkolů. Důraz klademe zejména na reálná, experimentem získaná data, na jejichž základě lze ověřit hypotézy žáků formulované na začátku měření, na možnost porovnat teoretické a naměřené hodnoty a také na možnost zkoumat odchylky měření, přičemž hlavním cílem je srovnávat změny hmotnosti reakčních systémů a na základě výsledků měření pochopit princip zkoumané chemické problematiky. Využívání počítačového hardwaru a softwaru v navrhovaných školních experimentech by mělo vést k zefektivnění výuky a k názornějšímu přiblížení chemické podstaty děje.

3.3.1 Hmotnostní změny při odpařování kapalin

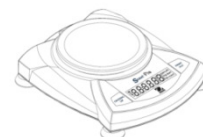
Ačkoli se odpařování nevyznačuje velkou změnou hmotnosti, úbytek lze zaznamenat přesnými digitálními váhami, čímž se otvírá řada výukových aplikací. Ke srovnání intenzity odpařování jsme žákům vybrali chemické látky známé i z běžného života – voda, ethanol (alkohol), diethylether (kdysi se používal jako anestetikum). Vlastní téma odpařování v rámci skupenských přeměn je z větší části vysvětlované v předmětu fyzika, nebo ve fyzikální chemii. Jelikož v rámci gymnaziálního čtyřletého studia není vyčleněno tolik hodin pro fyzikální chemii jako pro anorganickou nebo organickou chemii, tak se přímo toto laboratorní cvičení nabízí do výuky zařadit. Samozřejmě mohou být různé varianty zpracování a směřování laboratorního cvičení s úkoly. My jsme se rozhodli navrhnout variantu, která vysvětluje různou rychlost odpařování daných látek ve spojitosti s učivem chemických vlastností derivátů uhlovodíků – hydroxysloučeniny a ethery (organická chemie, 3. ročník čtyřletého gymnázia) s dílčím cílem zopakovat učivo o vodíkových vazbách (obecná chemie, 1. ročník). K tomu bylo vybráno odpařování vody (anorganická chemie) jako ukázkový, a žákům nejbližší, příklad vypařování kapaliny se silnějšími vodíkovými vazbami. Přidaná hodnota použití hmotnostního čidla spočívá zejména v možnosti naměřit reálná data a rozvíjet dovednost tato data vyhodnotit a srovnat s teoretickým předpokladem žáků. Také dochází k rozvíjení manuální dovednosti žáků pracovat s technickým zařízením. Laboratorní cvičení by mělo vést k rozvíjení následujících klíčových kompetencí:

- *kompetence k učení*: vyhledávat a třídit informace vedoucí k pochopení principu úlohy,
- *kompetence k řešení problémů*: stanovit problém a zvládnout organizaci jeho řešení,
- *kompetenci komunikativní*: vhodně formulovat myšlenky z cvičení v závěru úlohy, rozvíjet jak písemný tak ústní projev.

Laboratorní protokol č. 1

Téma: Vliv vodíkových vazeb na odpařování kapalin		Chemie: fyzikální, anorganická, organická
Pokus: žákovský, demonstrační	Čas pokusu: 20 min	BOZP: po/nepovolené pro žáky
GHS 02 Hořlavé, GHS 07 Dráždivé - ethanol, diethylether		

NÁZEV: HMOTNOSTNÍ ZMĚNY PŘI ODPAŘOVÁNÍ KAPALIN



Úkol: Sledovat a vysvětlit změny hmotnosti při odpařování kapaliny z povrchu Petriho misky

Princip

Vypařování je fázová (skupenská) přeměna, při které se kapalina odpařuje pouze z povrchu. Rychlost odpařování závisí na různých snadno měnitelných faktorech, jako např. na velikosti povrchu, teplotě, vlhkosti vzduchu, pohybu plynu nad kapalinou, avšak také i na tlaku nasycených par a na přitažlivých (kohezních) silách mezi částicemi kapaliny, které jsou pro každou kapalinu charakteristické (tj. kohezní síly nelze ovlivnit), což se ukazuje i v našem experimentu. Vypařování je endotermický děj. Na překonání kohezních, přitažlivých sil mezi částicemi, je potřebná energie. Existuje několik druhů mezimolekulárních sil. V našem experimentu bude pozornost upřena pouze na tzv. vodíkové můstky, které patří k silnějším typům mezimolekulárních interakcí.

Pomůcky

- váhy [Vernier OHSP-401 a PC](#)
- Petriho miska
- odměrný válec

Chemikálie

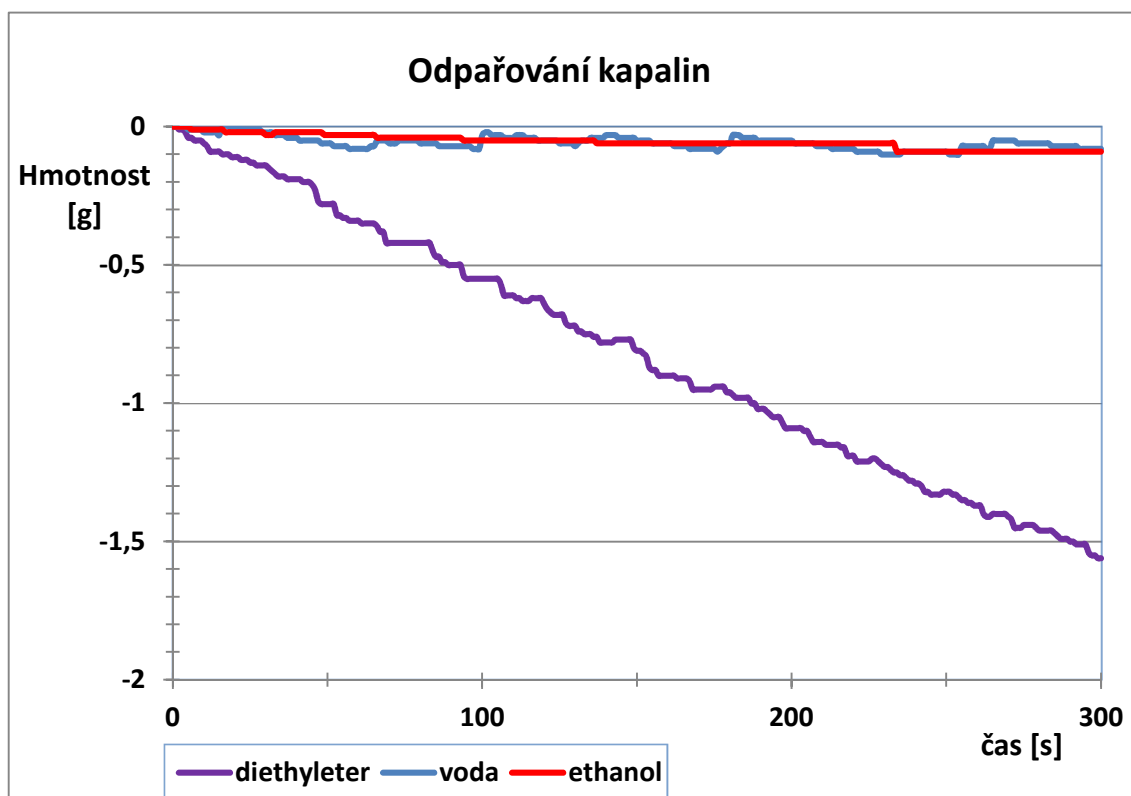
- voda (H_2O)
- ethanol (CH_3CH_2OH)
- diethylether ($CH_3CH_2 - O - CH_2CH_3$)

Postup

1. Zvolte počítačový program *LoggerLite*. Připravte si měření hmotnosti. V programu nastavte „časové měření“ a celkový čas měření na 300 sekund.
2. Položte Petriho misku na váhy a pomocí odměrného válce do ní nalijte:
 - a) 5 ml vody a vytárujte hmotnost,

- b) 5 ml ethanolu a vytárujte hmotnost,
 - c) 5 ml diethyletheru a vytárujte hmotnost.
3. Odstartujte měření (ikona *Sběr dat*) a sledujte změny hmotnosti.
 4. Porovnejte hmotnostní rozdíly z měření a vypracujte jednotlivé úkoly v pracovním listu.

Výsledky měření:



Graf 1: Záznam hmotnostní změny při odpařování vody, ethanolu a diethyletheru.

Zkoumaná kapalina	Δm [g]	t_v [°C]	σ [10^{-3} N/m]	vodíkové vazby
Voda	0,07	100	72,75	silnější
Ethanol	0,09	78,3	25,55	slabší
Ether	1,55	34,6	16,4	nevytváří

Tabulka 1: Vybrané vlastnosti zkoumaných kapalin a pokles jejich hmotností při odpařování

Diskuze:

Na rychlost odpařování zkoumaných kapalin mají vliv i slabé vazebné interakce – vodíkové vazby. Jejich přítomnost ve sloučenině zvyšuje její bod varu oproti analogickým sloučeninám bez vodíkových můstků, tudíž ztěžují přechod ze skupenství kapalného do plynného. To nám dokazuje nejintenzivnější odpařování diethyletheru, jehož důsledkem je největším úbytek hmotnosti během 3 minut. Diethylether nemá vodíkové vazby, a jeho hodnota teploty varu je proto výrazně nižší než u vody a ethanolu. Voda má nejsilnější vodíkové vazby, a tím i větší hodnotu teploty varu. Ethanol sice obsahuje vodíkové vazby, ale jsou slabší, jeho teplota varu je tedy nižší než u vody, a také proto se odpařuje rychleji než voda.

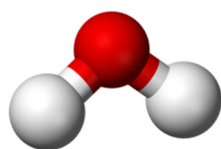
Závěr:

Měřením hmotnosti jsme ověřili, že ze zkoumaných kapalin se nejintenzivněji odpařuje diethylether (největší rozdíl hmotností), poté ethanol a voda (nejmenší rozdíl hmotností).

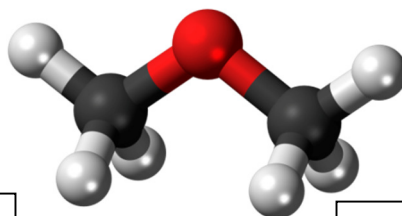
Úlohy pro žáky:

1) A. K zobrazeným počítačovým modelům přiřadte názvy zkoumaných kapalin.

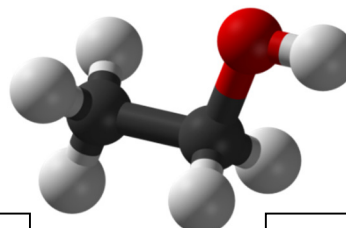
a) b) c)



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

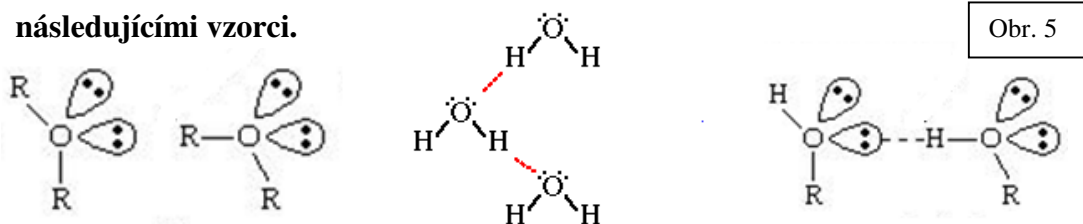
B. Přiřadte uvedené modely k obecným vzorcům a napište jejich názvy.



Obr. 4

1 - ..., 2 - ..., 3 - ...,

2) A. Které ze zkoumaných kapalin vytvářejí vodíkové vazby? Pomozte si následujícími vzorci.



a) b) c)

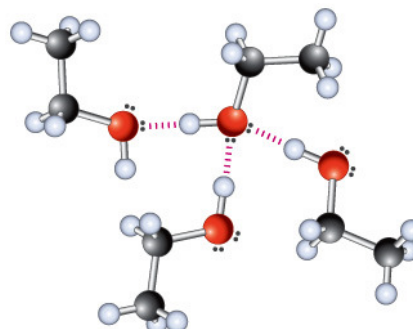
B. Ve kterých sloučeninách se obecně vyskytují vodíkové můstky?

C. Které ze zkoumaných kapalin patří k derivátům uhlovodíků?

3) Doplňte chybící údaje:

A. Hydroxysloučeniny

Vodíkové vazby vznikají mezi jedné molekuly alkoholu a jiné molekuly alkoholu (viz model), a tak přechod z kapalného do plynného skupenství. Vodíkové vazby mezi molekulami jsou příčinou jejich relativně teplot varu.

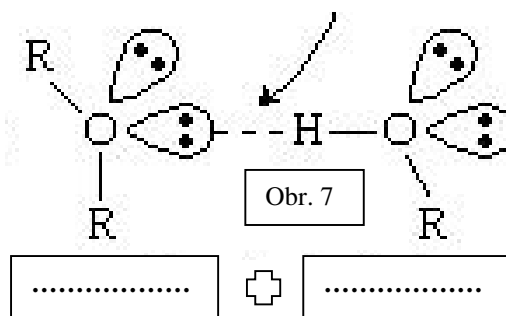


B. Ethersy

Ethersy můžeme odvodit jako deriváty, avšak mají ve srovnání s hydroxysloučeninami a vodou teploty varu, jelikož jejich molekuly navzájem vodíkové vazby (vzorec 2. A. a.). Proto se ethersy odpařují než zkoumaná voda nebo ethanol.

Existuje možnost, že ethersy mohou v určitém případě tvořit vodíkové vazby?

Ethersy tvořit vodíkové vazby mezi jinými molekulami. Příkladem je uvedený vzorec molekuly etheru a molekuly



Schopnost tvořit vodíkové vazby s jinými sloučeninami činí ethersy

..... pro širokou škálu organických sloučenin a také překvapivě velkého množství anorganických sloučenin.

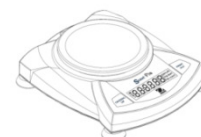
3.3.2 Hmotnostní změny při rozkladu peroxidu vodíku

Vhodným námětem pro další laboratorní cvičení s počítačovou podporou měření hmotnosti se ukázaly chemické reakce, při kterých dochází k úniku plynu, tudíž ke snížení hmotnosti reakční soustavy, což dokážou zaznamenat digitální váhy. Jako první představujeme rozklad peroxidu vodíku, při kterém dochází k uvolnění kyslíku. I v tomto případě lze toto téma zařadit do různého učiva (plyny, příprava kyslíku, sloučeniny kyslíku). Avšak my jsme se rozhodli směřovat laboratorní cvičení do učiva reakční kinetiky – vliv katalyzátoru, což je pro některé žáky obtížnější učivo. Dalším důvodem je určitě i efektivnější využití digitálních vah, jelikož zkoumáme úbytek hmotnosti v průběhu času, čímž je využita přidaná hodnota tohoto technického zařízení. V rámci gymnaziálního čtyřletého studia je obvykle reakční kinetika probírána v 1. ročníku a námi předkládané laboratorní cvičení může být využito jako výklad nové látky, nebo fixace nového učiva. Tříprocentní peroxid vodíku je pro žáky známá chemikálie z běžného života, proto důležitým cílem úloh laboratorního cvičení je také charakteristika peroxidu vodíku, ačkoli tato látka je probírána později v rámci anorganické chemie jako sloučenina kyslíku.

