



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované chemie

Bakalářská práce

Otravy těžkými kovy – návrh didaktické transformace do výuky chemie na ZŠ

Autorka práce: Iva Šišková

Vedoucí práce: doc. RNDr. Lubomír Svoboda, Ph.D.

Konzultant práce: doc. RNDr. Jan Šíma, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne
Podpis

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je vytvoření návrhu didaktické transformace tématu otrav těžkými kovy pro 8. a 9. ročník základních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií. Teoretická část se zabývá těžkými kovy, jejich využitím a toxicitou. Pozornost byla rovněž věnována historickým a socio-kulturním souvislostem. Dále je diskutováno zařazení poznatků v kontextu vzdělávacích oblastí, jak je definuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.

V praktické části je popsán postup řešení. Nejprve bylo vytvořeno 5 autorských pracovních listů. Každý se tematicky soustředil na jeden z vybraných těžkých kovů (rtuť, kadmium, olovo, arsen a thallium). Následně byl navržený didaktický postup odzkoušen v podmínkách běžné školní praxe. Didaktická sonda proběhla na ZŠ Máj I v Českých Budějovicích. Celkem se výzkumu zúčastnilo 72 žáků (tři školní třídy 8. ročníku). Zhodnocení bylo provedeno dotazníkovou metodou. Žáci se v dotazníku vyjádřili k uskutečněnému výukovému postupu, v jehož rámci byly pracovní listy užity. Vybrané didaktické aspekty hodnotili na bodové škále od 1 do 5. Výsledky poskytly orientační vhled na vztah žáků k předmětu chemie, jejich názor na autorské pracovní listy a na použití této výukové metody obecně.

Klíčová slova:

mezipředmětové vztahy, pracovní list, těžké kovy, rtuť, kadmium, olovo, arsen, thallium

Abstract

This bachelor thesis focuses on the subject of heavy metal toxicity and proposes a possible transformation of this topic into teaching materials for grades 8 and 9 of Czech primary schools and respective grades of multi-year general secondary schools. In its theoretical section this thesis focuses on heavy metals, their usage and toxicity with attention given to the history and sociocultural context surrounding them. A discussion regarding the integration of these findings into multiple educational areas as they are defined by the Framework Educational Programme for Basic Education follows.

The research section of this thesis then delves into the process of creation of 5 original worksheets, each focused on one of the heavy metals selected in the previous part (mercury, cadmium, lead, arsenic, and thallium). The final worksheets were then distributed to 72 pupils (three 8th grade classes in total) of ZŠ Máj I in České Budějovice to serve as a test run of the proposed material. The pupils then evaluated the worksheets and their usage using a supplied questionnaire. There they graded selected aspects of the materials on a scale of 1 to 5. The results of this research revealed an insight into the pupil's relationship with the subject of chemistry as well as their opinion on the general usage of worksheets in class.

Keywords:

interdisciplinary relations, worksheet, heavy metals, mercury, cadmium, lead, arsenic, thallium

Poděkování

Děkuji doc. RNDr. Lubomíru Svobodovi, Ph.D. a doc. RNDr. Janu Šímovi, Ph.D. za cenné rady a inspirativní doporučení.

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Seznam použitých zkratk..... | 8 |
| 2 | Úvod..... | 9 |
| 3 | Teoretický rozbor..... | 10 |
| 3.1 | Těžké kovy..... | 10 |
| 3.1.1 | Rtuť..... | 10 |
| 3.1.2 | Kadmium..... | 11 |
| 3.1.3 | Olovo..... | 11 |
| 3.1.4 | Arzen..... | 12 |
| 3.1.5 | Thallium..... | 13 |
| 3.2 | Zařazení vzdělávacího obsahu v rámci RVP..... | 13 |
| 3.2.1 | Téma těžkých kovů na 2.stupni ZŠ..... | 14 |
| 3.3.3 | Funkční a čtenářská gramotnost..... | 17 |
| 4 | Materiál a metody..... | 19 |
| 4.1 | Výukové cíle..... | 19 |
| 4.2 | Postup tvorby pracovních listů..... | 19 |
| 4.3 | Autorské pracovní listy..... | 20 |
| 4.3.1 | Žákovské pracovní listy..... | 20 |
| 4.3.2 | Pracovní list rtuť – zadání..... | 20 |
| 4.3.3 | Pracovní list kadmium – zadání..... | 22 |
| 4.3.4 | Pracovní list olovo – zadání..... | 24 |
| 4.3.5 | Pracovní list arsen – zadání..... | 26 |
| 4.3.6 | Pracovní list thallium – zadání..... | 29 |
| 4.3.7 | Pracovní list rtuť – řešení..... | 31 |
| 4.3.8 | Pracovní list kadmium – řešení..... | 33 |
| 4.3.9 | Pracovní list olovo – řešení..... | 35 |

| | | |
|--------|--------------------------------------|----|
| 4.3.10 | Pracovní list arsen – řešení..... | 37 |
| 4.3.11 | Pracovní list thallium – řešení..... | 39 |
| 5 | Ověření v pedagogické praxi | 41 |
| 5.1 | Metodologie výzkumu | 41 |
| 5.2 | Výsledky didaktické sondy | 41 |
| | Závěr | 48 |
| | Seznam použité literatury..... | 49 |

1 Seznam použitých zkratek

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

PISA – Programme for International Student Assessment (Program pro mezinárodní hodnocení žáků)

VLE – Virtual Learning Enviroment (virtuální učební prostředí)

2 Úvod

Problematika těžkých kovů člověka provází v téměř všech oblastech činnosti již od počátku věků. Jejich pestrá historie sahá od antického Říma, přes laboratoře alchymiků a industrializaci devatenáctého století až po současnou dobu.

Dlouhodobé trendy ve vzdělávání směřují méně k memorování informací a důraz je kladen více na jejich hlubší pochopení, vzájemnou provázanost, rozvoj čtenářské gramotnosti a zvyšování kompetencí žáků. (Fryč 2010) V souladu s těmito trendy je také snaha o propojování výukových témat napříč vzdělávacími obsahy jednotlivých předmětů.

Problematika těžkých kovů má velký potenciál k přesahu do ostatních přírodních věd vzhledem k jejich nepříznivým dopadům na životní prostředí a zdraví člověka. Zároveň lze téma využít i k obohacení učiva v oblasti historie, literatury a umění. Právě zde mohou vhodně zvolené poznatky pomoci žákům přiblížit sociokulturní kontext probírané látky a propojit ho s enviromentálními tématy. K řešení nastíněné problematiky se pokouší, zábavnou formou pracovních listů, přispět i tato bakalářská práce.

3 Teoretický rozbor

3.1 Těžké kovy

Těžké kovy je termín používaný z různých hledisek. Fyzikálně se jedná o kovy s měrnou hmotností vyšší než $4,5 \text{ g.cm}^{-3}$. Toxikologické obory však uvedenou skupinu prvků hodnotí zejména z biologického hlediska. Mezi těžké kovy jsou proto tradičně řazeny také další biologicky účinné prvky, a to včetně kovů lehkých (např. hliník) a polokovů (např. arzen a selen). Nejběžněji sledované těžké kovy jsou chrom, kadmium, kobalt, mangan, molybden, nikl, olovo, rtuť, zinek a železo. Pro účely předložené práce je prostor dále věnován pouze následujícím prvkům: arzen, kadmium, olovo, rtuť a thallium. (Kalač 2010)

Informace uvedené v následujících podkapitolách byly čerpány primárně ze skript Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky a Toxikologie a ekologie I (2021).