Laboratorní protokol č. 2

Téma: Reakční kinetika, katalýza, katalyzátor		Chemie: obecná, fyzikální, anorganická
Pokus: žákovský, demonstrační	Čas pokusu: 20 min	BOZP: po/nepovolené pro žáky
GHS 05 Žíravé látky, GHS 07 Dráždivé látky - peroxid vodíku (w = 30 %)		

NÁZEV: KATALYTICKÝ ROZKLAD PEROXIDU VODÍKU

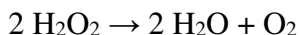


Úkol: Zkoumat vliv velikosti povrchu katalyzátoru a různé koncentrace reaktantů na rychlost chemické reakce prostřednictvím měření změny hmotnosti reakčního systému

Princip

Chemické reakce probíhají různou rychlostí. Rychlost chemických reakcí je závislá na více faktorech, hlavně však závisí na teplotě, koncentracích výchozích látek, přítomnosti katalyzátorů a tlaku. Podrobněji se rychlostmi chemických reakcí zabývá reakční kinetika, která je součástí fyzikální chemie.

S rostoucí koncentrací výchozích látek roste frekvence účinných srážek a rychlost chemické reakce se tak zvyšuje. Průběh chemické reakce ovlivňuje i přítomnost jiných látek. Některé látky brání chemickým reakcím nebo je zpomalují. Tyto látky nazýváme inhibitory. Jejich opakem jsou katalyzátory, které aktivují a urychlují reakce. Avšak v konečném důsledku na průběh reakce vliv nemají, protože z reakce vystupují ve stejném stavu, v jakém do reakce vstoupily, čímž neovlivňují celkovou bilanci reakce. Příkladem urychlení chemické reakce je rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík, která bez přítomnosti katalyzátoru probíhá velmi pomalu podle následující rovnice:



Účinkem různých faktorů lze tento rozklad urychlit, přičemž hmotnost reakčního systému, která se zaznamená, bude rychleji klesat v důsledku rychlejšího úniku O_2 do atmosféry.

Pomůcky

- váhy [Vernier OHSP-401 a PC](#)
- kádinka
- odměrný válec
- laboratorní lžička

Chemikálie

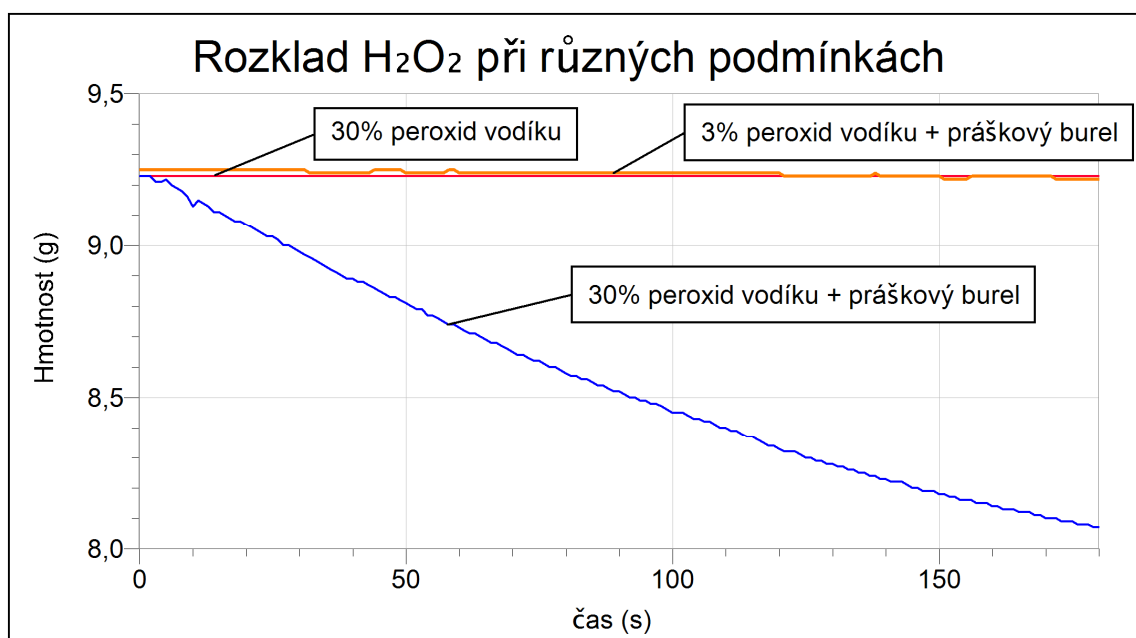
- peroxid vodíku (H_2O_2 ; w = 30%, 3%)
- práškový burel (MnO_2)
- burelové tablety
- voda (H_2O)

Postup

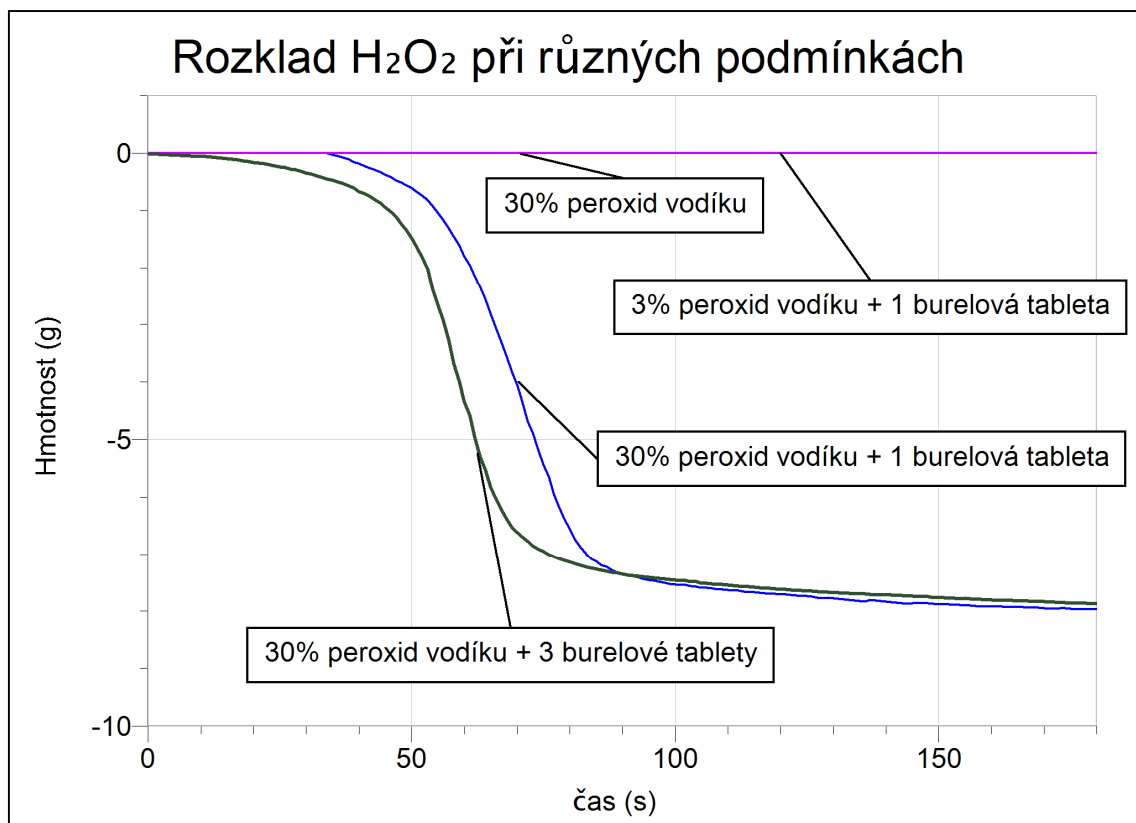
1. Zvolte počítačový program *LoggerLite*. Připravte si měření hmotnosti. V programu nastavte „časové měření“ a celkový čas měření na 180 sekund.
2. Položte kádinku na váhy a vytárujte hmotnost. Pomocí odměrného válce nalijte do kádinky:

- a) 10 ml 30% peroxidu vodíku,
 - b) 10 ml 30% peroxidu vodíku a na špičku lžičky burel (1 burelová tableta),
 - c) 10 ml 3% peroxidu vodíku a na špičku lžičky burel (1 burelová tableta).
3. Ihned vytárujte, odstartujte měření (ikona *Sběr dat*) a sledujte změny hmotnosti.
 4. Vypočítejte rozdíl $m_1 - m_2$, což je hmotnost uniklého kyslíku - $m(\text{O}_2)$ za 3 minuty.
Zjistěte hodnoty hmotnosti uniklého kyslíku při:
 - a) rozkladu 30% peroxidu vodíku s použitím a bez použití katalyzátoru,
 - b) rozkladu 30% a 3% peroxidu vodíku s katalyzátorem.
 5. Vyplňte tabulku, запиšte průběh reakce a vypracujte jednotlivé úkoly v pracovním listu.

Výsledky měření:



Graf 2: Záznam hmotnostní změny při rozkladu peroxidu vodíku s práškovým burelem



Graf 3: Záznam hmotnostní změny při rozkladu peroxidu vodíku s burelovou tabletou

Rozklad 30% H_2O_2	$m(O_2)[g]$
bez MnO_2	0
s MnO_2	1,16

Tabulka 2: Hodnoty hmotnostních změn při rozkladu H_2O_2 bez přítomnosti katalyzátoru a s práškovým katalyzátorem MnO_2

Katalytický Rozklad	$m(O_2)[g]$
30% H_2O_2	1,16
3% H_2O_2	0,3

Tabulka 3: Hodnoty hmotnostních změn při katalytickém rozkladu (práškový burel) 30% a 3% H_2O_2

Rozklad 30% H ₂ O ₂	m(O ₂)[g]
bez tablety	0
s 1 burelovou tabletou	7,97
s 3 burelovými tabletami	7,85

Tabulka 4: Hodnoty hmotnostních změn při rozkladu H₂O₂ bez přítomnosti katalyzátoru, s 1 burelovou tabletou a se 3 burelovými tabletami.

Katalytický Rozklad	m(O ₂)[g]
30% H ₂ O ₂	7,97
3% H ₂ O ₂	0

Tabulka 5: Hodnoty hmotnostních změn při katalytickém rozkladu (burelová tableta) 30% a 3% H₂O₂

Pozorování:

Průběh reakce: → +

Diskuze:

V literárních zdrojích se uvádí, že peroxid vodíku je sice stabilní látka, která se však rozkládá katalyticky působením rozličných substancí, přičemž rozklad podněcuje i sklo, prach, světlo, teplota, UV záření apod. Experimentem nebyl zjištěn hmotnostní úbytek pozvolného rozkladu peroxidu vodíku v čase měření 180 sekund. Rozklad peroxidu vodíku při laboratorních podmínkách probíhá velmi pomalu. Krátce trvající experiment s citlivostí vah 0,01 gramu nedovoluje stanovit rychlost pozvolného rozkladu ani úbytek kyslíku. Rychlost rozkladu jsme urychlili působením katalyzátoru. Rozkladem 30% peroxidu vodíku s přidaným práškovým burelem se uvolnilo 1,16 g kyslíku do atmosféry za 3 minuty. Zjistili jsme, že snížením koncentrace peroxidu vodíku na 3% roztok se uvolnilo 0,3 g kyslíku do atmosféry za 3 minuty.

Experimentem s použitím burelových tablet jsme urychlili rozklad 30% peroxidu vodíku, přičemž se uvolnilo o 6,81 g více kyslíku než při použití burelu v práškové podobě. Vysvětlením je, že při použití burelu v tabletách se nejdříve musela překonat povrchová vrstva tablety a následně proběhla reakce bouřlivěji. V případě s 1 burelovou tabletou se

uvolnilo 7,97 g do atmosféry za 3 minuty. S 3 burelovými tablety se uvolnilo přibližně stejně, a to 7,85 g. Odchytku v měření připisujeme nízké citlivosti vah a rychlejšímu průběhu reakce (ztráty při tárování), jelikož se zvětšil reakční povrch a také se mohla dříve překonat povrchová vrstva tablety. Avšak snížením koncentrace z 30% na 3% peroxid vodíku jsme nenaměřili úbytek hmotnosti, což dokazuje, že reakce probíhá pomaleji, a tak nízká koncentrace peroxidu není dostačující k překonání povrchové vrstvy tablety.

Závěr:

Měřením hmotnosti jsme ověřili, že nejintenzivněji probíhá reakce rozkladu 30% peroxidu vodíku s použitím katalyzátoru, větší úbytek jsme naměřili v případě použití burelových tablet. Úbytek hmotnosti 3% peroxidu vodíku jsme naměřili pouze s práškovým burelem. V případě samovolného rozkladu nelze úbytek hmotnosti zaznamenat.

Úlohy pro žáky:

1) Doplněte chybící údaje

Peroxid vodíku se podařilo poprvé připravit v 19. století francouzskému chemikovi jménem *Louis Jacques Thénard*. Triviálně ho lze nazvat i „*kysličníkem*“. Obsahuje atomy kyslíku, z nichž každý má hodnotu oxidačního čísla Jedná se o olejovitou kapalinu, která má barvu. Z běžného života ho poznáme zejména jako % roztok, který se používá jako, nebo jako bělicí činidlo (např. odbarvení vlasů).

2) Jaké jiné látky mohou katalyzovat rozklad peroxidu vodíku?

3) Mohou nějaké látky průběh rozkladu peroxidu vodíku také inhibovat?

4) Pokuste se odhadnout a zakreslit do grafu z provedených měření, jak by se změnil průběh reakce katalytického rozkladu peroxidu vodíku, pokud byste použili 2 burelové tablety. Předpoklad můžete ověřit i experimentálně.

3.3.3 Vliv povrchu reaktantů na rychlost chemické reakce (Hmotnostní změny při reakci jedlé sody s kyselinou octovou)

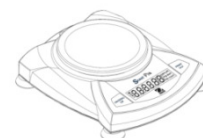
Chemická reakce jedlé sody s kyselinou octovou je dalším vhodným námětem z oblasti reakcí, při kterých se uvolňuje plynný produkt (CO_2). Jako první představujeme návrh a zpracování laboratorního cvičení, ve kterém je hlavním cílem pochopit princip vlivu velikosti povrchu reaktantu (jedlé sody) na reakční rychlost dané reakce. Přidaná hodnota hmotnostního čidla spočívá v registraci úbytku hmotnosti v průběhu času a ve zpracování grafického záznamu, který budou žáci vyhodnocovat.

V rámci gymnaziálního čtyřletého studia je obvykle reakční kinetika probírána v 1. ročníku a námi předkládané laboratorní cvičení může být využito jako výklad nové látky, nebo fixace nového učiva. Dílčím cílem úloh laboratorního cvičení je si dané učivo procvičit.

Laboratorní protokol č. 3

Téma: Reakční kinetika, reakční povrch, kyseliny, soli		Chemie: obecná, fyzikální, anorganická
Pokus: demonstrační	Čas pokusu: 10 min	BOZP: nepovolené pro žáky
GHS 02 Hořlavé látky GHS 05 Žíravé látky - kyselina octová (w = 20%)		

NÁZEV: VLIV POVRCHU REAKTANTŮ NA RYCHLOST CHEMICKÉ REAKCE



Úkol: Zkoumat vliv změny velikosti povrchu reagujících látek na rychlost chemické reakce hydrogenuhličitanu sodného s kyselinou octovou

Princip

Chemické reakce probíhají různou rychlostí. Rychlost chemických reakcí je závislá na více faktorech, hlavně však závisí na teplotě, koncentraci reaktantů, přítomnosti katalyzátorů a na tlaku. Podrobněji se rychlostmi chemických reakcí zabývá reakční kinetika, která je součástí fyzikální chemie.