3.1.1 Rtuť

Rtuť je stříbrolesklý těžký kov, kapalný za normálního tlaku a teploty. Z těchto vlastností je etymologicky odvozen i její latinský název, *hydragyrum*, který původně pochází z řeckých slov pro vodu – *hydor*, a stříbro – *argyros*. V zemské kůře se vyskytuje vzácně, nejčastěji jako minerál cinabarit (HgS). Ve svých sloučeninách vystupuje rtuť nejčastěji s oxidačními čísly +I a +II. V praxi si našla využití v rtuťových teploměrech, barometrech, v analytických přístrojích (např. polarografie), ve výbojkách a zářivkách či jako amalgám v zubních výplních. Dříve se také používala při amalgámové výrobě chloru.

Sloučeniny rtuti jsou vysoce toxické. Rtuť je kumulativní jed, působí na ledviny, játra, plíce a slezinu. Ačkoliv je toxicita elementární rtuti nízká, její těžké páry jsou velmi toxické. Snadno se kumulují v uzavřených prostorech a při vdechování způsobují chronické otravy. Silně toxické jsou také ve vodě dobře rozpustné soli rtuti.

Zvláště nebezpečné jsou pak její organokovové sloučeniny. Ty snadno prostupují do živých tkání i krátkým kontaktem s pokožkou. V těle potom nepříznivě působí na tukové tkáně, které jsou důležitou součástí nervové soustavy, a způsobují tak řadu neurologických potíží od třasů a svalové slabosti až po ztrátu kognitivních schopností jedince a smrt. Rtuť a její sloučeniny jsou také prokázanými teratogeny a podezřelými karcinogeny.

Historicky docházelo k otravám rtutí nejčastěji únikem jejích par vlivem hornické činnosti. Dalším významným zdrojem otrav byly páry rtuti v kloboučnických dílnách, kde se dusičnan rtuťnatý používal při výrobě plsti. Ostatními zdroji otravy mohou být i některé potraviny, např. vnitřnosti, mořské ryby či zemědělské plodiny pěstované na rtuť kontaminované půdě.

3.1.2 Kadmium

Kadmium je bílý, měkký a tažný kov. Vlastnostmi se podobá ostatním prvkům 12. skupiny periodické tabulky, a to hlavně zinku. Ve sloučeninách primárně figuruje s oxidačním číslem +II, podobně jako zinek. V zemské kůře se kadmium vyskytuje vzácně, nejčastěji v zinečnatých rudách. Odtud se získává buď loužením kyselinou sírovou nebo frakční destilací.

Vzhledem k tomu, že kadmium výborně odolává korozi, našlo v praxi největší uplatnění v protikorozních nátěrech a úpravách povrchu oceli. Dalšími příklady využití jsou např. barevné pigmenty (sulfid kademnatý, oxid kademnatý, sulfoselenid kademnatý), polovodiče, pájecí kovy či Ni-Cd akumulátory. Vzhledem k toxicitě tohoto prvku se ale od jeho využívání ustupuje.

Do životního prostředí se kadmium dostává hlavně vlivem hornického a metalurgického průmyslu a používáním fosfátových hnojiv v zemědělství. Lidé do kontaktu s kadmii přicházejí nejčastěji požitím kontaminovaných potravin či vody. Dále také inhalací cigaretového kouře.

Kadmium je vysoce bioakumulativní. Není biogenním prvkem, vzhledem k podobnosti se zinkem a jinými biogenními kovy ale snadno proniká do lidského těla. Kumuluje se hlavně v ledvinách. Zde kadmium způsobuje nadměrné vylučování proteinů a vápníku z těla, které následně vede k odvápnění páteře a destrukci obratlů. Kadmium je enzymatický jed, způsobuje inhibici mnoha enzymů. Díky k podobnosti s jinými biogenními prvky (zinek, železo, měď) kadmium vytěsňuje z enzymů tyto kovy a porušuje tak průběh metabolických reakcí. Tento prvek má také karcinogenní a teratogenní účinky.

3.1.3 Olovo

Olovo je stříbrošedý kujný kov. Patří mezi nejtěžší neradioaktivní prvky. V přírodě se olovo nejčastěji vyskytuje v olovených rudách jako jsou např. galenit či cerusit.

Tento prvek se v přírodě nachází hojněji než jiné prvky s podobným umístěním v periodické tabulce prvků, protože izotopy olova jsou konečným produktem tří rozpado- vých řad: uran-radiové, uran-aktiniové a thoriové. Ve sloučeninách se vyskytuje v oxidačních stavech +II, +IV.

Elementární olovo se vyrábí nejčastěji oxidací zmíněného galenitu a jeho následnou redukcí. Praktické využití tento prvek nachází v akumulátorech, pájkách, krytech a nátěrech proti ionizujícímu záření nebo pigmentech. Historicky bylo díky své odolnosti vůči korozi a nízké teplotě tání využíváno na výrobu vitráží a vodovodního potrubí.

Olovo je všeobecně známý jed. Zdroji otravy jsou nejčastěji těžba olověných rud, metalurgie, výroba akumulátorů a olověné vodovodní potrubí. Olovo není biogenním prvkem a je vysoce bioakumulativní. Působí na nervovou soustavu, cévy i krev. Do organismu vstupuje nejčastěji inhalací prachu nebo přes trávicí soustavu. Narušuje funkci enzymů, kde se nejčastěji váže na thiolové skupiny nebo v enzimech nahrazuje jiné biogenní kovy např: železo, vápník, zinek. Napadá krvevorný systém, kde poškozuje syntézu hemu a vyvolává tak anémii, dále také poškozuje myelinové pochvy neuronů, negativně postihuje růst neuronů a snižuje jejich počet. Chronická olovem je zvláště nebezpečná u dětí, neboť negativně postihuje jejich duševní vývoj. Při dlouhodobé expozici se dále ukládá v kostech jako fosforečnan olovnatý. Zvláště nebezpečnou sloučeninou je tetraethylolovo. Tato látka byla dříve používána jako antidetonátor do benzínu. Olovo je prokázaným karcinogenem.

3.1.4 Arzen

Arzen se řadí mezi polokovy. Vyskytuje se hned v několika alotropických modifikacích, z nichž nejrozšířenější je šedý arzen. Je to šedá krystalická látka, která krystalizuje v trigonální soustavě. V přírodě se vyskytuje ve formě řady minerálů, nejběžnějšími jsou arsenopyrit (FeAsS), auripigment (As_2S_3) či realgar (As_4S_4). Ve sloučeninách se nachází v oxidačních stavech +III a +V.

Využití našel v pigmentech v umění a v textilním průmyslu, dále v pesticidech či ve slitinách s olovem v akumulátorech. Významné je také jeho využití jako polovodiče při výrobě integrovaných obvodů.

Do prostředí se arzen dostává přirozeně vulkanickou činností, hlavním vstupem je ale činnost lidská. Rozhodujícími antropogenními zdroji jsou používání pesticidů, spalování fosilních paliv a tavení kovů. Do lidských organismů se tak arzen a jeho

sloučeniny dostávají buď inhalací nebo požitím, méně častá je otrava v důsledku kontaktu s kůží.

Arzen se řadí mezi nejtoxičtější kovy, přičemž jeho trojmocné sloučeniny jsou toxičtější než ty pětímocné. Elementární arzen není toxický, v těle je ale dále přeměňován na toxické sloučeniny. Při akutních otravách působí na nervovou soustavu: způsobuje křeče, nepravidelný tep, paralýzu až smrt. Napadá také mechanismus krve tvorby. Sloučeniny arzenu jsou prokázanými karcinogeny a teratogeny a jsou spojeny s rakovinou plic a kůže.

3.1.5 Thallium

Thallium je měkký, stříbrošedý kov. V přírodě se vyskytuje pouze ve sloučeninách v oxidačních stavech +I a +III. V zemské kůře je jeho zastoupení velmi vzácné. V horninách se nachází především v sulfidických rudách a doprovází zde jiné těžké kovy. Jeden ze způsobů výroby thallia je jeho získávání jako vedlejšího produktu při pražení pyritu. Dalším zdrojem je prachový odpad pocházející z výroby olova a zinku.

Využití si thallium a jeho sloučeniny našly historicky v lékařství při léčbě kožních onemocnění a jako součást přípravků na hubení hlodavců. V současnosti se prvek využívá na výrobu tranzistorů, fotočlánků citlivých v oblasti infračerveného záření a supravodičů. Izotop ^{201}Tl se také používá při radionuklidových vyšetřeních v kardiologii. Do životního prostředí se thallium uvolňuje jak lidskou činností, odpady průmyslových závodů, tak zvětráváním hornin.

Thallium a všechny jeho sloučeniny jsou toxické. Jedná se o buněčný jed a do těla se primárně dostává inhalací nebo kontaktem s pokožkou. Ve vodném prostředí se thallium snadno rozpouští a tvoří kationty thallné. Ty se díky podobným iontovým poloměřům vážou do tkání bohatých na draslík a narušují tak fungování Krebsova cyklu a metabolismu glukosy, a tím dochází k otoku buněk a následně i k jejich zániku. Dále také narušuje prostorové zasítování cysteinových zbytků, a snižuje tak tvorbu keratinu. Thallium je také podezřelým teratogenem a karcinogenem.

3.2 Zařazení vzdělávacího obsahu v rámci RVP

Rámcový vzdělávací program je kurikulární dokument, který definuje cíle, požadavky a obsah vzdělávání na státní úrovni dle zákona č. 561/2004 Sb. Vymezuje společný a nezbytný vzdělávací obsah pro povinné základní vzdělání žáků a odpovídající

ročníky víceletých gymnázií. Tento dokument vychází z nové strategie vzdělávání, jež klade důraz především na klíčové kompetence. Ty jsou potřebné k osobnímu naplnění, rozvoji a začlenění člověka ve všech oblastech jeho činnosti. Rozvíjeny jsou celoživotně a prostřednictvím jak formálního, tak neformálního učení. (Bělecký 2007)

V rámci nové strategie vzdělávání je potom kladen důraz na představování učiva žákům v širokých souvislostech, hlubší porozumění probírané problematiky a uplatňování získávaných znalostí v praktickém životě. (Fryč 2020)

3.2.1 Téma těžkých kovů na 2.stupni ZŠ

RVP ZV (Jeřábek a Tupý 2017) orientačně rozděluje obsah základního vzdělávání na devět oblastí. Ty jsou tvořeny jedním příslušným vzdělávacím oborem, nebo více obsahově blízkými vzdělávacími obory:

- Jazyk a jazyková komunikace (Český jazyk a literatura, Cizí jazyk, Další cizí jazyk),
- Matematika a její aplikace (Matematika a její aplikace),
- Informační a komunikační technologie (Informatika),
- Člověk a jeho svět (Člověk a jeho svět),
- Člověk a společnost (Dějepis, Výchova k občanství),
- Člověk a příroda (Fyzika, Chemie, Přírodopis, Zeměpis),
- Umění a kultura (Hudební výchova, Výtvarná výchova),
- Člověk a zdraví (Výchova ke zdraví, Tělesná výchova),
- Člověk a svět práce (Člověk a svět práce).

Téma těžkých kovů tradičně zapadá do oblasti Člověk a příroda, resp. do vzdělávacího předmětu chemie. V rámci této kategorie se žáci seznamují s přírodovědnými fakty a zákonitostmi, poznávají přírodu jako propojený systém a uvědomují si dopady lidské činnosti na životní prostředí a potřebu jej chránit. (Jeřábek a Tupý 2017)

V chemii se s těžkými kovy žáci setkají kapitole Anorganické sloučeniny, kde je, spolu s ostatními prvky, představováno jejich zařazení v rámci periodické soustavy prvků. Dále jsou žáci seznámeni s jejich charakteristickými vlastnostmi a technologickým využitím. (Jeřábek a Tupý 2017) Téma přesahuje také do kapitoly Chemie a společnost, která se, mimo jiné, podrobněji zabývá průmyslovým využitím, hnojivy a pesticidy.

Problematiku lze také zařadit do několika kapitol učiva přírodopisu. V uvedeném kontextu vzdělávacího obsahu je důležitá zejména jejich toxicita pro člověka a životní prostředí. Vzhledem k mutagenním vlastnostem těchto prvků mohou být zmíněny v kapitole Obecná biologie a genetika. (Jeřábek a Tupý 2017) Jejich akutní a chronická toxicita může být také zmíněna v kapitole Biologie člověka, zejména pak při probírání anatomie a fyziologie orgánových soustav. V neposlední řadě téma těžkých kovů zasahuje také do kapitoly Základy ekologie, která se mimo jiné zabývá potravními řetězci, vlivem člověka na životní prostředí a ochranou životního prostředí.

Problematika ochrany životního prostředí dále přesahuje i do zeměpisu. Jedním z cílů kapitoly Životní prostředí je právě seznamování žáků se závažnými důsledky a riziky přírodních a společenských vlivů na životní prostředí.

Téma těžkých kovů má ale potenciál přesahovat i do jiných vzdělávacích oblastí. Těžké kovy člověka provázejí od jeho ranné historie až do současnosti, a to v mnoha oblastech lidské činnosti. Díky tomu je příslušný vzdělávací obsah relevantní i v oblasti Člověk a společnost, a to konkrétně v dějepise, v kapitole Kořeny evropské civilizace zabývající se antickým Řeckem a Římem, dále také v kapitole Modernizace společnosti, jež je mimo jiné věnována industrializaci, ke které došlo v 19. století.

Problematiku lze také prezentovat v oblasti Umění a kultura ve výtvarné výchově. Zde se mohou žáci setkat s těžkými kovy jak při vlastní výtvarné tvorbě, tak při pozorování historických uměleckých děl, kde byly těžké kovy hojně využívány. Bližší seznámení s materiály využívanými při tvorbě střežních děl, může žáky přiblížit ke kulturnímu kontextu, ve kterém díla vznikala.

S těžkými kovy je možné setkat se i v literatuře, konkrétně v literatuře světové 19. a 20. století. Zde se autoři nechávali více a více inspirovat životy běžných lidí a dokumentovali tak realie industrializovaného světa. S tématem je tak možné setkat se ve světově známých literárních dílech, která žánrově spadají od pohádek po detektivní romány. Díky tomu toto téma můžeme zahrnout v českém jazyce, v literatuře, jako doplňující historický kontext, či formou aktivit a čtení v jazyce anglickém.

3.3 Pracovní listy jako vzdělávací prostředek

3.3.1 Didaktické prostředky

Dle Maňáka (2003) jsou didaktické prostředky definovány jako předměty a jevy, jež slouží k dosažení vytyčených cílů. Do uvedené kategorie lze tudíž zahrnout vše, co

zefektivňuje a podmiňuje průběh vyučovacího procesu, a tak vede ke splnění výchovně vzdělávacích cílů.