Jedním z mnoha faktorů je také reakční povrch. Pokud zvětšíme reakční povrch reaktantů, dojde tím ke zrychlení dané reakce v její počáteční fázi.

Počáteční fázi reakce lze urychlit změnou povrchu (prášková jedlá soda a soda v tabletách), přičemž hmotnost reakčního systému, která se zaznamená, bude rychleji klesat v důsledku rychlejšího úniku CO_2 z reakčního systému do atmosféry.

Pomůcky

- váhy [Vernier OHSP-401 a PC](#)
- kádinka (min. 600 ml)
- odměrný válec

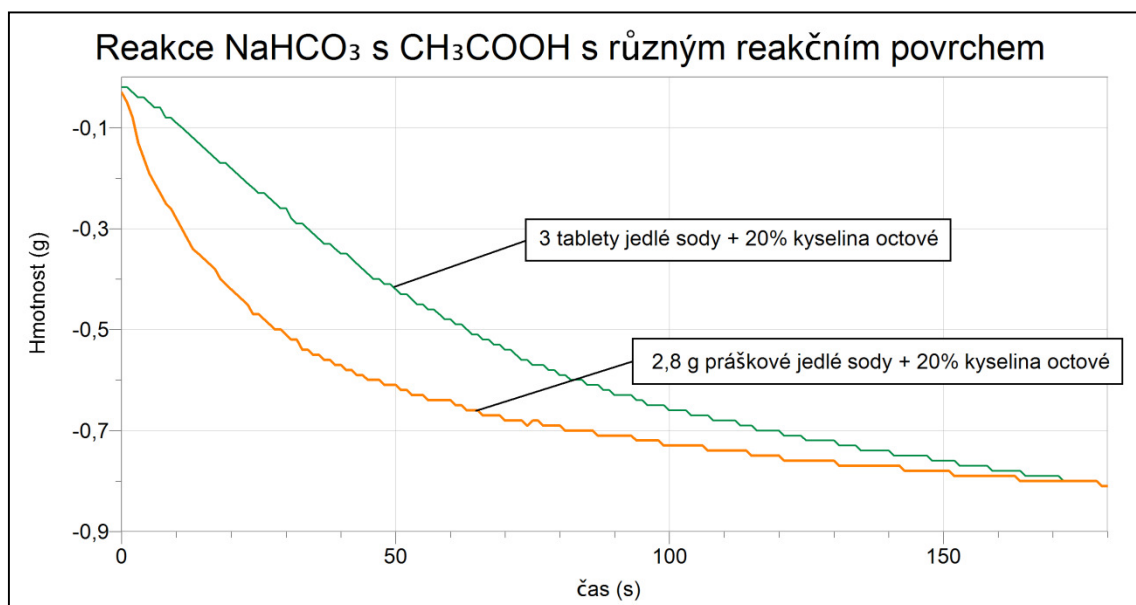
Chemikálie

- jedlá soda (NaHCO_3 : prášková, v tabletách)
- kyselina octová (CH_3COOH : w = 20%)
- voda (H_2O)

Postup

1. Zvolte počítačový program *LoggerLite*. Připravte si měření hmotnosti. V programu nastavte „časové měření“ a celkový čas měření na 180 sekund.
2. Položte kádinku na váhy a vytárujte hmotnost. Do kádinky přidejte:
 - a) 3 tablety jedlé sody, zaznamenejte si jejich hmotnost
 - b) x gramů práškové jedlé sody (hmotnost dle hmotnosti 3 tablet jedlé sody)
3. Vytárujte. Poté pomocí odměrného válce nalijte do kádinky 50 ml 20% kyseliny octové.
4. Ihned vytárujte, odstartujte měření (ikona *Sběr dat*) a sledujte změny hmotnosti.
5. Určete z grafu rozdíl $m_1 - m_2$, což je hmotnost uniklého oxidu uhličitého - m (CO_2) za 3 minuty.
6. Vyplňte tabulku, zapište průběh reakce a vypracujte jednotlivé úkoly.

Výsledky měření:



Graf 4: Záznam hmotnostní změny při reakci jedlé sody s kyselinou octovou

Pozorování:

Průběh reakce: + → + +

NaHCO_3	$m(\text{CO}_2)[\text{g}]$
v tabletách	0,79
práškový	0,78

Tabulka 6: Hodnoty hmotnostních změn při reakci jedlé sody s kyselinou octovou

Diskuze:

Reakcí jedlé sody v tabletách s 20% kyselinou octovou se uvolnilo 0,79 g oxidu uhličitého za 3 minuty. V případě, že použijeme reaktant s větším povrchem (tj. v daném experimentu nahradíme tablety sody práškovou formou hydrogenuhličitanu sodného) bude reakce zpočátku probíhat rychleji do té doby, kdy součiny rychlostních konstant obou forem reaktantu s jejich koncentracemi se vyrovnají. Prášková forma reaktantu má vyšší rychlostní konstantu, avšak tím, že se koncentrace reaktantu rychleji snižuje, rychleji klesá i reakční rychlost. Při reakci práškové sody s 20% kyselinou octovou se uvolnilo 0,78 g oxidu uhličitého. Zvětšením reakčního povrchu jedlé sody v práškové podobě se reakce v počátečních fázích zrychluje, což nám také potvrzuje grafický záznam strmější kinetické křivky. Hmotnosti uniklého oxidu jsou téměř shodné, protože reakce

v obou případech proběhly kvantitativně shodně, tj. rychlostní konstanty jsou natolik vysoké, že součin koncentrací reaktantu po relativně krátkém čase je zanedbatelný. Odchylky v měření je možné přisoudit ztrátám oxidu uhličitého během tárování hmotností na začátku měření při spuštění reakce.

Závěr:

Měřením hmotnosti a grafickým záznamem jejího průběhu při jednotlivých reakcích jsme ověřili, že rychlost chemických reakcí je tím rychlejší, čím je reakční povrch reaktantů větší (obsahuje více rozptýlených částic).

Úlohy pro žáky:

1) Doplňte chybějící údaje

Čím je povrch (zrnitost) reagujících látek, tím více částic může reagovat a zvyšuje se tak pravděpodobnost účinné srážky, a i proto daná reakce probíhá

2) Jak by se daly mechanicky upravit pomaleji reagující látky, aby reakce proběhla rychleji?

3) Uveďte další příklady (typ reakce: kov, kyselina), ve kterých by se také mohl zkoumat vliv velikosti reakčního povrchu na rychlosti reakce.

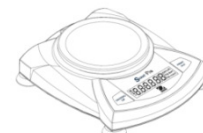
3.3.4 Vliv koncentrace reaktantů na rychlost chemické reakce (Hmotnostní změny při reakci jedlé sody s kyselinou octovou)

Nyní na téže reakci (jedlá soda a kyselina octová) navrhujeme zpracování laboratorního cvičení, ve kterém sledujeme jiný cíl, a to pochopit princip vlivu změn koncentrací kyseliny octové na reakční rychlost dané reakce. Dílčím cílem úloh laboratorního cvičení je si dané učivo procvičit a prohloubit a také srovnat teoretický výpočet vybrané reakce (libovolná koncentrace kyseliny octové) s naměřenými údaji.

Laboratorní cvičení č. 4

Téma: Reakční kinetika, vliv koncentrace, kyseliny, soli		Chemie: fyzikální, anorganická
Pokus: demonstrační, žákovský	Čas pokusu: 20 min	BOZP: po/nepovolené pro žáky
GHS 02 Hořlavé látky GHS 05 Žíravé látky - kyselina octová (w = 10%, 15%)		

NÁZEV: VLIV KONCENTRACE REAKTANTŮ NA RYCHLOST CHEMICKÉ REAKCE

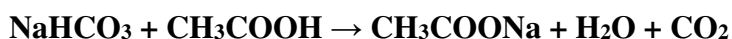


Úkol: Zkoumat vliv zvyšujících se koncentrací kyseliny octové na rychlost reakce této kyseliny s hydrogenuhličitanem sodným.

Princip

Chemické reakce probíhají různou rychlostí. Rychlost chemických reakcí je závislá na více faktorech, hlavně však závisí na teplotě, koncentracích, přítomnosti katalyzátorů, méně na tlaku. Podrobněji se rychlostmi chemických reakcí zabývá reakční kinetika, která je součástí fyzikální chemie.

S rostoucí koncentrací látek roste frekvence účinných srážek a rychlost chemické reakce se tak zvyšuje. Reakce hydrogenuhličitanu sodného (jedlé sody) s kyselinou octovou probíhá podle následující chemické rovnice:



Reakci lze urychlit zvyšováním koncentrace kyseliny octové, přičemž hmotnost reakčního systému, která se zaznamená, bude rychleji klesat v důsledku většího úniku CO₂ do atmosféry.

Pomůcky

- váhy [Vernier OHSP-401 a PC](#)
- kádinka (min. 600 ml)
- odměrný válec

Chemikálie

- jedla soda (NaHCO₃)
- kyselina octová (CH₃COOH: w = 5 - 15%)
- voda(H₂O)

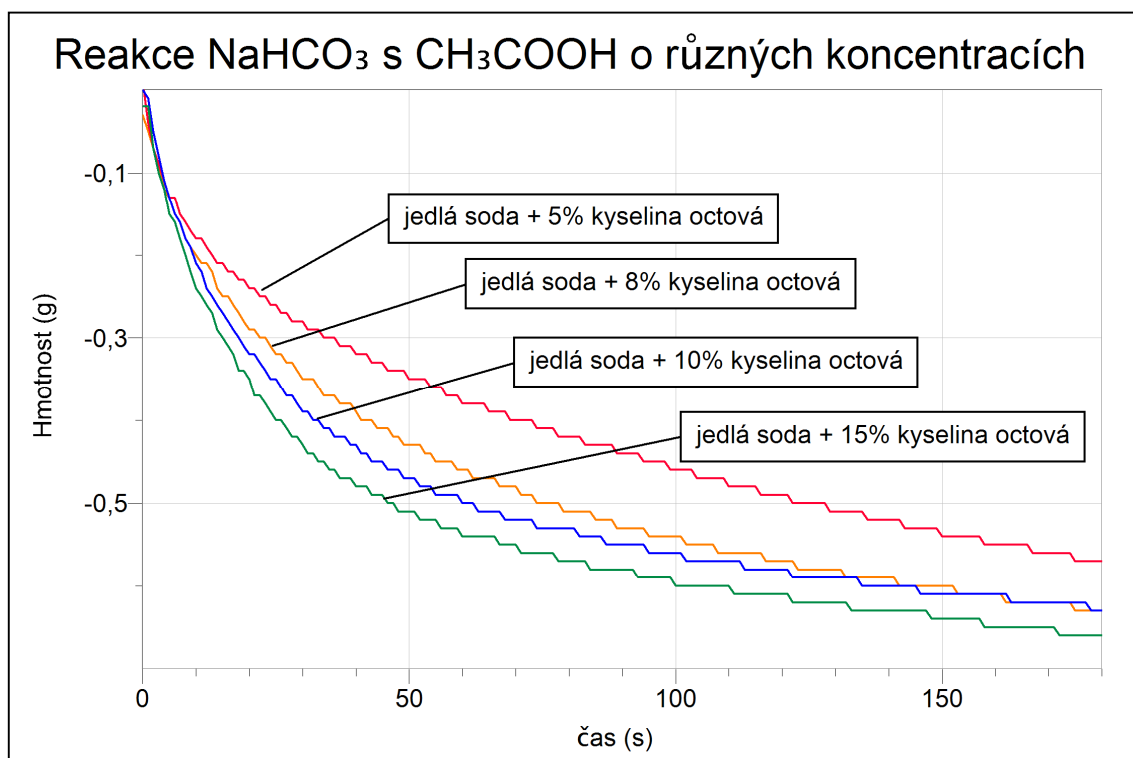
Postup

1. Zvolte počítačový program *LoggerLite*. Připravte si měření hmotnosti. V programu

nastavte „časové měření“ a celkový čas měření na 180 sekund.

2. Položte kádinku na váhy a vytárujte hmotnost. Navažte do kádinky 2,5 g jedlé sody a vytárujte. Postupně pomocí odměrného válce nalijte do kádinky:
 - a) 50 ml 5% kyseliny octové
 - b) 50 ml 8% kyseliny octové
 - c) 50 ml 10% kyseliny octové
 - d) 50 ml 15% kyseliny octové
3. Ihned vytárujte, odstartujte měření (ikona *Sběr dat*) a sledujte změny hmotnosti.
4. Vypočítejte rozdíl $m_1 - m_2$, což je hmotnost uniklého oxidu uhličitého - $m(\text{CO}_2)$ za 3 minuty.
5. Vyplňte tabulku, запиšte průběh reakce a vypracujte jednotlivé úkoly v pracovním listu.

Výsledky měření:



Graf 5: Záznam hmotnostní změny při reakci jedlé sody s kyselinou octovou

Pozorování:

Průběh reakce: + → + +

NaHCO₃	m(CO₂)[g]
s 5% CH₃COOH	0,56
s 8% CH₃COOH	0,60
s 10% CH₃COOH	0,63
s 15% CH₃COOH	0,64

Tabulka 7: Hodnoty hmotnostních změn při reakci jedlé sody s kyselinou octovou

Diskuze:

Reakcí jedlé sody s 5% kyselinou octovou se uvolnilo 0,56 g oxidu uhličitého za 3 minuty. Zvyšováním koncentrace kyseliny se také zvyšovala hmotnost uniklého oxidu uhličitého za 3 minuty. Při reakci s 8% kyselinou octovou se uvolnilo 0,60 g oxidu uhličitého, s 10% 0,63 g a s 15% kyselinou 0,64 g. Zvyšováním koncentrací se uvolnilo více CO₂ za 3 minuty, jelikož reakce probíhaly rychleji, což nám potvrzuje i grafický záznam postupně strmějších křivek.

Závěr:

Měřením hmotnosti a grafickým záznamem jejího průběhu při jednotlivých reakcích jsme ověřili, že rychlost chemických reakcí je přímo úměrná koncentraci výchozích látek. Z toho vyplývá, že chemická reakce probíhá tím rychleji, čím jsou reaktanty koncentrovanější.

Úlohy pro žáky:

1) Doplňte chybící údaje

Rychlost chemické reakce je společným znakem všech reakcí. Experimentálním zjišťováním reakční rychlosti se zabývá Víte, že řada reakcí probíhá velmi rychle, jako například hoření nebo exploze směsi benzínu a vzduchu, na druhé straně jsou některé rychlosti reakcí velmi pomalé, jako například koroze kovů nebo uhelnatění. Rychlost chemické reakce lze zjednodušeně definovat jako rychlost, s jakou

klesá koncentrace, nebo rychlost, s jakou koncentrace produktu. Rychlost reakcí je ovlivňována zejména:

2) Vliv koncentrace aneb *Guldbergův-Waageův zákon*

V 19. století vyjádřili norští chemici **C. M. Guldberg** a **P. Waage** (obr. 8) obecné vztahy, které aplikovali na problém chemické rovnováhy. Zabývali se studiem závislosti rychlosti chemické reakce na koncentraci reaktantů. Uvedenou závislost vyjadřuje tzv. **KINETICKÁ ROVNICE**.



Obr. 8: C. M. Guldberg a P. Waage

A. Uveďte její matematický zápis, pokud víte, že:

- rychlost reakce (v) je přímo úměrná součinu koncentrací reaktantů (A, B) umocněných na určité koeficienty – řády reakce (α , β).

- řád reakce představuje součet exponentů $\alpha + \beta$

(může být roven součtu stechiometrických koeficientů reaktantů dané reakce).