Didaktické prostředky je možné rozdělit na materiální a nemateriální. Mezi prostředky nemateriální se řadí především didaktické metody a formy vyučování a učení, materiální prostředky, které lze dále rozdělit na:

- učební pomůcky (učebnice, prezentace, modely, žákovské soupravy atd.),
- metodické pomůcky (odborná literatura z oblasti učitelovy specializace, pedagogiky, psychologie a filozofie výchovy, sbírky úloh, testy apod.),
- zařízení (laboratorní přístroje, aparatury, indikační a měřicí přístroje atd.),
- didaktická technika (tabule, projektory, přehrávače atd.),
- školní potřeby (sešity, psací potřeby, pravítka atd.),
- výukové prostory a prostředí (učebny, dílny, laboratoře, VLE atd.). (Rambousek 2014)

Dle Skalkové (2007) je vzhledem k různorodosti typů učebních pomůcek žádoucí, aby učitel záměrně volil ty pomůcky, které odpovídají:

- cíli, který jeho vyučování sleduje,
- věku a psychickému vývoji žáků, jejich dosavadním zkušenostem a vědomostem,
- podmínkám realizace výuky, i zkušenostem a znalostem učitele.

3.3.2 Pracovní listy

Pracovní listy jsou řazeny mezi materiální didaktické prostředky. Jejich primárním cílem obvykle není získávání nových znalostí. Pracovní listy obvykle slouží k procvičování znalostí a dovedností žáky. Toho je dosahováno pomocí úloh, které jsou zaměřeny na různé úrovně kognitivních procesů.

Bloomova revidovaná taxonomie cílů (Anderson a Krathwool 2001) navrhuje rozdělení úloh na dvě skupiny. Kategorizace je založena na základě jejich náročnosti ve vztahu ke složitosti kognitivních procesů potřebných k jejich úspěšnému splnění. Často se setkáváme s úlohami zacílenými na nižší kognitivní náročnost. Typicky jsou formulovány v podobě uzavřených otázek, které cílí primárně na zapamatování a vybavení již osvojených faktů žáky. (Anderson a Krathwool 2001, Byčkovský a Kotásek 2004) Možnou modifikaci pak představuje doplnění úlohy o výběr z nabídky

alternativ. Náročnější je pak zcela samostatná formulace jednoznačné odpovědi. Forma pracovního listy přispívá k rozšíření tohoto typu úloh, neboť je jejich tvorba snadnější na přípravu i hodnocení. Právě díky uvedeným vlastnostem jsou pracovní listy v hodinách často voleny nejen k aktivizaci žáku, ale také jako nástroj didaktického testování.

Dále se v pracovních listech setkáváme s úlohami zaměřujícími se na vyšší kognitivní procesy. Tyto úlohy bývají obvykle náročnější a vycházejí z předpokladu o osvojení příslušné látky na nižší úrovni. (Anderson a Krathwool 2001, Hudecová 2004) Jejich úspěšné vyřešení vyžaduje samostatné uvažování, propojování souvislostí a tvoření vlastních odpovědí. Tvorba tohoto typu úloh bývá rovněž didakticky náročnější, protože po autorovi vyžaduje vysoce kvalifikovanou predikci úrovně žákovských znalostí a dovedností. Jejich klasifikace však bývá poměrně obtížná. Na druhou stranu mají tyto úlohy značný didaktický potenciál. Koncept je plně v souladu se současnými vzdělávacími trendy. Díky jejich zaměření na vyšší kognitivní procesy podporují hlubší porozumění probírané látce v kontextu jedné nebo více vzdělávacích oblastí. (Fryč 2020) Tyto faktory mohou zároveň sloužit i k rozvoji klíčových kompetencí, jak je definuje RVP ZV a čtenářské gramotnosti, která v rámci uvedeného kurikulárního dokumentu zasahuje do všech vzdělávacích oblastí.

Výběr vzdělávacího obsahu a netradiční formy učebních úloh nejsou jedinými faktory žákovské aktivizace. Atraktivní výtvarné pojetí pracovního listu může být rovněž významným motivačním zdrojem.

3.3.3 Funkční a čtenářská gramotnost

Gramotnost je jednou z klíčových kompetencí, na které klade důraz jak RVP ZV, tak Strategie 2030+. Pojem funkční gramotnost je definován jako vybavenost člověka pro jeho úspěšné fungování ve všech aspektech života v současné civilizaci. (Pavelková, Knaifl, Preuss 2012) V kontextu školního vzdělávání je definována jako schopnost žáků porozumět informacím, která je předpokladem pro jejich následnou aplikaci i mimo rámec konkrétního učebního předmětu. S pojmem gramotnosti se ve vzdělávání setkáváme v nejrůznějších odvětvích, proto můžeme hovořit o gramotnosti čtenářské, počítačové, finanční aj. V současné době rostou požadavky na rozvoj čtenářské gramotnosti, neboť představuje klíčovou dovednost, která je nezbytná k úspěšnému přijímání informací a práci s nimi. (Altmanová, et al. 2010)

Výzkumný projekt PISA čtenářskou gramotnost definuje jako schopnost porozumět psanému textu, přemýšlet o něm a používat jej k dosažení vlastních cílů, k rozvoji vlastních vědomostí a potenciálu a k aktivní účasti ve společnosti. (Straková 2002) Výzkum PISA se však ve své definici primárně soustředí na roviny gramotnosti, které lze testovat. V současném pojetí ale tento pojem zahrnuje i postojovou a hodnotovou rovinu čtení, jež testovány nejsou. (Koubek 2012)

Problematika čtenářské gramotnosti úzce souvisí i s tématem této bakalářské práce. Pracovní listy zpracovávané v praktické části se výraznou měrou věnují žákovské práci s textem. Záměrně byla také zařazena pestřejší škála typologicky odlišných úloh. Cílem bylo obsáhnout více kvalitativně odlišných úrovní čtenářské gramotnosti. Aktivizační forma krátkých textů se zajímavostmi o historii a použití těžkých kovů dovoluje žákům přijímat informace v individuálním tempu a může přispět k vytváření pozitivního vztahu k čtení jako atraktivní aktivitě. Tyto texty a tzv. záměrně chybná tvrzení, která obsahují, zároveň testují schopnosti logické úvahy, hodnocení a metakognice.

4 Materiál a metody

4.1 Výukové cíle

Předmětem bakalářské práce byla didaktická transformace tématu otrav těžkými kovy do vzdělávacího postupu výuky chemie na 2. stupni základních škol. Cílem bylo vytvořit komplexní návrh, včetně adekvátních didaktických prostředků, kterými jsou autorské pracovní listy. Ty byly vytvořeny v souladu s cíli RVP ZV, a to konkrétně bodů CH-9-3-02 a CH-9-7-03p. (Jeřábek a Tupý 2015)

4.2 Postup tvorby pracovních listů

Na základě definice těžkých kovů (Kalač 2010) byl nejprve stanoven rozsah zpracovávaného tématu. Následně byla pozornost věnována jejich historickému využití s důrazem na společenský a kulturní dopad. Tyto dva body byly akcentovány záměrně, neboť umožňují, aby bylo učivo žákům prezentováno v širším kontextu s návazností na mezioborové průniky a konsekvence. Informace v pracovních listech byly upraveny tak, aby svým obsahem reflektovaly vybrané kapitoly učiva chemie pro druhý stupeň, jak je stanovuje RVP ZV 2023. Následně byly vybrány typy úloh, které pracovní listy budou obsahovat. Na základě revidované Bloomovy taxonomie cílů byla vybrána cvičení s různou úrovní kognitivní náročnosti.

Na nižší úroveň kognitivní náročnosti cílí úlohy, kde žáci doplňují do krátkého textu o chemickém prvku odpovědi z tabulky, a úlohy na procvičování názvosloví. Tato cvičení mají pouze jednu správnou odpověď a testují schopnost žáků vybavit si fakta z předchozích hodin a porozumění jim. Úloha na hledání chybných tvrzení v textu a úloha na hádání chemických sloučenin jsou potom úlohy s vyšší kognitivní náročností. Po žácích je zde požadováno, aby aplikovali své předchozí znalosti a na základě nich předložené texty analyzovali. Testují tedy nejen základní chemické znalosti, ale také pochopení logických implikací, resp. kompetenci čtenářské gramotnosti. V úloze s hádankami žáci odhalují z indicií chemické sloučeniny. Úloha na hledání chybných tvrzení potom testuje schopnost rozlišit podstatné informace od nepodstatných a dále pak dovednost užití vlastních znalostí ke kritickému zhodnocení pravdivosti předložených výroků, a to i ve smyslu logiky uvedených implikací.

Po vytvoření obsahu úloh byl pracovní list graficky zpracován v programu Microsoft PowerPoint pro MS 365. Doprovodné ilustrace k textům na jednotlivých listech

byly vytvořeny autorkou této práce v programu Clip Studio Paint Pro ver. 1.x za pomoci grafického tabletu Huion Kamwas Pro 13.

4.3 Autorské pracovní listy

4.3.1 Žákovské pracovní listy

4.3.2 Pracovní list rtuť – zadání

Šílený kloboučník

Sloučeniny rtuti, konkrétně např. dusičnan rtuťnatý, byly používány během 18. a 19. století při výrobě plsti na klobouky. Francouzští kloboučníci objevili, že právě tato sloučenina pomáhá "otevřít" šupinky v kutikule živočišných vláken (nejčastěji králičí srsti). Zdrsnění povrchu usnadní jejich vzájemné propletení a následné zplstnatění. Použití dusičnanu rtuťnatého zaručovalo, že výsledný filc byl tenčí a pevnější než při použití jiných sloučenin. Tento postup se z Francie následně rozšířil po celé Evropě, a dokonce i do Spojených států amerických.

Dusičnan rtuťnatý je ale prakticky netoxický. Tehdejší kloboučníci byli vystaveni jeho výparům vždy, když při výrobě plsti napařovali vlákna. Po čase jim sloučenina začala působit řadu tělesných a duševních problémů.

Mezi příznaky otravy rtutí patřily svalové třesy, bolesti hlavy, podráždění, úzkosti a deprese. Projevy intoxikace byly dobře známé a říkalo se jim "nemoc šílených kloboučníků" (Mad Hatter Disease) a v angličtině se dodnes používá slovní spojení „mad as a hatter“ (šílený jako kloboučník).

Ve středověku byl však dusičnan rtuťnatý užíván jako herbicid při hubení parazitů (např. vší).

Anglický spisovatel Lewis Carroll se tímto onemocněním dokonce nechal inspirovat, když vytvářel postavu Kloboučníka do své nejslavnější pohádkové knihy Malá Dorritka.



Úkol:

Označte v textu 3 chybná tvrzení.



Cvičení rtuť:

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | | |
|-----------|----------|----|
| d | Hg | 80 |
| kapalnému | stříbrné | |

Rtuť je chemický prvek s protonovým číslem _____ a značkou _____, která je odvozena od jejího latinského názvu *hydrargyrum*. Řadí se do skupiny přechodných kovů, v periodické tabulce prvků ji tak nalezneme v bloku _____. Díky své _____ barvě a _____ skupenství za normálních podmínek jí alchymisté v minulosti přezdívali „tekuté stříbro“.

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin rtuti:

Jmenují se cinabarit a jsem rudý minerál. Od starověké Kréty až po renesanci mnou mistři malovali své fresky a malby. A kdyby Vám to snad nestačilo, znal jsem i královny! Například taková Marie Antoinetta nebo Alžběta I. mě často používaly jako růž. Vám Čechům jsem také znám pod jménem rumělká. Poslední indicií, již Vám k uhodnutí mého skutečného jména nabídnu, bude že můj hrdinný atom rtuti za dva kladný je. A můj atom síry, ten záporák, dvakrát mu proto odporuje.

Jmenují se *kalomel*, jméno jsem dostal z řeckých slov kalos (krásný) a mélos (černý). Ta druhá část mého jména pochází z mých reakcí se sloučeninami amoniaku, černám při nich! Než jsem si našel stále uplatnění v elektrochemii, pokoušeli se mnou lidé vyléčit všechny možné nemoci. K uhodnutí mého jména a vzorce potvrdím Vám, že rtuti dvě v sobě mám. Mají za to u mě každá jedno plus. Moje dva chlóry, ty každý jedno minus dostaly.

Přečtěte si následující věty a zakroužkujte správnou možnost:

- Rtuť se řadí do skupiny tzv. lehkých/těžkých kovů.
- Rtuť se dlouhá léta využívala v lékařských pláštích/teploměrech.
- Rtuť je jediný kov, který je kapalný/pevný za normálních podmínek.
- Slitiny rtuti se nazývají perly/amalgámy.

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| |
|-----------------------------------|
| HgCl ₂ |
| |
| Hg(NO ₃) ₂ |
| |
| HgSO ₄ |
| |
| HgS |
| |
| HgO |
| |
| Hg ₂ Cl ₂ |
| |

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|--------------------|--|
| uhlíčan rtuťnatý | |
| jodid rtuťnatý | |
| dusitan rtuťný | |
| hydroxid rtuťnatý | |
| siřičitan rtuťnatý | |
| kyanid rtuťnatý | |

4.3.3 Pracovní list kadmium – zadání

Van Goghovy Slunečnice a nemoc bolí-bolí

Kadmium je značně toxický nekov. V zemské kůře se vyskytuje poměrně vzácně. Jeho významné ložisko se nachází ve východní Asii, odkud bude pocházet i náš příběh.

V japonské prefektuře Toyama se dobývala ruda bohatá na kadmium již od 16. století. Intenzivní těžba, probíhající v období 2. světové války, měla pak za následek znečištění řeky, jejíž vodu zemědělci používali k zavlažování bramborových polí. Dlouhodobá konzumace místních zemědělských produktů postupně vedla k otravě obyvatelstva. Ta se projevovala silnými bolestmi páteře a kloubů, od nichž nemoc dostala i svůj japonský název „itai-itai byou“, v doslovném překladu „nemoc bolí-bolí“. Kadmium je tzv. enzymatický blokátor a kumulativní jed. Poškozuje např. játra či ledviny, dále způsobuje odvápnění kostí, jejich následné oslabení a deformaci.

Protože kadmium mělo dříve mnohostranné využití, můžeme se s projevy jeho toxicity setkat i v jiných souvislostech. Dříve se hojně používalo např. při antikorozní ochraně kovů, výrobě akumulátorů či v pigmentech. Např. francouzský malíř van Gogh měl žlutý sulfid kadmátový velmi v oblibě. Dokladem jsou jeho dobře známé Slunečnice.

Úkol:

V textu označte 3 chybná tvrzení.



Cvičení kadmium:

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| d | Cd | Cd ²⁺ |
|----|----|------------------|
| 48 | | akumulátorech |

Kadmium je chemický prvek s protonovým číslem _____ a značkou _____. Bylo objeveno v roce 1817 lékařem Friedrichem Stromeyerem. Řadí se do skupiny přechodných prvků, v periodické tabulce se tak nachází v bloku _____. Ve sloučeninách se kadmium nejčastěji vyskytuje jako kation _____. V minulosti si našlo využití v _____, pigmentech a protikoročních nátěrech, kvůli jeho vysoké toxicitě se od využití kadmia ustupuje.