- rychlostní konstantu značíme k (je závislá na teplotě).

Kinetická rovnice:

B. Z tohoto vztahu vyplývá, že chemická reakce probíhá tím, čím jsou reaktanty koncentrovanější.

3) Vypočítejte hmotnost vzniklého oxidu uhličitého při úplném zreagování hydrogenuhličitanu sodného s kyselinou octovou (použijte hodnoty ze zadání). Teoretický výpočet porovnejte s praktickým měřením.

3.3.5 Vliv teploty reaktantů na rychlost chemické reakce (Hmotnostní změny při „rozpuštění“ šumivé tablety ve vodě)

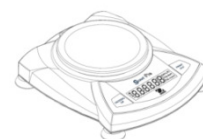
Jako další vhodná možnost využití dynamického měření hmotnosti se ukázala chemická reakce jedlé sody (hydrogenuhličitan sodný) s kyselinou citrónovou. Vzhledem

k tomu, že jde o chemikálie žákům známé i z běžného života, my jsme pro demonstraci pokusu použili ve vodě rozpustné šumivé tablety. Cílem laboratorního cvičení je zčásti odhalení principu „rozpuštění“ tablety (jaké chemikálie jsou v šumivé tabletě) a zčásti vysvětlit, proč dochází ke snižování hmotnosti reakčního systému (únik CO₂). Hlavním cílem je zefektivnění laboratorního cvičení, a proto cvičení dále zaměříme na reakční kinetiku – vliv teploty, čímž využijeme možnost měření v průběhu času. Úlohy pro žáky na konci laboratorního cvičení jsou zaměřené na procvičení a prohloubení učiva. Jelikož řada tablet obsahuje vitamin C, poslední úlohu jsme věnovali i významu vitamínu C pro žáky a formulovali jsme několik otázek (odpovědi žáci mohou vyhledávat i pomocí internetových zdrojů).

Laboratorní cvičení č. 5

Téma: Reakční kinetika, vliv teploty, kyseliny, soli, oxidy		Chemie: fyzikální, anorganická
Pokus: žákovský	Čas pokusu: 10 min	BOZP: povolené pro žáky

NÁZEV: VLIV TEPLoty REAKTANTŮ NA RYCHLOST CHEMICKÉ REAKCE

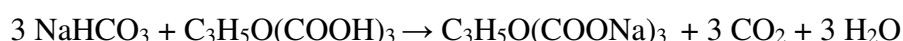


Úkol: Zkoumat vliv teploty vody na rychlost „rozpuštění“ šumivých tablet

Princip

Chemické reakce probíhají různou rychlostí. Rychlost chemických reakcí je závislá na více faktorech, hlavně však závisí na teplotě, koncentracích reaktantů i produktů, přítomnosti katalyzátorů a tlaku. Podrobněji se rychlostmi chemických reakcí zabývá reakční kinetika, která je součástí fyzikální chemie.

Rozpuštěním šumivé tablety ve vodě dochází k úniku kyselinotvorného oxidu uhličitého. Tento chemický děj lze vyjádřit následovnou rovnicí:



Stanovit množství i rychlost unikání oxidu uhličitého lze nepřímou cestou tak, že se hmotnostním senzorem zaznamenává pokles hmotnosti reakčního systému, jelikož oxid uhličitý uniká při reakci do atmosféry. Rozpuštění tablety lze urychlit zvýšením teploty reakčního

systemu (přidané vody). Zvyšování teploty způsobuje růst frekvence srážek částic a také i zvýšení počtu částic, které překonávají aktivační energii, což se projeví i snadnějším rozpouštěním. Rychlejší rozpouštění se v našem experimentu projeví větším úbytkem hmotnosti v daném čase. V chemické praxi se často při orientačních odhadech zvýšení reakční rychlosti s růstem teploty používá *Van't Hoffovo pravidlo*, podle kterého nárůstem teploty o 10 °C roste reakční rychlost v průměru 2-4krát.

Pomůcky

- váhy [Vernier OHSP-401 a PC](#)
- kádinka (250 ml)
- odměrný válec
- konvice

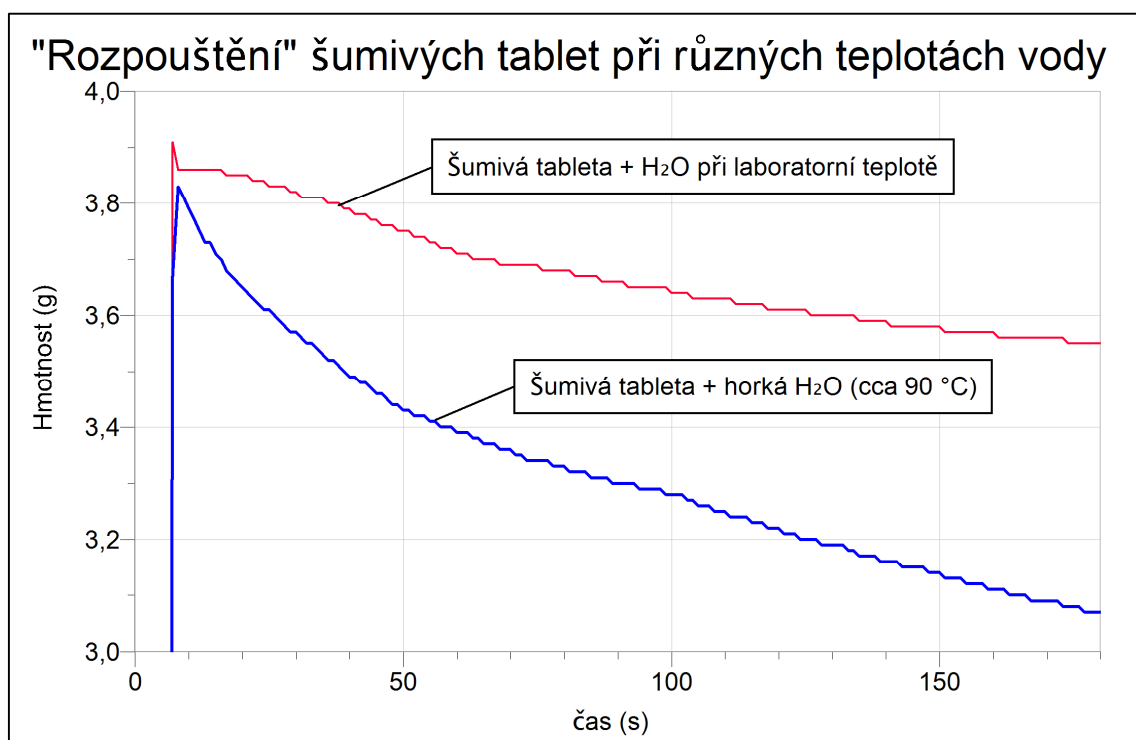
Chemikálie

- šumivé tablety
- voda

Postup

1. Zvolte počítačový program *LoggerLite*. Připravte si měření hmotnosti. V programu nastavte „časové měření“ a celkový čas měření na 180 sekund.
2. Položte kádinku na váhy a pomocí odměrného válce nalijte do kádinky:
 - a) 30 ml vody o laboratorní teplotě,
 - b) 30 ml horké vody z varné konvice.
3. Ihned vytárujte hmotnost a odstartujte měření (ikona *Sběr dat*) a po 10 s vhod'te jednu šumivou tabletu. Sledujte změny hmotnosti.
4. Vypočítejte rozdíl $m_1 - m_2$, což je hmotnost uniklého oxidu uhličitého – $m(\text{CO}_2)$ za 3 minuty. Porovnejte hodnoty hmotnosti uniklého oxidu uhličitého při reakci tablety:
 - a) s vodou o laboratorní teplotě (cca 20°C),
 - b) s horkou vodou z konvice (cca 90°C).
5. Vyplňte tabulku, запиšte průběh reakce a vypracujte jednotlivé úkoly v pracovním listu.

Výsledky měření:



Graf 6: Záznam hmotnostní změny při rozpouštění šumivých tablet

Šumivá tableta	m(CO ₂)[g]
s H ₂ O při pokojové teplotě	0,36
s horkou H ₂ O (cca 90 °C)	0,76

Tabulka 8: Hodnoty hmotnostních změn při rozpouštění šumivých tablet (180 s od začátku chemické reakce)

Pozorování: *šumění tablety- uvolňování oxidu uhličitého je doprovázeno zvukovým efektem.

Průběh reakce: + → + +

Diskuze:

V případě „rozpouštění“ šumivé tablety ve vodě za laboratorní teploty se zaznamenal úbytek hmotnosti reakčního systému 0,36 g za 3 minuty, což představuje hmotnost unikajícího CO₂. Při „rozpouštění“ tablety v horké vodě dochází ke zrychlení „rozpouštění“, což potvrzuje jednak intenzivnější zvuk šumění, jednak grafický záznam strmější křivky a také větší úbytek hmotnosti o 0,40 g za 3 minuty. Při „rozpouštění“ tablety horkou vodou ubylo tedy za 3 minuty 0,76 g CO₂.

Závěr:

Měřením hmotnosti a grafickým záznamem změn hmotnosti v průběhu jednotlivých „rozpuštění“ šumivých tablet ve vodě o různé teplotě jsme potvrdili, že rychlost „rozpuštění“ se zvyšuje se vzrůstající teplotou vody.

Úlohy pro žáky:

1) Vliv teploty aneb Arrheinova rovnice.

Nositel Nobelovy ceny hlavně za teorii elektrolytické disociace z roku 1903 *Svante Arrhenius (obr. 9)* – švédský fyzik i chemik se podílel i na zkoumání vlivu teploty na reakční rychlost. Vliv teploty na reakční rychlost je vyjádřen prostřednictvím závislosti rychlostní konstanty na teplotě. Nejčastěji se v praxi používá tzv. **ARRHENIOVA ROVNICE**.



A. Uveďte její matematický zápis, pokud víte, že:

- rychlostní konstanta (k) je přímo úměrná součinu frekvenčního faktoru (A) a základu přirozeného logaritmu ($e \doteq 2,718$)
- základ přirozeného logaritmu je umocněn na podíl, v jehož čitateli je záporná hodnota aktivační energie ($E_A, \text{J. mol}^{-1}$) a ve jmenovateli je součin univerzální plynové konstanty ($R = 8,314 \text{ J. K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) a absolutní teploty (T , v kelvinech).

Arrheniova rovnice:

B. Z Arrheniovy rovnice vyplývá, že pokud vzroste teplota, tak rychlostní konstanta a také rychlost reakce.

2) A. Jak se mění teplota v průběhu rozpouštění tablet? Zdůvodněte.

B. Jak se mění s pH v průběhu rozpouštění tablet? Zdůvodněte.

3) Na trhu jsou některé potravinářské doplňky k dispozici ve formě šumivých tablet (např. vitamin C – kyselina askorbová). Odpovězte na následující otázky (pomožte si internetovými zdroji).

1. Jaké funkce zastává vitamin C v těle člověka?
2. Do které skupiny vitamínů patří kyselina askorbová?
3. Jak se projevuje hyper/hypovitaminóza vitamínu C v lidském těle?
4. Víte, jak se v dávných dobách nazývala nemoc vyvolaná nedostatkem vitamínu C?
5. Jaká je doporučená denní dávka vitamínu C?

3.3.6 Hmotnostní změny při hoření látek

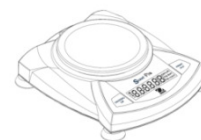
Jako další navrženou možnost využití hmotnostního čidla je hoření látek s „paradoxním“ příkladem hoření ocelové vlny. Tematika přechodných kovů (Fe) se probírá v rámci gymnaziálního čtyřletého studia obvykle v 1. ročníku. Hlavní přidanou hodnotu hmotnostního senzoru vidíme v možnosti zaznamenat průběh hoření ocelové vlny a ve viditelném ukončení tohoto chemického děje. Úlohy jsme se rozhodli zaměřit na opakování charakteristik železa (přechodný kov, výskyt, výrobu, význam). Poslední úkol je již směřován k novému výkladu učiva – Fe a jeho sloučeniny. V tomto zpracování může sloužit hoření ocelové vlny i jako motivační experiment k výuce skupiny - triáda železa.

Laboratorní cvičení č. 6

Téma: Přechodné prvky – Fe a jeho sloučeniny, hoření, ZZH		Chemie: obecná, anorganická
Pokus: demonstrační, žákovský	Čas pokusu: 10 min	BOZP: povolené pro žáky
GHS 02 Hořlavé látky – ocelová vlna		

NÁZEV: „ŽELEZNÁ SOPKA“

Úkol: Zkoumat změnu hmotnosti při hoření ocelové vlny.



Princip

Z chemického hlediska můžeme považovat hoření za rychlý redoxní exotermický děj. Hoření vzniká a probíhá za určitých podmínek. Pro jeho průběh je zapotřebí hořlavá látka, oxidační činidlo a iniciace pro započatí hoření.

V užším slova smyslu je hoření jen rychlá oxidace vzdušným kyslíkem projevující se plamenem. Avšak hoření může probíhat i bez kyslíku. Mnohé látky hoří i v atmosféře chlóru nebo fluoru. K hoření hořčíku postačuje i kyslík vázaný ve vodě, takže hořčík hoří i ve vodě. Oxidovadlo může být i kapalná nebo tuhá látka, která se využívá například v raketových motorech.

Většinou při hoření vznikají plynné zplodiny, převážně oxidy uhlíku, páry H₂O, což implikuje úbytek hmotnosti. Hoření kovu se odlišuje od běžného hoření tím, že nevnikají plynné zplodiny ani popel. Během hoření kovů vznikají tuhé oxidy kovů. Velmi hořlavým kovem je hořčík. Železo je v tuhém stavu nehořlavé, avšak ocelovou vlnu lze zapálit z důvodu jemnosti a velikosti jejího povrchu. Malé částice jsou více hořlavé, ve formě rozvířeného prachu mohou být některé látky dokonce i výbušné – např. mouka.

Při hoření běžných látek jako jsou papír nebo dřevo se hmotnost reakční směsi snižuje z důvodu unikání plynných látek – zplodin hoření. Nakonec zůstane jen popel. Při hoření kovu tomu tak však není, hmotnost hořící vlny se během hoření zvyšuje, protože dochází naopak k navazování kyslíku na železo za vzniku oxidu železitého.