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|---------------------|--|
| sířičitan kademnatý | |
| uhličitan kademnatý | |
| síran kademnatý | |
| kyanid kademnatý | |
| chlorid kademnatý | |
| dusičnan kademnatý | |

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| |
|-----------------------------------|
| Cd(OH) ₂ |
| |
| CdS |
| |
| CdBr ₂ |
| |
| CdCrO ₄ |
| |
| Cd(NO ₂) ₂ |
| |
| CdO |
| |

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin kadmia:

| | |
|--|---|
| Jmenuji se kadmiová žluť, objevili mě ve 40. letech devatenáctého století a od té doby se mnou malovali snad všichni známí i neznámí malíři. Od Monetových krajin, přes Van Goghovy Slunečnice a Klimtův Polibek jsem se dostala až k Vám. Jenom pozor, jsem velmi, velmi jedovatá a kademnatá. A ta moje síra? Ta je v mém vzorci největší záporák. | Já jsem také barevná sloučenina, místo žluté ale barvím červeně. Nebo spíš jsem barvil, teď už mě moc nepoužívají. Keramici mě používali jako krásnou, rudou glazuru, bohužel jsem ale velmi jedovatý. Teď mě používají jinde, jsem totiž polovodič, takže jsem se uchýtil v elektrotechnice. Jestli mi stále ještě nemůžeš přijít na jméno, napovím že jsem oxid s jedním kyslíkem a jedním kadmíem. |
| | |

4.3.4 Pracovní list olovo – zadání

Kov Saturnův

Olovo provází lidstvo již od starověku. Je snadno tavitelné, tvárné a odolné vůči korozi. V zemské kůře se navíc vyskytuje poměrně vzácně.

Pro antické Římany bylo olovo běžným kovem. Získávali ho při těžbě stříbra a výrobky z něj používali každý den. Jako příklad lze uvést nádoby na vodu či vodovodní potrubí. Jedovatosti tohoto materiálu si Římané pravděpodobně nebyli vědomi. Za svou „kohoutkovou vodu“ tak tvrdě platili chronickou otravou olovem. Při té se těžký kov postupně ukládá v kostech, dále dochází k poškození trávicího traktu, nervo-svalového aparátu a centrálního nervového systému. Způsobuje však i k psychické změny, proto může otrava olovem negativně zasáhnout do vývoje dětí.

Nebezpečné jsou i sloučeniny olova, hlavně jeho ve vodě rozpustné soli. Jednu z nich, octan olovnatý, Římané používali také jako sladidlo do vín. Právě odsud zřejmě pochází i starobylé spojení mezi olovem a římským bohem vína a úrody, Saturnem, a planetou Satum. Toto spojení přežilo dokonce Řím samotný, olovu alchymisté přezdívali „kov Saturnův“ až do 18. století. Dále se otrava olovem dodnes označuje jako saturnismus.

Octan olovnatý hrál roli i v příčině úmrtí nizozemského skladatele Ludwiga van Beethovena. Na sklonku života se léčil s otokem v dutině břišní a lékař mu tuto sůl podával jako lék proti bolesti a zánětu. Skladatel ale v té době trpěl již chronickým poškozením jater a jeho tělo léčbě brzy podlehlo.

Olovo si historicky našlo využití i při výrobě líčidel a barev – tvoří totiž různé barevné pigmenty, byly tak hojně využívány jako líčidla. Rudý oxid olovnato-olovičitý jako tvářenka, černý sulfid olovnatý jako oční linky. Nejznámějším olověným líčidlem byl ale uhličitán vápenatý pod názvem benátská běloba. Jako líčidlo královen jej zpopularizovala Alžběta I., která jej hojně využívala k zakrývání jizev po pravých neštovicích. Benátská běloba (anglicky známá jako „Spirits of Satum“) sice dokázala dočasně skrýt nedokonalosti pleti, její dlouhodobé používání mělo za následek zašednutí pokožky a oslabování zubní skloviny, což v důsledku vedlo k infekčnímu zánětu, který byl pravděpodobnou příčinou smrti této královny.



Úkol:

V textu označte 3 chybná tvrzení.

Cvičení olovo:

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | | |
|---------------|---------|----|
| 82 | vitráží | p |
| akumulátorech | | Pb |

Olovo je prvek s chemickou značnou____, podle svého latinského názvu *plumbum*, a protonovým číslem____, v tabulce ho nalezneme v bloku____ mezi nepřechodnými kovy. Bylo objeveno přibližně 3 tisíce let př.n.l. V minulosti bylo využíváno k výrobě vodovodního potrubí, barev, nebo ve středověku____ při____ výrobě skleněných____ kostelů a katedrál. V současnosti se s ním setkáme např.: v olověných____ v automobilech.

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|------------------|--|
| bromid olovnatý | |
| chroman olovnatý | |
| chlorid olovnatý | |
| oxid olovičitý | |
| síran olovnatý | |
| oxid olovnatý | |

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| |
|------------------------------------|
| PbSO ₃ |
| |
| Pb(MnO ₄) ₂ |
| |
| PbCO ₃ |
| |
| Pb(NO ₃) ₂ |
| |
| PbS |
| |
| Pb(CN) ₂ |
| |

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin olova:

| | |
|--|---|
| <p>Už jste slyšeli o zlatém dešti? Ne o tom, co kvete na zahradách na jaře, ale o tom, co Vám vykvete v baňce či kádince v laboratoři chemie, kdy budete chtít. Budete na to ale potřebovat pár roztoků. Když smícháte horký roztok dusičnanu olovnatého s roztokem jodidu draselného a směs zchladíte, budete mít zlatý déšť nejen na Velikonoce. Při téhle reakci si velmi dobře naladěné olovo k sobě vezme dva negativní jódý.</p> | <p>Chromová žluť je jméno mé, jsem sluncem umění 19. století, Monet, Cézanne, Manet, ti všichni mnou malovali, tedy když si to mohli dovolit. Drahá jsem jim byla převelice. Má slunečná barva se ale nemá ráda se skutečným svitem slunečním. Na světle tmavnu, navíc jsem na ně prý byla moc jedovatá. O to se postará můj šestimocný chróm a jeho levá ruka dvojvazné olovo. Jeho pravá ruka? Tam oxidují čtyři kyslíky.</p> |
| | |

4.3.5 Pracovní list arsen – zadání

Víte co je to utrejch?

Arsen je kov lidstvu známý již od starověku. Do obecného povědomí se tento prvek a jeho sloučeniny dostaly spíše kvůli své toxicitě než díky technologickým pokrokům, které přinesly. V přírodě se vyskytuje nejčastěji v rudách. Staří Egypťané používali slitinu mědi a arsenu při výrobě nástrojů pro stavbu Gízkých pyramid. Popularita tohoto materiálu ale klesala s příchodem bronzu, který, na rozdíl od „arsenového bronzu“, neprodukoval při výrobě oxid arsenitý, historicky známý jako *otrušík*, *arsenik* nebo *utrejch*.

Oxid arsenitý je bílý prášek bez zápachu, dobře se rozpouští ve vodě. Je velmi toxický. Otrava se projevuje podobně jako otrava kontaminovanými potravinami či cholera. Proto se stal oblíbeným jedem travičů myši i lidí. Ve francii se mu dokonce přezdívá „poudre de succession“ (volně přeloženo jako „prášek dědictví“).

Hojně se využíval v papírových mucholapkách, ze kterých se dal snadno extrahovat pouhým namočením mucholapky ve vodě. Tento fakt zmiňuje i Agatha Christie, skrze fiktivního detektiva Hercula Poirota, ve své knize Záhada na zámku Styles.



V české literatuře potom arsenik vystupuje v dramatu bratří Čapků jménem Maryša. V něm hlavní hrdinka otráví otrušikem svého nechtěného manžela. Jed mu zamíchá do kávy.

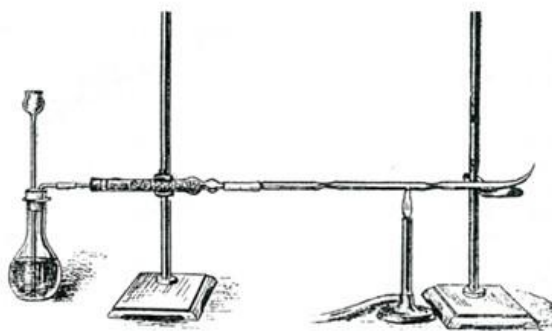
Arsen se v literatuře nevyskytoval pouze jako zápleтка, ve Viktoriánské Británii s ním člověk mohl přijít do kontaktu i při pouhé četbě. V této době bylo totiž syntetizováno několik nových, arsen obsahujících zelených pigmentů. Mezi ty se řadila Scheeleho i pařížská zeleň. Tyto barvy byly hojně využívány na barvení textilu, ze kterého se vyráběly šaty, tapety i desky knih.

Použití textilií nabarvených těmito pigmenty mělo několik výhod: odolávaly hmyzu i plísni a byly levné. Jejich fatálním problémem ale byla chronická otrava uživatele arsenem.

Arsenik byl velmi dostupným a známým jedem zvláště v Anglii první poloviny 19. století. Zde totiž kvůli množství nevysvětlitelných smrtí začínala vznikat mezi občany panika. Rostla tak poptávka po spolehlivém způsobu, jak arsen identifikovat.

Tak se stalo, že byl chemik John Marsh v roce 1832 předvolán k soudu, aby pomohl se získáváním důkazů u případu, kde pachatel údajně otrávil oběť arsenem v kávě. Marsh tento nápoj v laboratoři testoval tak, že podezřelou kávou nechal probublávat sulfan. Arsen v kávě skutečně byl, došlo k vytvoření žluté sraženiny sulfidu arsenitého, na usvědčení pachatele to ale nestačilo. Produkt reakce byl totiž natolik nestabilní, že se v roztoku rozpustil dříve, než ho Marsh stihl před soudem předvést.

V návaznosti na tento neúspěch se proto rozhodl přijít s lepším, nevyvratitelným testem pro důkaz arsenu. Tak vznikla Marshova-Liebigova zkouška. Ta je založena na redukční schopnosti nascentního (rodícího se) vodíku a probíhá následovně: do baňky se směsí kyseliny sírové a zinku, kde vzniká nascentní vodík, se přikapává vzorek podezřelý na přítomnost arsenu. Pokud arsen ve vzorku je, reaguje s vodíkem za vzniku plynného arsanu (AsH_3). Arsan je následně veden trubicí ven z baňky. V trubici je plyn filtrován a sušen. Konec trubice je zahříván kahanem, v tomto místě dochází k termickému rozkladu arsanu na vodík a elementární arsen. Ten na stěnách trubice kondenzuje a tím tvoří arsenové zrcátko.



Nákres aparatury Marshovy zkoušky

Zajímavé je také využití arsenu jako doplňku stravy pro sjednocení a projasnění tónu pleti. V podobě tabletek či oplatek byl arsen k dostání v Británii a Americe od konce 19. století až do poloviny 20. století. Ačkoliv požadovaných účinků dosáhl, nebylo to díky tomu, že by měl efekt na tvorbu pigmentu v kůži. Jasně bledého vzhledu uživatelé dosahovali, protože arsen poškozoval jejich hemoglobin (krevní barvivo bílých krvinek).

Úkol:

V textu označte 3 chybná tvrzení.

Cvičení arsen:

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | |
|------------------|----|
| insekticid | p |
| Marshova zkouška | As |

Arsen je chemický prvek se značkou____, řadí se mezi polokovy a v tabulce ho nalezneme v bloku____. Lidstvu je znám už od starověku a využití si našel především díky své toxicitě. Byl používán jako _____ v mucholapkách nebo jako jed na hlodavce. Často byl využíván i jako zbraň travičů, proto v roce 1836 přišel britský chemik John Marsh s velmi citlivým důkazem přítomnosti arsenu zvaným_____.

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|---------------------|--|
| arsenitan sodný | |
| oxid arseničný | |
| bromid arsenitý | |
| arseničnan olovnatý | |
| fluorid arsenitý | |
| síran arsenitý | |

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| |
|-----------------|
| As_2O_3 |
| |
| As_2S_3 |
| |
| H_3AsO_4 |
| |
| AsH_3 |
| |
| $Ca_3(AsO_4)_2$ |
| |
| $AsCl_3$ |
| |

Z hádaneK zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin arsenu:

| | |
|---|--|
| Není všechno zlato co se třpytí, já jsem toho neživoucím důkazem. Auripigment jméno mé. Aurík jsem jen pro své přátele. Začali mi tak říkat již staří Římané. „Auri“ jako zlato, protože mě využívali jako zlatý pigment. Středověcí alchymisté se mě snažili přetvořit na zlato skutečné. Úspěšní ale nebyli. Jediné „Au“, které ze mě dostanete bude z bolesti břicha, kdybyste mě omylem snědli. Takže moje milá zlatička, dva kusy arsenu a tři kusy síry zlato bohužel nedělají. | Jsem bezbarvý plyn se skvělými vlastnostmi. Svou česnekovou vůní upíry zaháním, a díky Johnu Marshovi pomáhám už 150 let s odhalováním otrav arsenem. Možná bych ale dokázal odhalit i ty upíry, když mě zahřejete, vykouzím Vám totiž na skle arsenové zrcátko. A pokud jste mě ještě neodhalili Vy, napovím, že jméno mé s Tarzanovým rýmuje se. A pokud stále nevíte, trojmocným arsenem a třemi vodíky můj vzorec snadno stvoříte. |
| | |

4.3.6 Pracovní list thallium – zadání

Zelený výhonek a Plavý kůň

Kdybyste se čirou náhodou ocitli v první polovině 20. století a čirou náhodou k tomu současně trpěli plísnovým onemocněním kůže, tehdejší lékaři by vám pravděpodobně předepsali mast obsahující jeden zajímavý lehký kov – thallium. Co to ale to thallium vlastně je?

Je to kovový prvek lidem známý relativně krátkou dobu. V přírodě se vyskytuje jen velmi vzácně, a to jako příměs v sulfidických rudách zinku, mědi a olova. V roce 1861 ho nezávisle na sobě objevili Brit William Crookes a Francouz Claude-Auguste Lamy. Oba ke svým analýzám použili nově vyvinutou metodu polarografie.

Prvek pojmenoval Crookes. Název je odvozen od řeckého slova „thallos“ (zelený výhonek), jasně zelená barva plamene byla totiž tím, co chemika na přítomnost tehdy neznámého prvku poprvé upozornilo. Vlastnosti thallia v té době nebyly nikomu známy. Tak se stalo, že ze zeleného výhonku časem vyrostla pěkně jedovatá květinka.

Než byla toxicita thallia v polovině 20. století jasně prokázána, uvažovalo se o jeho medicínském využití. Octan thallný byl 90. letech 19. století podáván pacientům s tuberkulózou proti nočnímu pocení. Nutno podotknout, že bez valného úspěchu. Lékaři si ale povšimli, že pacientům po něm vypadávají zuby. Thallium se proto začalo využívat při léčbě kožních plísní, nejprve jako tablety a poté v podobě mastí. Téměř polovina pacientů si však stěžovala na nepříjemné vedlejší účinky (bolesti břicha a křeče)... V organizmu se prvek váže místo draslíku, postihuje především vylučovací a nervovou soustavu.

Jedovatost thallia se do povědomí široké veřejnosti zapsala díky detektivce Plavý kůň britské spisovatelky Agathy Christie z roku 1961. Světoznámá autorka zde představuje zmíněný kov jako jed travičů – těžko odhalitelný, bez chuti a bez zápachu. Na základě svých znalostí z doby, kdy působila jako zdravotní sestra, v knize velmi přesně popisuje průběh a symptomy otravy thalliem.

V současnosti se s thalliem setkáme při výrobě některých polovodičů a supravodičů či materiálů infračervené optiky.