Syntéza železa s kyslíkem má následující průběh: $2\text{Fe (s)} + 3/2 \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (s)}$

Pomůcky

- váhy [Vernier OHSP-401 a PC](#)
- keramická síťka
- nůžky

Chemikálie

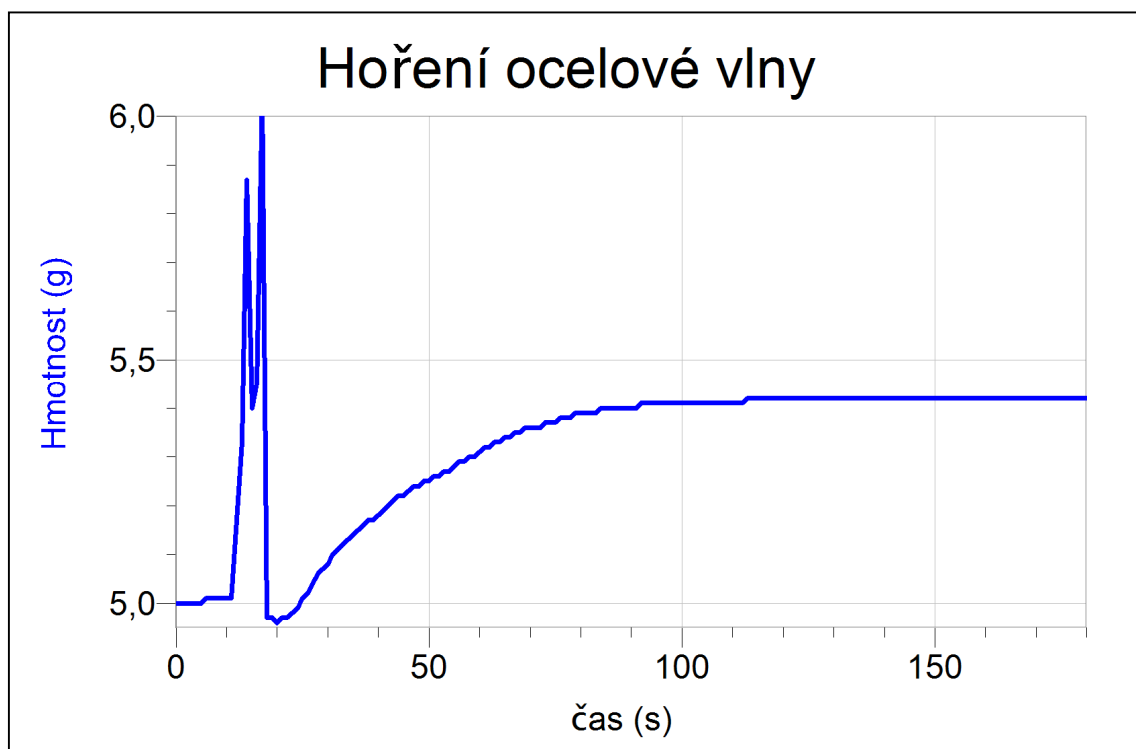
- ocelová vlna (jemnost typu OOOO)
- 4,5 V baterie

Postup

1. Zvolte počítačový program *LoggerLite*. Připravte si měření hmotnosti. V programu nastavte „časové měření“ a celkový čas měření na 180 sekund.
2. Položte keramickou síťku na váhy a vytárujte hmotnost. Na keramickou misku navažte 5 g ocelové vlny. Ocelovou vlnu přidávejte postupně po malých rozstříhaných částech do tvaru sopky.

3. Odstartujte měření (ikona *Sběr dat*) a po 10 s přiložte k ocelové vlně co nejrychleji 4,5 V baterii z boku postupně na 3 místech. Sledujte změny hmotnosti.
4. Z grafu odečtěte hmotnost kyslíku navázaného za 3 minuty.
5. Zapište průběh reakce a vypracujte jednotlivé úkoly v pracovním listu.

Výsledky měření:



Graf 7: Záznam hmotnostní změny při hoření ocelové vlny

Doplňte:

Hmotnost navázaného O₂ je

Pozorování:

Průběh reakce: + →

Diskuze:

V grafu představujícím průběh reakce hoření ocelové vlny jsou pozorovatelná dvě zvýšení hmotnosti. První prudké zvýšení hmotnosti nemusíme brát v úvahu, protože bylo způsobeno přiložením baterie k ocelové vlně, která iniciovala zapálení ocelové vlny (rušivý vliv). Druhé, méně prudké zvýšení hmotnosti již představuje vlastní průběh reakce – hoření ocelové vlny. Konečná hmotnost reakčního systému 5,42 g udává jak

hmotnost nezreagované ocelové vlny, tak hmotnost oxidu železitého. Hmotnost reakčního systému se zvýšila o 0,46 g, což je hmotnost navázaného kyslíku.

Závěr:

Experimentem jsme potvrdili, že lze železo ve formě jemné ocelové vlny zapálit, a v průběhu hoření ocelové vlny jsme také ověřili, že se hmotnost reakčního systému zvyšovala v důsledku vznikajícího oxidu železitého, který zůstává navázaný na nezreagované ocelové vlně.

Úlohy pro žáky:

1) A. Doplňte chybící údaje:

Železo se společně s prvky a nachází v, a..... (VIII. B) skupině a v periodě. Nazýváme je také *triáda železa*. Po kyslíku, křemíku a hliníku je železo 4. nejrozšířenějším prvkem zemské kůry. Avšak ryzí železo se objevuje velmi vzácně. Běžně se vyskytuje ve Železné rudy se vyskytují v ČR zejména v Krušných horách, ale některé lze nalézt i ve Zlatých Horách (Jeseníky) či ve městě Příbram. V SR se těží hlavně ve Slovenském Rudohoří.

B. Jaké železné rudy znáte? K jednotlivým rudám železa doplňte i jejich chemické složení a hmotnostní procenta zastoupeného Fe (viz tabulka).

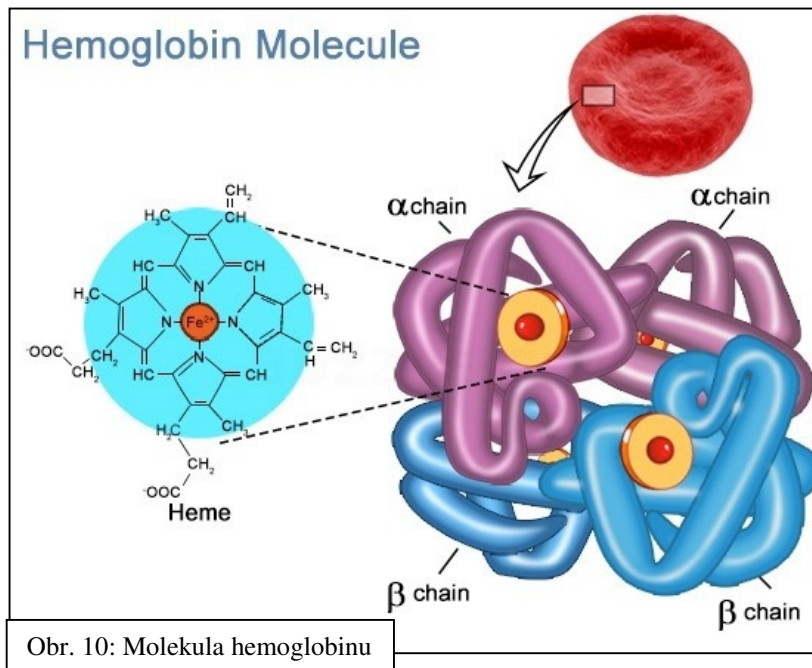
železné rudy	chemický vzorec	podíl Fe v rudách (%)

C. Která ze železných rud je nejkvalitnější? Své tvrzení zdůvodněte.

2) Železo jako biogenní prvek.

A. Uveďte příklad, kde se v těle člověka železo nachází?

B. Jakou funkci zastává železo v těle člověka?



3) Jak se vyrábí železo a ocel?

Po zhlédnutí následujícího videa odpovězte na otázky:

<https://www.youtube.com/watch?v=b3BOMfH7Dbc> (9:06).

1. Jaké hlavní suroviny se používají při výrobě železa ve vysoké peci?
2. Jakým chemickým procesem vzniká železo ve vysoké peci?
3. Jaký význam má struska?
4. Jaký materiál vzniká odlitím surového železa?
5. Proč se musí železo po výrobě dále upravovat, aby vznikla ocel?

4) Vyhledejte v internetových zdrojích min. 2 příklady využití oxidu železitého.

4 Metodické poznámky k provedení navrhovaných experimentů a souvisejících komplexních úloh

Laboratorní cvičení č. 1: Hmotnostní změny při odpařování kapalin

Navržené laboratorní cvičení mohou žáci z hlediska bezpečnosti vykonávat pouze s vodou a s ethanolem. Odpařování diethyletheru provede učitel jako demonstrační experiment, přičemž výsledek měření učitel žákům může nasdílet. Pro propojení tematiky s běžným životem dále navrhuje změřit rychlost odpařování těkavé látky z běžného života (např. parfému). Žáci mají možnost odpařování parfému srovnat s předchozím měřením a následně vést diskuzi na téma chemického složení a vlastností zvoleného parfému.

Laboratorní cvičení č. 2: Hmotnostní změny při rozkladu peroxidu vodíku

Z hlediska bezpečnosti mají žáci možnost si samostatně provést měření rozkladu 3% peroxidu. Měření s 30% peroxidem vodíku provede učitel a naměřená data k vyhodnocení bude sdílet se žáky. Doporučujeme vyzkoušet obě varianty uvedené v laboratorním protokolu. V první variantě používáme katalyzátor v práškové podobě, díky které lze naměřit hmotnostní úbytek i při použití 3% peroxidu vodíku (při použití tabletové formy se úbytek nenaměřil ani jednou). Druhá varianta, v níž používáme burelové tablety, naopak lépe vystihuje neměnnost katalyzátoru. Katalyzátor se nemění, pouze urychluje chemickou reakci. Pro lepší vysvětlování žákům je z didaktického hlediska efektivnější používat katalyzátor ve formě tablet (KAT tablety). KAT tableta má svůj tvar, velikost (burel je prášek) a po skončení reakce se tento tvar a velikost zachovává, což žáci uvidí.

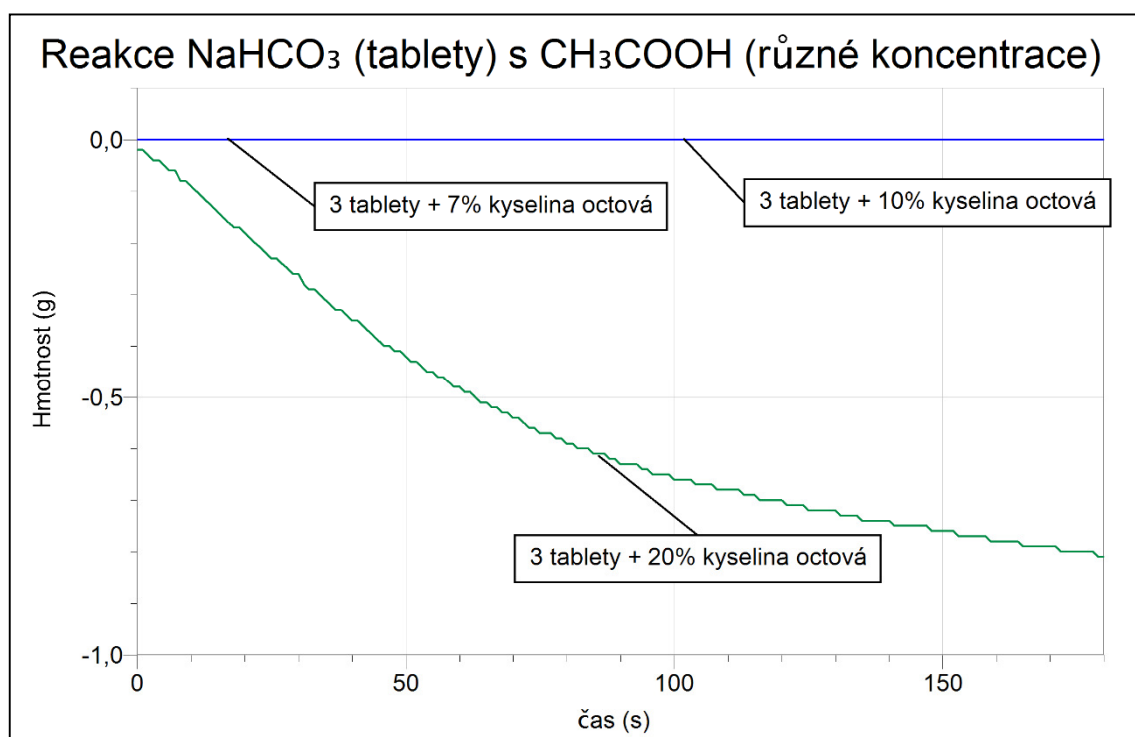
Příprava KAT-tablet (MnO_2 -katalyzátorových tablet)

Připravíme si směs smíchanou ze tří dílů cementu, 2 dílů práškového burelu (oxidu manganičitého), 1 dílu vody. Připravenou směs naplníme do prázdných formiček od tablet (např. Acylpyrínu, Paralenu apod.) a necháme asi jeden den ztuhnout.

Laboratorní cvičení č. 3: Vliv povrchu reaktantů na rychlost chemické reakce

Naším primárním cílem bylo i v tomto laboratorním cvičení brát zřetel na bezpečnost práce a přitom dbát na to, aby žáci během laboratorního cvičení rozvíjeli

i své praktické dovednosti. Z hlediska bezpečnosti jsou pro žáky hydrogenuhličitan sodný a 8% roztok kyseliny octové (ocet – běžná chemikálie v domácnostech) povolené. Avšak při této koncentraci kyseliny octové neprobíhala dostatečně rychle reakce se sodou v tabletové formě. Postupným zvyšováním koncentrací jsme zjistili, že až při 20% roztoku kyseliny octové lze zaznamenat úbytek hmotnosti také při reakci se sodou v tabletové formě (viz graf 8). Žáci nemůžou pracovat s 20% kyselinou octovou, proto tento experiment navrhujeme jako demonstrační. Úkolem žáků pak může být alespoň si teoreticky vypočítat, jak tento 20% roztok připravit, a také si mohou vyzkoušet experiment s povolenými koncentracemi a srovnat s předchozími výsledky a vše zdůvodnit (přizpůsobení cvičení dle času, který tomu chce učitel věnovat).



Graf 8: Záznam hmotnostní změny při reakci jedlé sody v tabletách s kyselinou octovou

Laboratorní cvičení č. 4: Vliv koncentrace reaktantů na rychlost chemické reakce

Z hlediska bezpečnosti je povoleno žákům pracovat pouze s 8% roztokem kyseliny octové, proto přípravu dalších reakcí se zvyšujícími se koncentracemi kyseliny octové může provádět pouze učitel.

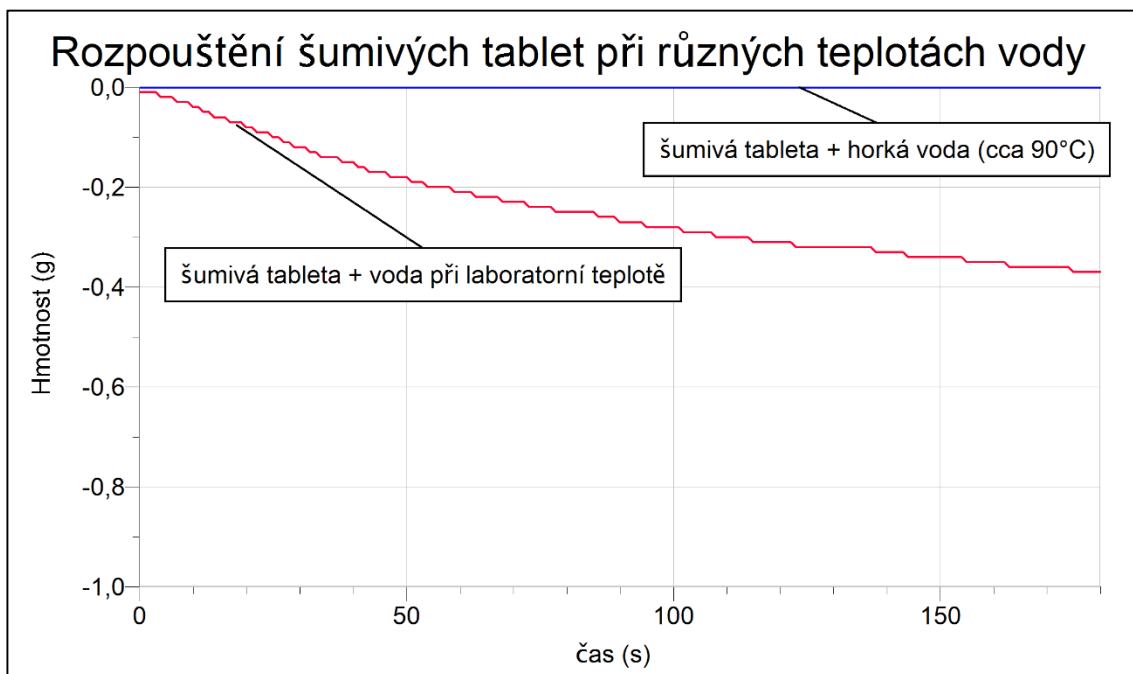
Další alternativu uvádíme v rámci 3. úkolu tohoto laboratorního cvičení, které je zaměřeno na srovnání teoretického výpočtu s naměřenou hodnotou při experimentu. Proto doporučujeme provést experiment s 8% roztokem kyseliny octové dvakrát - jednou

v průběhu 3 minut (ke srovnání kinetiky) a podruhé jako krokové měření (pro srovnání teoretické a naměřené hodnoty), při kterém si žáci zaznamenají počáteční hmotnost (1. krok měření) a konečnou hmotnost při ukončení reakce (2. krok).

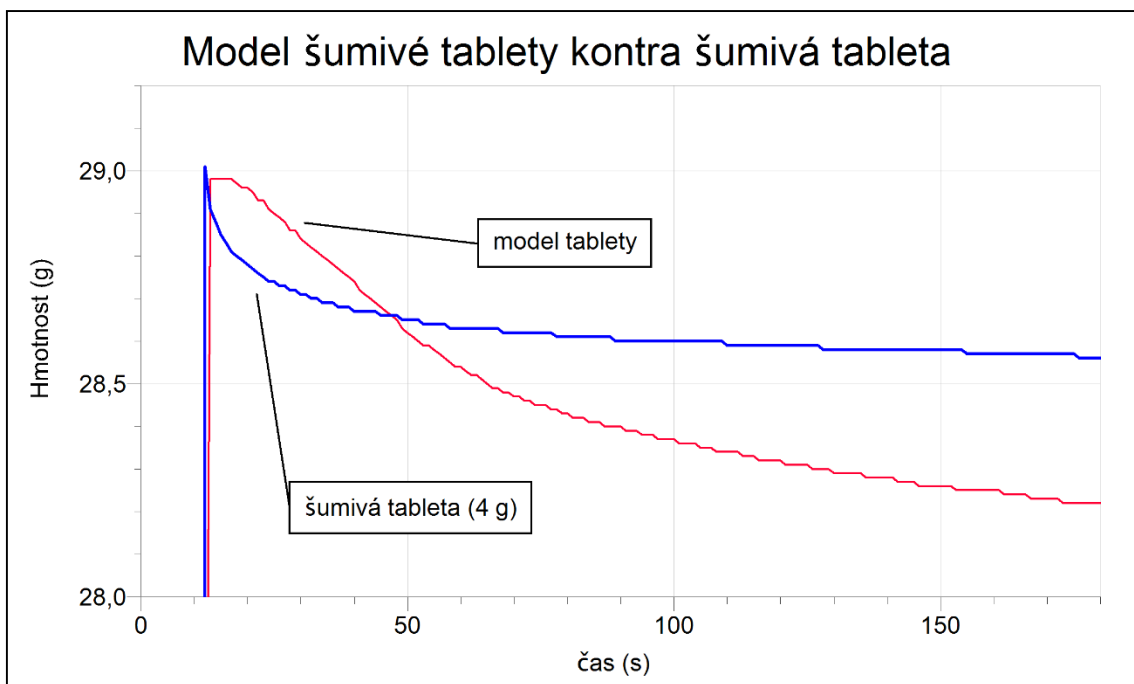
Laboratorní cvičení č. 5: Vliv teploty reaktantů na reakční povrch

Šumivé tablety jsou lehce dostupné a žáci s nimi mohou pracovat. Při provádění pokusů se nám osvědčilo hmotnost po vhození tablety netárovat. V opačném případě totižto váhy nedokázaly zaznamenat úbytek hmotnosti při rychlejší rozpouštění tablet v horké vodě (viz graf 9).

Další varianta zpracování pokusu může směřovat k badatelské činnosti žáků, ve které by bylo cílem navrhnout model tablety. Žáci by měli přijít na princip rozpouštění a popsat kompletní chemickou reakci chemickou rovnicí. Na základě hmotnosti tablety by měli vypočítat pomocí stechiometrie rovnice, kolik mají navázat jedlé sody a kyseliny citrónové (např. hmotnost tablety = 4,00 g; potom hmotnost jedlé sody = 2,27 g a hmotnost kyseliny citrónové = 1,73 g). Dalším krokem by měla být přeměna tablety do práškové podoby (v třecí misce) a spuštění měření (viz graf 10). Nakonec by mělo být provedeno vyhodnocení a vedena diskuse k výsledkům měření.

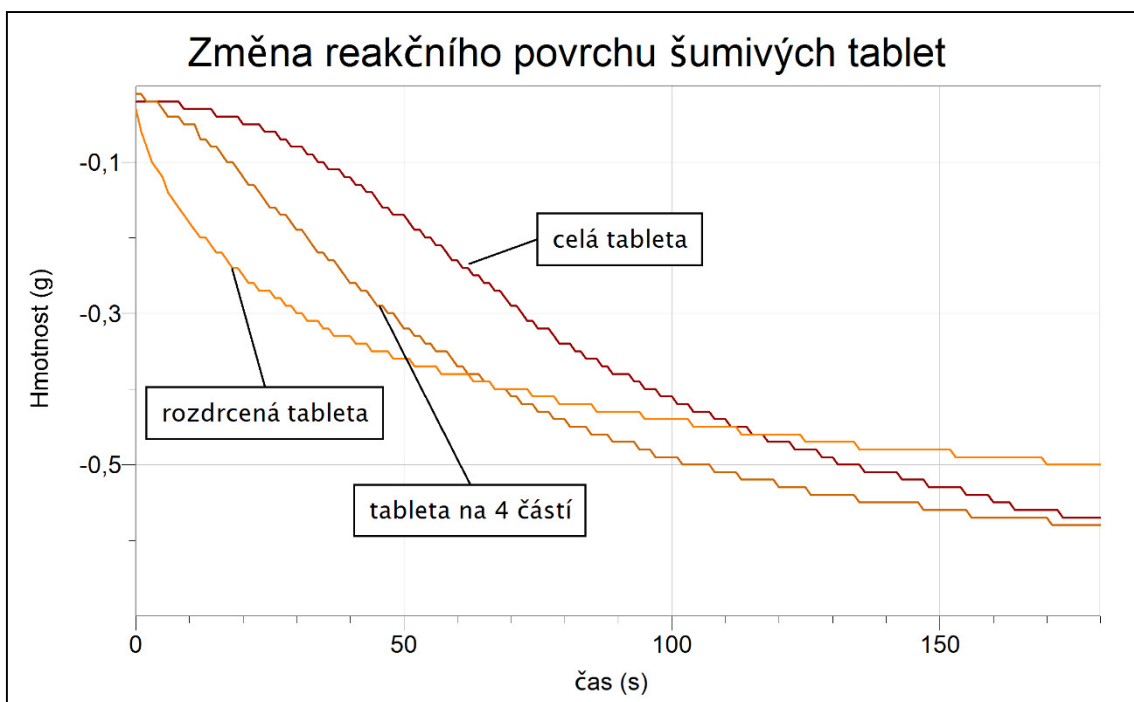


Graf 9: Záznam hmotnostní změny při reakci jedlé sody v tabletách s kyselinou octovou



Graf 10: Záznam hmotnostní změny při rozpuštění šumivých tablet – model tablet

Další možností zpracování laboratorního cvičení se šumivými tabletami může být zaměření na reakční povrch a vliv jeho změny na rychlost chemické reakce. Graf č. 11 znázorňuje průběh reakcí šumivých tablet: celá tableta, tableta rozdělená na 4 části a rozdrcená tableta.



Graf 11: Záznam hmotnostní změny při rozpuštění šumivých tablet – reakční povrch

Další námět uvádíme v rámci 2. úkolu tohoto laboratorního cvičení. Tato úloha poukazuje na možnosti využití i teplotní čidla a pH senzoru.

Laboratorní cvičení č. 6: Hmotnostní změny při hoření látek

Uvedený experiment je z hlediska bezpečnosti povolený jako žákovský. Žáci si mohou ve dvojici (asistence při vytváření „železné sopky“, spuštění měření a zapalování vlny baterií) připravit a změřit hoření ocelové vlny. Pokud se učitel rozhodne hoření vlny využít pouze jako demonstrační pokus, pak může sloužit jako motivace k probíranému učivu o Fe a jeho sloučeninách.

Další směřování cvičení by mohlo zahrnovat srovnání hoření s „papírovou sopkou“, zhodnocení výsledků a zmínění problematiky zákona zachování hmotnosti (ZZH).

5 Závěr

Ve výuce chemie jsou školní experimenty s použitím digitálních vah spojených s počítačem dosud velmi zřídka. V rámci literárního průzkumu a vyhledávání v síti internet se podařilo nalézt pouze velmi malé množství těchto školních experimentů. Můžeme proto předpokládat, že dynamické sledování hmotnosti ve školním chemickém experimentu je téměř nepokrytou oblastí, a tato diplomová práce tuto dosud ne příliš probádanou oblast počítačem podporovaných chemických experimentů doplňuje.

Naše tvrzení se může opírat o fakt, že ačkoli jsou v databázích firem Vernier a Pasco desítky chemických experimentů, převážně jsou zde aplikována teplotní a tlaková čidla, pH metry, fotometry, spektroskopy a jiné. Digitální váhy, tj. „hmotnostní čidlo“, za ostatními senzory zaostává. Digitálním vahám se rovněž málo věnují různé publikace: např. na PF UK v Bratislavě (Demkanin, Holá, Koubek, 2006) a na UHK v Hradci Králové (Bílek, 2011), v nichž jsou zastíněny jinými čidly a měřicími přístroji (voltmetry, ampérmetry, ...).

V síti internet se našlo pouze několik demonstračních pokusů (hoření ocelové vlny, hoření svíčky), které se stále opakují a chybí jejich zpracování do školního kurikula. Toto zjištění je přímým přínosem teoretické části, bez kterého bychom nevěděli, v jakém stavu je využívání digitálních vah propojených s počítačem ve výuce chemie a jakým směrem se tedy můžeme ubírat, abychom něčím pozitivním do této tematiky přispěli.

Z výše uvedených důvodů je tato diplomová práce ve své podstatě výzvou k doplnění chybějící pozornosti digitálním vahám.

Teoretická část se též věnovala školním počítačovým měřicím systémům zahraniční i české provenience. Globální korporace působící v tomto rezortu nabízejí za poměrně vysoké ceny kompaktní sady na vykonávání experimentů včetně manuálů (pracovních listů), čímž učitele odsouvají více do pasívní role. Omezují tak variabilnost a volitelnost chemických experimentů. Protikladem uvedeného je tendence používání flexibilní platformy Arduino, která umožňuje projektovat složitá propojení senzorů s počítačem, dokonce umožňuje spojit s počítačem i digitální váhy, které nemají USB nebo R-232 C port. Přední firmy na trhu jako Vernier, Pasco se také přizpůsobují tendenci používání samostatných přístrojů, což však není v souladu s cílem vyučování, tj. není v souladu s dosahováním takové počítačové gramotnosti, aby studenti byli schopni

samostatné badatelské činnosti nebo účasti v týmových projektech, ve kterých jsou počítačové zručnosti nezbytností. Interface Labquest tedy sice dokáže vytvářet grafy na dotykovém displeji, tím však vlastně potlačuje zmíněné rozvíjení počítačových zručností.

Jednotlivá navržená laboratorní cvičení využívají hlavní přednost digitálních vah připojitelných k PC, kterou je zaznamenávání hmotnosti v průběhu času, a také dostupné běžné chemikálie, které žáci jistě dobře znají. Námi zvolená témata cvičení se proto týkala zejména reakční kinetiky (katalytický rozklad peroxidu vodíku, reakce jedlé sody s různými velikostmi reakčních povrchů s kyselinou octovou, reakce jedlé sody s kyselinou octovou s různými koncentracemi, rychlost „rozpuštění“ šumivých tablet při různé teplotě vody), rychlosti odpařování kapalin a motivačního pokusu s hořící ocelovou vlnou („železná sopka“). Společně s návody laboratorních cvičení jsme vytvořili sadu šesti pracovních listů s jednotlivými úkoly pro žáky, které prohlubují danou problematiku.

Na základě vytvořených a odladěných pracovních listů můžeme tvrdit, že tato diplomová práce nejenom vyplňuje mezeru v používání digitálních vah připojených k počítači v školním chemickém experimentu, ale otevírá i další možnosti aplikace těchto digitálních vah ve výuce chemie, čímž byl splněn hlavní cíl diplomové práce. Mimo to je však také velmi žádoucí zabezpečit, aby vypracované pracovní listy byly zpřístupněny i učitelům chemie na středních školách. Do úvahy přichází přidání dat do některých školních databází, nebo jiným vhodným způsobem je zveřejnit v síti internet. V rámci teoretické části bylo zjištěno, že průkopnické metody, jako je vzdálené měření, vzdálená laboratoř nebo virtuální experimenty, stále nejsou dostatečně aplikované ve výuce, jsou ojedinělými pokusy, nebo zůstávají pouze touhami, které snad budou naplněny v budoucnosti.

Celkově lze konstatovat, že tato diplomová práce splnila stanovené cíle a také to, že je příspěvkem ke zvýšení kvality experimentální počítačem podporované výuky chemie na středních školách.

6 Seznam použité literatury

1. *ADAM: Speed, Performance, Value – The right Balance* [online]. ©2016 [2016-04-26]. Dostupné z: http://www.adamdu.com/ae_adam_company_background
2. *ARDUINO* [online]. ©2016 [2016-04-26]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/>
3. BAILEY CH., BARWICK, V. *Laboratory Skills Training Handbook*. 1st ed. Great Britain: LGC (Teddington) Limited, 2007. s. 153. ISBN 978-0-948926-25-9. Dostupné z: http://www.lgcgroup.com/LGCGroup/media/PDFs/Our%20science/NMI%20landing%20page/Publications%20and%20resources/Guides/Lab_Skills_Handbook.pdf
4. BENEŠ, P., RUSEK, M., KUDRNA, T. Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 2015, s. 159 - 162.
5. BENEŠOVÁ, M., PFEIFEROVÁ, E., SATRAPOVÁ, H. *Odmaturuj! Z CHEMIE*. vyd. 2. Brno: DIDAKTIS spol. s r. o. 2014. ISBN 978-80-7358-232-6.
6. *Bill Production Softwares* [online]. ©2016 [2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.billproduction.com/>
7. BÍLEK, M. *Chemické experimenty podporované PC ve výuce. Studijní materiál učitelství chemie PŘF UP v Olomouci* [online]. 2011 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: http://ucitelchemie.upol.cz/materialy/studijni_texty/prednaska_chemicke_experimenty_podporovane_pc_bilek.pdf
8. BÍLEK, M. *ICT ve výuce chemie*. Hradec Králové: SIPVZ a Gaudeamus, 2005. s. 119. ISBN 80-7041-631-9.
9. BÍLEK, M. Metodologie přírodovědného poznávání a digitální média. *Media4u Magazine: Čtvrtletní časopis pro podporu vzdělávání* [online]. X4/2012, 9. roč., s. X4-4 [2016-03-27]. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mmx42012.pdf>
10. BÍLEK, M. a kol. *Výuka chemie s počítačem*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. s. 134. ISBN 80-7041-769-2.

11. BÍLEK, M., HRUBÝ, J. Počítačem podporovaný školní chemický experiment jako prostředek badatelsky orientované výuky. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Trnava: Trnavská univerzita 2012. s. 1 - 7. ISBN 978-80-8082-541-6.
12. BÍLEK, M., RYCHTERA, J., MYŠKA, K., TOBOŘÍKOVÁ, P. Počítačem podporovaný reálný vers. simulovaný experiment v počáteční výuce chemie. *Aktuální trendy ICT ve výuce chemie – Sborník abstraktů 20. Mezinárodního semináře o výuce chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2010. s. 70. ISBN 978-80-7435-082-5.
13. BÍLEK, M., SKALICKÁ, P., RYCHTERA, J., MYŠKA, K. Reálný a virtuální chemický experiment - současnost a perspektivy. In KMEŤOVÁ, J., LICHVÁROVÁ, M. (eds.): *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie II. – Zborník z medzinárodnej konferencie, Donovaly, 27. - 29. 5. 2009*. Banská Bystrica: FPV UMB, 2009, s. 9 - 13. ISBN 987-80-8083-751-8
14. BÍLEK, M., TOBOŘÍKOVÁ, P. Aktuální výzvy pro počítačem podporované školní chemické experimenty. In: Chlupáč, A., Veřmiřovský, J. (eds.): *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie – Sborník přednášek z mezinárodní konference*, Ostrava: PřF OU, 2010, s. 32 - 35. ISBN 978-80-7368-426-6.
15. BUBÍKOVÁ, S., KLEČKOVÁ, M. Srovnání programu pro tvorbu virtuálních chemických experimentů použitých při výuce elektrochemické řady napětí kovů. *Media4u Magazine: Čtvrtletní časopis pro podporu vzdělávání* [online]. X3/2010, 7. roč., s. 107 - 113 [2016-03-28]. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mmx42012.pdf>
16. BUBÍKOVÁ, S., KLEČKOVÁ, M. Využití ICT ve výuce biotechnologií. *Media4u Magazine: Čtvrtletní časopis pro podporu vzdělávání* [online]. X3/2011, 8. roč., s. 172 - 176 [2016-03-28]. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mmx42012.pdf>
17. CMA [online]. ©2016 [2016-04-16]. Dostupné z: <http://cma-science.nl/>

18. *DCP microdevelopments* [online]. ©2012 [2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.dcpmicro.com/>
19. DEMKANIN, P., HOLÁ, K., KOUBEK, V. *Počítačom podporované prírodovedné laboratórium*. 1. vyd. Bratislava: Knižné a edičné centrum FMFI UK, 2006. s. 140. ISBN: 80-89186-10-6
20. *DIGITALNIVAHY.COM* [online]. ©2000 – 2016 [2016-05-06]. Dostupné z: http://www.digitalnivahy.com/Eshop_Products.aspx?ProductCategoryId=6
21. *Docs-Engine.com* [online]. ©2016 [2016-02-10]. Dostupné z: <http://www.docs-engine.com/pdf/1/rs-232-serial-communication.html>
22. DOSTÁL, J. Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trends in Education*. 2013, č. 1, s. 9 - 19. ISSN 1805-8949.
23. *ELUC: Učebnice chemie* ©2016 [2016-05-06]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/ucebnice/26/lekce>
24. *fitbit* [online]. ©2016 [2016-05-06]. Dostupné z: <https://www.fitbit.com/eu/aria>
25. *How to Connect an Electronic Balance or Scale to a PC and Read Weight Values Directly into Excel* [online]. ©2016 [2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.instructables.com/id/How-to-Connect-an-Electronic-Balance-or-Scale-to-a/>
26. *How- To Geek* [online]. ©2006 - 2016 [2016-03-10]. Dostupné z: <http://www.howtogeek.com/>
27. *Chemical education: Computer Animation and Simulation* [online]. ©2013 [2016-01-20]. Dostupné z: <http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/tg-research.html>
28. *Internetová video-databáze chemických pokusů* [online]. ©2016 [2016-01-28]. Dostupné z: http://www.sciencezoom.cz/apps/zf_08/?target=organic&pokus=pokus_6.
29. *INNOVA* [online]. ©2009 [2016-04-05]. Dostupné z: <http://blog.innova.sk/2009/06/co-je-to-cloud-computing.html>

30. KAPPENBERG, F. Computer im Chemieunterricht. Stuttgart: Verlag Dr. Flad, 1988.
31. KOLÁŘ, K. *Počítačové modely ve výuce chemie*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006. s. 74. ISBN 80-7041-991-1
32. KOVÁČOVÁ, I., KOVÁČ, D., KAŇUCH, J. Priemyselné komunikačné siete. *In AT & P Journal*. 2006, roč. 13, č. 10, s. 72. ISSN 1336 – 233X. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/buxus/docs/atp-2006-10-72.pdf>
33. *LiveChem*. [online]. ©2005. [2016-02-12]. Dostupné z: http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/livechem/transitionmetals_content.html
34. *LogIT World*. [online]. ©2016 [2016-02-12]. Dostupné z: <http://www.logitworld.com/>
35. MACHKOVÁ, V., BÍLEK, M. Didaktická analýza simulátorů acidobazických titrací na webu a jejich přínos pro výuku chemie. *Media4u Magazine: Čtvrtletní časopis pro podporu vzdělávání* [online]. X3/2011, 8. roč., s. 142 – 148 [2016-03-28]. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mmx42012.pdf>
36. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl*. 3. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc s.r.o. 1998. s. 240. ISBN 80-7182-055-5.
37. *Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze* [online]. ©2016. [2016-04-06]. Dostupné z: <http://eedu.eu/>
38. *mobil.iDNES.cz* [online]. © 1999 - 2016. [2016-05-06]. Dostupné z: <http://mobil.idnes.cz/>
39. *MULTIPOND* [online]. ©2011. [2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.multipond.com/ueber-uns/die-geschichte-der-waage.html>
40. *Muzeum – Váhy* [online]. ©2016. [2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.muzeumvahy.nafotil.cz/vahyavazeni/>
41. NÁPRAVNÍK, V. Využití informačních technologií ve výuce chemie. 2010. [2016-03-12]. Dostupné z: www.kompetentniucitel.cz/cms/get/file.php?id=310

42. *Oko: Internetový časopis* [online]. ©2016. [2016-04-27]. Dostupné z: <http://oko.yin.cz/>
43. *Pasco* [online]. ©1996 - 2016. [2016-04-10]. Dostupné z: <https://www.pasco.com/>
44. *Pasco: Experimentální systémy pro lepší výuku* [online]. ©1996 - 2016. [2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.pasco.cz/>
45. *Phet INTERACTIVE SIMULATIONS: Simulations Teaching Resources* [online]. ©2016. [2016-03-29]. Dostupné z: <https://phet.colorado.edu/en/search?q=chemistry+virtual+lab>
46. *Planéta vedomostí: Vzdelávací portál* [online]. ©2016. [2016-01-20]. Dostupné z: <http://planetavedomosti.iedu.sk/>
47. *Projekt e-laboratoř* [online]. ©2016. [2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.ises.info/index.php/cs>
48. ROBENS, E., JAYAWEERA, Shanath Amarasiri A., KIEFER, S. Balances, Instruments, Manufacturers, History. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. s. 730. ISBN 978-3-642-36447-1.
49. STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E. *Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie na střední škole*. Praha, 2013. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta. Katedra učitelství a didaktiky chemie.
50. *TAL tech: Instrumental software solutions* [online]. ©2016. [2016-04-22]. Dostupné z: <http://www.taltech.com/winwedge>
51. *Vernier: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů* [online]. ©2016. [2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>
52. *Vernier Software & Technology* [online]. ©2016. [2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.vernier.com/>
53. VÍTEK, T. *Návrh a konstrukce vzdáleného experimentu-inteligentní skleník*. 2015. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/handle/11025/16611>
54. *Wireless USB FAQ* [online]. ©2016. [2016-02-28]. Dostupné z: <http://www.everythingusb.com/wireless-usb.html>

55. *Wlp.cz* [online]. ©2016. [2016-05-10]. Dostupné z: <http://wlp.cz/historie-vazeni/>
56. *Yenka* [online]. ©2010. [2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.yenka.com/>
57. *Živé* [online]. ©2016. [2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.zive.sk/clanok/100732/bluetooth-dozrieva-ako-vino-verzia-4-2-sa-zameriava-na-internet-veci>

Zdroje použitých obrázků:

Obr. 1: převzato z

https://www.google.cz/search?q=ether+model&biw=1252&bih=559&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjgu6PnwvMAhXDvBQKHZy1AAgQ_AUIBigB#tbm=isch&q=diethylether+model&imgsrc=TOcBYTU28pmLKM%3A (dostupné dne 10.01 2016).

Obr. 2: převzato z

https://www.google.cz/search?q=ether+model&biw=1252&bih=559&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjgu6PnwvMAhXDvBQKHZy1AAgQ_AUIBigB#tbm=isch&q=model+of+water&imgdii=2XtkvFHfL03CVM%3A%3B2XtkvFHfL03CVM%3A%3BQCCMo8HJ8q_-5M%3A&imgsrc=2XtkvFHfL03CVM%3A (dostupné dne 10.01 2016).

Obr. 3: převzato z

https://www.google.cz/search?q=ether+model&biw=1252&bih=559&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjgu6PnwvMAhXDvBQKHZy1AAgQ_AUIBigB#tbm=isch&q=model+of+ethanol&imgsrc=QZNtqXNG79-xoM%3A (dostupné dne 10.01 2016).

Obr. 4,5 a 7: převzato z <http://www.britannica.com/science/ether-chemical-compound> (dostupné dne 10.01 2016).

Obr. 6: převzato z <https://socratic.org/questions/hydrogen-bonding-means-h-bonds-within-o-f-why-is-c2h5oh-a-hydrogen-bonding-it-ha> (dostupné dne 10.01 2016).

Obr. 8: převzato z <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2303> (dostupné dne 05.03 2016).

Obr. 9: převzato z

https://www.google.cz/search?q=Svante+Arrhenius&biw=1252&bih=559&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiC4NyIxeVMAhVFrRQKHS8gCVEQ_AUIBigB#imgrc=rK_USLK-4GsrMM%3A (dostupné dne 10.03 2016).

Obr. 10: převzato z

https://www.google.cz/search?q=structure+of+hemoglobin&biw=1138&bih=507&tbm=isch&imgil=1mcKAZzERZUENM%253A%253BWFJN-kTqJbd19M%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.dayasriojn.top%25252Fx%25252Fstructure-hemoglobin%25252F&source=iu&pf=m&fir=1mcKAZzERZUENM%253A%252CWFJN-kTqJbd19M%252C_&usg=__uXEm6OQru-akyfPrpiu_cB-y8-Q%3D&ved=0ahUKEwjIx6SRvpfMAhXFQBoKHRJZBtAQyjcIJg&ei=unQUV8iCO_MWBaZKymYAN#imgrc=1mcKAZzERZUENM%3A (dostupné dne 15.04 2016).

Zdroj videa:

<https://www.youtube.com/watch?v=b3BOMfH7Dbc> (dostupné dne 15.04 2016).

7 Přílohy

Příloha č. 1: Cenová nabídka jednotlivých školních firem

VERNIER – nabídka senzorů využitelných v chemii (k jednotlivým čidlům jsou uvedeny i jejich ceny včetně DPH ke dni 10. 03. 2016):

- 8 druhů teploměrů: Go!Temp 1950 Kč, Go Wireless Temp 3 995 Kč
- 2 druhy pH senzorů: 3852 Kč
- 4 druhy iontově selektivních elektrod: 9 810 Kč
- UVA a UVB senzory: 6 261 Kč / 6 320 Kč
- Tlakový senzor: 4 903 Kč
- Senzory pro O₂ a CO₂: 9 850 Kč / 13 470 Kč
- Senzor fotosynteticky aktivního záření: 11 163 Kč
- Senzor ethanolu: 6 438 Kč
- Senzor relativní vlhkosti vzduchu: 3 996 Kč
- Kolorimetr: 6 793 Kč
- Nefelometr: 6 615 Kč
- Konduktometr: 8 812 Kč
- Bodotávek: 27 997 Kč
- Plynový chromatogram: 117 774 Kč
- Konduktometr: 8 812 Kč
- Čítač kapek: 5 847 Kč
- ORP senzor: 4 666 Kč
- Polarimetr: 26 910 Kč
- 4 druhy spektrofotometrů: UV-VIS Spectrophotometer Optical Fiber, 4 938 Kč
- 10 druhů hmotnostních senzorů- Váhy Ohaus: Scout Pro 400g(0.01), 11 036 Kč

PASCO – nabídka senzorů využitelných v chemii (k jednotlivým čidlům jsou uvedeny i jejich ceny včetně DPH ke dni 10. 03. 2016):

- Teplotní senzory: 1 190 Kč, bezkontaktní: 5 390 Kč, čtyřvstupý: 8 600 Kč
- Dva pH senzory: 4 300 Kč
- 9 druhů iontově selektivních elektrod: 7 870 Kč / 9 490 Kč / 10 560 Kč
- Senzor absolutního tlaku: 4 840 Kč
- Senzor infračerveného světla: 12 410 Kč

- Senzor ultrafialového světla: 9 490 Kč
- Senzor plynného O₂ a CO₂: 10 560 Kč /14 030 Kč
- Senzor etanolu: 8 600 Kč
- Kolorimetr: 6 470 Kč
- Nefelometr: 6 990 Kč
- Senzor vodivosti: 5 980 Kč
- Přesné počítadlo kapek: 5 390 Kč
- Senzor salinity: 6 470 Kč
- ORP elektroda: 2 750 Kč
- Senzor salinity: 6 470 Kč
- Bezdrátový spektrofotometr: 21 630 Kč
- Hmotnostní senzor - Váhy Ohaus: 400g (0.01), 27 580 Kč

CMA – nabídka senzorů využitelných v chemii (k jednotlivým čidlům jsou uvedeny i jejich ceny včetně DPH ke dni 12. 03. 2016):

- Teplotní senzor: 466 Kč (€ 17,25)
- pH senzor: 689 Kč (€ 25,50)
- UV-A a UV-B senzory: 3 753 Kč (€ 139) / 3 780 Kč (€ 140)
- Tlakový senzor: 2 835 Kč (€ 105,00)
- Senzor plynu O₂ a CO₂: 6 480 Kč (€ 240) / 7 263 Kč (€ 269,00)
- Kolorimetr: 4 010 Kč (€ 148,50)
- Nefelometr: 3 321 Kč (€ 123,00)
- Senzor vodivosti: 3 200 Kč (€ 118,50)
- ORP senzor: 2 673 Kč (€ 99,00)
- Senzor salinity: 3 038 Kč (€ 112,50)

Příloha č. 2: Řešení k navržením úkolům laboratorních cvičení

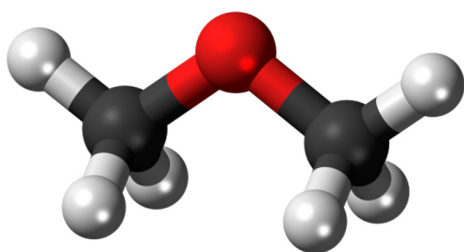
Laboratorní cvičení č. 1: Hmotnostní změny při odpařování kapalin

1) A. K zobrazeným počítačovým modelům přiřaďte názvy zkoumaných kapalin.

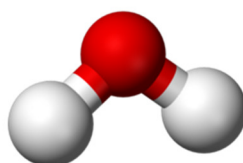
a) **diethylether**

b) **voda**

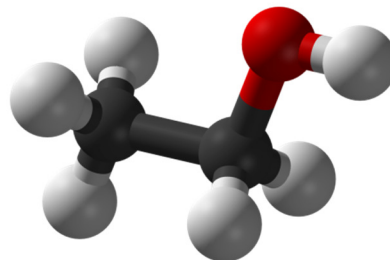
c) **ethanol**



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

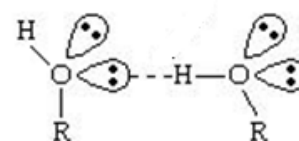
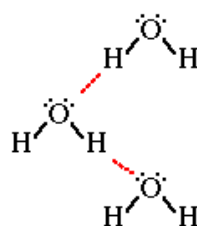
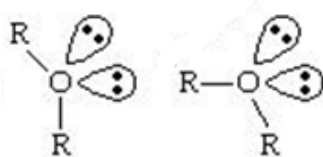
B. Přiřaďte uvedené modely k obecným vzorcům a napište jejich názvy.



Obr. 4

1 - **b, voda** 2 - **b, ethanol** 3 - **c, diethylether**

2) A. Které ze zkoumaných kapalin vytvářejí vodíkové vazby? Pomozte si následujícími vzorci.



Obr. 5

a) **diethylether - nevytváří** b) **voda - vytváří** c) **ethanol - vytváří**

B. Ve kterých sloučeninách se obecně vyskytují vodíkové můstky?

Vodíková vazba se vyskytuje u sloučenin vodíku s prvkem o vysoké elektronegativitě a ne vazebným elektronovým párem (F, O, N), kde atom vodíku jedné molekuly vytváří slabou vazbu s volným elektronovým párem elektronegativnějšího prvku druhé molekuly.

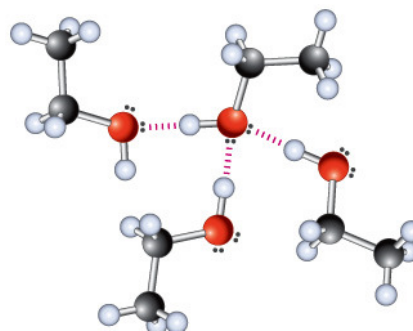
C. Které ze zkoumaných kapalin patří k derivátům uhlovodíků?

ethanol – hydroxysloučeniny (alkoholy), ether - ethery

3) Doplňte chybící údaje:

A. Hydroxysloučeniny

Vodíkové vazby vznikají mezi **vodíkem** jedné molekuly alkoholu a **kyslíkem** jiné molekuly alkoholu (viz model), a tak **ztěžují** přechod z kapalného do plynného skupenství. Vodíkové vazby mezi molekulami **hydroxysloučenin** jsou příčinou jejich relativně **vysokých** teplot varu.



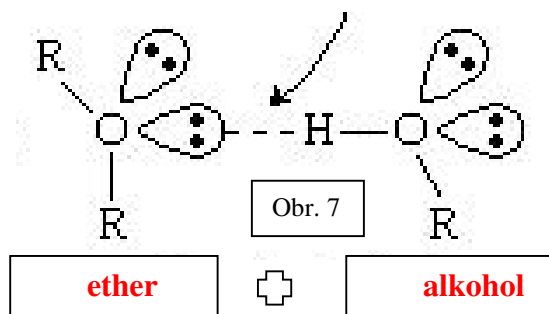
Obr. 6

B. Ethery

Ethery můžeme odvodit jako deriváty **vody**, avšak mají ve srovnání s hydroxysloučeninami a vodou **nižší** teploty varu, jelikož jejich molekuly navzájem **nevytvářejí** vodíkové vazby (vzorec 2. A. a.). Proto se ethery odpařují **rychleji** než zkoumaná voda nebo ethanol.

Existuje možnost, že ethery mohou v určitém případě tvořit vodíkové vazby?

Ethery **mohou** tvořit vodíkové vazby mezi jinými molekulami. Příkladem je uvedený vzorec molekuly etheru a molekuly **alkoholu**.



Obr. 7

Schopnost tvořit vodíkové vazby s jinými sloučeninami činí ethery **výbornými, nepolárními rozpouštědly** pro širokou škálu organických sloučenin a také překvapivě velkého množství anorganických sloučenin.

Laboratorní cvičení č. 2: Hmotnostní změny při rozkladu peroxidu vodíku

1) Doplňte chybící údaje

Peroxid vodíku se podařilo poprvé připravit v 19. století francouzskému chemikovi jménem *Louis Jacques Thénard*. Triviálně ho lze nazvat i „*kysličníkem*“. Obsahuje **2** atomy kyslíku, z nichž každý má hodnotu oxidačního čísla **- I**. Jedná se o olejovitou kapalinu, která má **průhlednou** barvu. Z běžného života ho poznáme zejména jako **3%** roztok, který se používá jako **dezinfekční** nebo jako bělicí činidlo (např. odbarvení vlasů).

2) Jaké látky mohou katalyzovat rozklad peroxidu vodíku?

KMnO₄, FeCl₃, KI, Ag, Pt

3) Mohou nějaké látky průběh rozkladu peroxidu vodíku také inhibovat?

H₂SO₄, H₃PO₄, CO(NH₂)₂

4) Pokuste se odhadnout a zakreslit do grafu z provedených měření, jak by se změnil průběh reakce katalytického rozkladu peroxidu vodíku, pokud byste použili 2 burelové tablety. Předpoklad můžete ověřit i experimentálně. **(viz graf a diskuse).**

Laboratorní cvičení č. 3: Vliv povrchu reaktantů na rychlost chemické reakce

1) Doplňte chybící údaje

Čím je **větší** povrch (zrnitost) reagujících látek, tím více částic může reagovat a zvyšuje se tak pravděpodobnost účinné srážky, a i proto daná reakce probíhá **rychleji**.

2) Jak by se daly mechanicky upravit pomaleji reagující látky, aby reakce proběhla rychleji? **Drcením.**

3) Uveďte další příklady (typ reakce: kov, kyselina), kde by se také mohl zkoumat vliv velikosti reakčního povrchu na rychlost reakce. **Práškový, granulovaný Zn nebo Mg s HCl.**

Laboratorní cvičení č. 4: Vliv koncentrace reaktantů na rychlost chemické reakce

1) Doplňte chybící údaje

Rychlost chemické reakce je společným znakem všech reakcí. Experimentálním zjišťováním reakční rychlosti se zabývá **reakční kinetika**. Víte, že řada reakcí probíhá velmi rychle, jako například hoření nebo exploze směsi benzínu a vzduchu, na druhé straně jsou některé rychlosti reakcí velmi pomalé, jako například koroze kovů nebo uhelnatění. Rychlost chemické reakce lze zjednodušeně definovat jako rychlost, s jakou klesá koncentrace **reaktantů**, nebo rychlost, s jakou **roste** koncentrace produktu. Rychlost reakcí je ovlivňována zejména: **koncentrací reaktantů, teplotou, tlakem, katalyzátorem**.

2) Vliv koncentrace aneb *Guldbergův-Waageův zákon*

V 19. století vyjádřili norští chemici **C. M. Guldberg** a **P. Waage** (obr. 8) obecné vztahy, které aplikovali na problém chemické rovnováhy. Zabývali se studiem závislosti rychlosti chemické reakce na koncentraci reaktantů. Uvedenou závislost vyjadřuje tzv. **KINETICKÁ ROVNICE**.



Obr. 8: C. M. Guldberg a P. Waage

A. Uveďte její matematický zápis, pokud víte, že:

- rychlost reakce (v) je přímo úměrná součinu koncentrací reaktantů (A, B) umocněných na určité koeficienty – řády reakce (α , β).

- řád reakce představuje součet exponentů $\alpha + \beta$

(může být roven součtu stechiometrických koeficientů reaktantů dané reakce).

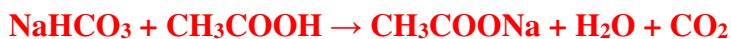
- rychlostní konstantu značíme k (je závislá na teplotě).

Kinetická rovnice:

$$v = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$$

B. Z tohoto vztahu vyplývá, že chemická reakce probíhá tím **rychleji, čím jsou reaktanty koncentrovanější.**

- 3) Vypočítejte hmotnost vzniklého oxidu uhličitého při úplném zreagování hydrogenuhlíčitanu sodného s kyselinou octovou (použijte hodnoty ze zadání). Teoretický výpočet porovnejte s praktickým měřením.



Teoretická hodnota:

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 50 \text{ ml}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = m/M = \rho \cdot V \cdot 0,08/M = 10^3 \text{ g}\cdot\text{dm}^{-3} \cdot 0,05 \text{ dm}^3 \cdot 0,08/60,05 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,67 \text{ mol}$$

(v nadbytku)

$$n(\text{NaHCO}_3) = m/M = 2,5 \text{ g}/106 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,024 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaHCO}) = n(\text{CO}_2)$$

$$m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 0,024 \cdot 44 = 1,056 \text{ g.}$$

Laboratorní cvičení č. 5: Vliv teploty reaktantů na reakční povrch

1) Vliv teploty aneb Arrheinova rovnice.

Nositel Nobelovy ceny hlavně za teorii elektrolytické disociace z roku 1903 *Svante Arrhenius (obr. 9)* – švédský fyzik i chemik se podílel i na zkoumání vlivu teploty na reakční rychlost. Vliv teploty na reakční rychlost je vyjádřen prostřednictvím závislosti rychlostní konstanty na teplotě. Nejčastěji se v praxi používá tzv. **ARRHENIOVA ROVNICE**.



Obr. 9: Svante Arrhenius

A. Uved'te její matematický zápis, pokud víte, že:

- rychlostní konstanta (k) je přímo úměrná součinu frekvenčního faktoru (A) a základu přirozeného logaritmu ($e \doteq 2,718$)
- základ přirozeného logaritmu je umocněn na podíl, v jehož čitateli je záporná hodnota aktivační energie (E_A , J. mol⁻¹) a ve jmenovateli je součin univerzální plynové konstanty ($R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$) a absolutní teploty (T, v kelvinech).

Arrheniova rovnice:

$$k = A \cdot e^{\frac{-E_A}{RT}}$$

B. Z Arrheniovy rovnice vyplývá, že pokud vzroste teplota, tak **vzroste** rychlostní konstanta a také rychlost reakce.

2) A. Jak se mění teplota v průběhu rozpouštění tablet? Zdůvodněte.

- **vnitřní energie se spotřebovává na rozpouštění, teplota klesá (endotermický děj)**

B. Jak se mění s pH v průběhu rozpouštění tablet? Zdůvodněte.

- **pH se chemickou reakcí snižuje, protože vzniká kyselinotvorný CO₂**

Na trhu jsou některé potravinářské doplňky k dispozici ve formě šumivých tablet (např. vitamin C – kyselina askorbová). Odpovězte na otázky (pomozte si internetovými zdroji).

- 1. Je silným antioxidantem (prevence nádorových onemocnění), podílí se na tvorbě a ochraně tkání (kosti, kůže), ochraňuje před různými nemocemi, preventivně působí též proti onemocněním srdce, podporuje vstřebávání Fe, podporuje imunitu člověka.*
- 2. Patří mezi skupinu vitamínů rozpustných ve vodě.*
- 3. Hypervitaminóza: nežádoucí účinky jsou jen výjimečné (nevolnost až zvracení, bušení srdce, křeče a bolesti hlavy, podráždění žaludku). Hypovitaminóza: únava, svalová slabost, bolesti kloubů a svalů, krvácející dásně a častější infekční onemocnění.*
- 4. Avitaminóza způsobuje nemoc kurděje (chudokrevnost, vypadávání zubů).*
- 5. 60 – 250 mg.*
- 6. Ovoce: jablka, citrusové plody. Zelenina (paprika, rajčata, brokolice, melouny).*

Laboratorní cvičení č. 6: Hmotnostní změny při hoření látek

1) A. Doplňte chybící údaje:

Železo se společně s prvky **kobalt** a **nikl** nachází v **8., 9. a 10.** (VIII. B) skupině a v **4.** periodě. Nazýváme je také *triáda železa*. Po kyslíku, křemíku a hliníku je železo 4. nejrozšířenějším prvkem zemské kůry. Avšak ryzí železo se objevuje velmi vzácně. Běžně se vyskytuje ve **sloučeninách**. Železné rudy se vyskytují v ČR zejména v Krušných horách, ale některé lze nalézt i ve Zlatých Horách (Jeseníky) či ve městě Příbram. V SR se těží hlavně ve Slovenském Rudohoří.

B. Jaké železné rudy znáte? K jednotlivým rudám železa doplňte i jejich chemické složení a hmotnostní procenta zastoupeného Fe (viz tabulka).

železné rudy	chemický vzorec	podíl Fe v rudách (%)
magnetit - magnetovec	Fe₃O₄	72,37
hematit - krevel	Fe₂O₃	69,96
limonit - hnědel	Fe₂O₃ · nH₂O	-
siderit - ocelek	FeCO₃	48,22
pyrit	FeS₂	46,55

$A_r(\text{Fe}) = 55,85$; $A_r(\text{O}) = 15,99$; $A_r(\text{C}) = 12,00$; $A_r(\text{S}) = 32,06$

Vzorový výpočet magnetitu:

Hmotnostní zlomek: $w(\text{A}) = \frac{m(\text{A})}{m}$

$w(\text{Fe}) = 167,55/231,51 = 0,7237 = 72,37 \%$

C. Která ze železných rud je nejkvalitnější? Své tvrzení zdůvodněte.

Magnetit, obsahuje nejvíce železa ze všech železných rud - 72,37 %.

2) Železo jako biogenní prvek.

A. Uveďte příklad, kde se v těle člověka železo nachází?

Kationt Fe²⁺ je součástí hemoglobinu, konkrétně nebílkovinné složky HEM.

B. Jakou funkci zastává železo v těle člověka?

Váže na sebe kyslík - O₂ a zabezpečuje jeho transport z plic do tkání.

3) Jak se vyrábí železo a ocel?

Po zhlédnutí následujícího videa odpovězte na otázky:

<https://www.youtube.com/watch?v=b3BOMfH7Dbc> (9:06).

1. Železná ruda, koks, vápenec.
2. Přímá a nepřímá redukce.
3. Zabraňuje oxidaci železa (odvádí se z horního žlabu, je lehčí).
4. Surové železo - litina (křehké, těžké a není kujné).
5. Pro vysoký obsah uhlíku (pro technické účely nevýhodné vlastnosti).

4) Vyhledejte v internetových zdrojích min. 2 využití oxidu železitého.

- anorganické pigmenty: např. minerál hematit anebo syntetický Fe₂O₃ (červené nebo nahnědlé pigmenty), minerál okr, hydrát Fe₂O₃.H₂O (žluté nebo červené pigmenty)
- nanočástice Fe₂O₃ vykazují biokompatibilitu, netoxičnost
- částice Fe₂O₃ jsou využívány v bioaplikacích, v biomedicíně, ale také v průmyslových oblastech (např. chemická katalýza)
- ozdobný drahokam, hematitové náramky na zvýšení tělesného magnetizmu, účinek není dosud jasně prokázán nebo vyvrácený