Úkol:

V textu označte 3 chybná tvrzení.



Cvičení thallium:

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | |
|----|----------|
| Tl | pesticid |
| p | vzácně |

Thallium je chemický prvek se značkou____, řadí se mezi kovy a v tabulce ho nalezneme v bloku____. V přírodě se thallium vyskytuje jen velmi _____ nejčastěji jako příměs v horninách. V minulosti si kvůli své toxicitě našlo využití jako_____.

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| |
|------------|
| Tl_2O_3 |
| |
| Tl_2SO_4 |
| |
| Tl_2CO_3 |
| |
| TlBr |
| |
| Tl_2O |
| |
| $TlVO_3$ |
| |

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|---------------------|--|
| síran thallitý | |
| fluorid thallný | |
| oxid thallitý | |
| sulfid thallný | |
| hydroxid thallný | |
| fosforečnan thallný | |

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin thallia:

Na chytání myší mě používali. I přesto, že v sobě síru šestkrát mocnou mám, vůni sýrů v pasti nekazím. Nijak nechutnám, nijak nevoním, ale thalliem jsem jedovatý za dva.

Šílený kloboučník: řešení

1) Dusičnan rtuťnatý je ale prakticky netoxický.

Dusičnan rtuťnatý je vysoce toxická sloučenina. Při akutní otravě dráždí sliznice očí a nosu, má také negativní dopad na trávicí soustavu a ledviny. Při chronické otravě inhalací, která nejčastěji postihovala kloboučníky, se rtuť hromadí v ledvinách, a především v centrální nervové soustavě (hlavně v mozkové kůře a mozečku).

2) Ve středověku byl však dusičnan rtuťnatý užíván jako herbicid při hubení parazitů (např. vší).

Dusičnan rtuťnatý byl využíván jako insekticid – látka určená k hubení hmyzu. Herbicid je látka určena k hubení rostlin (např. plevelů). Insekticidy a herbicidy se řadí do skupiny látek zvané pesticidy, primární funkcí těchto látek je hubení škůdců, od hmyzu či hlodavců po plísňe či houbová onemocnění, která postihují např: zemědělské plodiny. Využití těchto látek je omezováno neboť bývají jedovaté nejen pro škůdce.

3) Anglický spisovatel Lewis Carroll se tímto onemocněním dokonce nechal inspirovat, když vytvářel postavu Kloboučníka do své nejslavnější pohádkové knihy Malá Dorritka.

Anglický spisovatel Lewis Carroll se tímto onemocněním dokonce nechal inspirovat, při vytváření postavy Kloboučníka do své nejslavnější knihy Alenka v říši divů. Román Malá Dorritka napsal britský spisovatel Charles Dickens. Lewis Carroll nebylo skutečné jméno autora Alenky v říši divů, ale literární pseudonym anglického matematika a logika Charlese Lutwidge Dogsona. Postava Alenky (Alice) byla inspirována skutečnou dívkou jménem Alice Liddell.



Cvičení rtuť: řešení

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | | |
|-----------|----|----------|
| d | Hg | 80 |
| kapalnému | | stříbrné |

Rtuť je chemický prvek s protonovým číslem **80** a značkou **Hg**, která je odvozena od jejího latinského názvu *hydrargyrum*. Řadí se do skupiny přechodných kovů, v periodické tabulce prvků ji tak nalezneme v bloku **d**. Díky své **stříbrné** barvě a **kapalnému** skupenství za normálních podmínek jí alchymisté v minulosti přezdívali „tekuté stříbro“.

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin rtuti:

Jmenuji se cinabarit a jsem rudý minerál. Od starověké Kréty až po renesanci mnou mistři malovali své fresky a malby. A kdyby Vám to snad nestačilo, znal jsem i královny! Například taková Marie Antoinetta nebo Alžběta I. mě často používaly jako růž. Vám Čechům jsem také znám pod jménem rumělka. Poslední indicií, již Vám k uhodnutí mého skutečného jména nabídnu, bude že můj hrdinný atom rtuti za dva kladný je. A můj atom síry, ten záporák, dvakrát mu proto odporuje.

sulfid rtuťnatý (HgS)

Jmenuji se *kalomel*, jméno jsem dostal z řeckých slov kalos (krásný) a mélos (černý). Ta druhá část mého jména pochází z mých reakcí se sloučeninami amoniaku, černám při nich! Než jsem si našel stálé uplatnění v elektrochemii, pokoušeli se mnou lidé vyléčit všechny možné nemoci. K uhodnutí mého jména a vzorce potvrdím Vám, že rtuti dvě v sobě mám. Mají za to u mě každá jedno plus. Moje dva chlóry, ty každý jedno mínus dostaly.

chlorid rtuťný (Hg₂Cl₂)

Přečtěte si následující věty a zakroužkujte správnou možnost:

- Rtuť se řadí do skupiny tzv. **lehkých/těžkých kovů**.
- Rtuť se dlouhá léta využívala v lékařských **pláštích/teploměrech**.
- Rtuť je jediný kov, který je **kapalný/pevný** za normálních podmínek.
- Slitiny rtuti se nazývají **perly/amalgámy**.

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| HgCl ₂ | chlorid rtuťnatý |
| Hg(NO ₃) ₂ | dusičnan rtuťnatý |
| HgSO ₄ | síran rtuťnatý |
| HgS | sulfid rtuťnatý |
| HgO | oxid rtuťnatý |
| Hg ₂ Cl ₂ | chlorid rtuťný |

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|--------------------|---------------------------|
| uhlíčan rtuťnatý | HgCO₃ |
| jodid rtuťnatý | HgI₂ |
| dusitan rtuťný | HgNO₂ |
| hydroxid rtuťnatý | Hg(OH)₂ |
| siřičitan rtuťnatý | HgSO₃ |
| kyanid rtuťnatý | Hg(CN)₂ |

4.3.8 Pracovní list kadmium – řešení

Van Goghovy Slunečnice a nemoc bolí-bolí: řešení

1) Kadmium je značně toxický nekov.

Kadmium je stříbřitě lesklý, měkký a snadno tavitelný kov. Velmi dobře vede teplo i elektrický proud. Používá se při výrobě nikl-kadmiových akumulátorů či ve slitinách v pájkách. Kvůli své vysoké toxicitě je snaha o nahrazování kadmia v produktech jinými, ideálně zdravotně nezávadnými, kovy. Tabák obsahuje značné množství tohoto jedovatého kovu, který se dostává do plic jako součást cigaretového dýmu. Proto nejohroženější skupinu představují patrně kuřáci.

2) Intenzivní těžba, probíhající v období 2. světové války, měla pak za následek znečištění řeky, jejíž vodu zemědělci používali k zavlažování bramborových polí.

Voda z kontaminované řeky byla používána k zavlažování rýžových polí. V Japonsku se brambory zdaleka netěší takové oblibě jako v Evropě či v Americe. Nizozemští obchodníci sice brambory japonským obyvatelům představili již na počátku 17. století, ale jejich pěstování se zde příliš nerozšířilo. Důvodem bylo velmi teplé a vlhké klima a zejména to, že v Japonsku byla jejich hlavní konkurencí rýže.

3) Např. francouzský malíř van Gogh měl žlutý sulfid kademnatý velmiv oblibě.

Vincent van Gogh pocházel z Nizozemska. Ačkoliv Vincent van Gogh vytvořil většinu svých slavných děl ve Francii a jeho osobnost je s Francií úzce spjata, on sám zde strávil pouze necelé tři roky života. Pocházel z nizozemského města Zundert. Ve svých malbách často používal žlutou. Touto barvou byl fascinován. O Vincentu van Goghovi panuje také velmi rozšířený mýtus, že žlutou barvu pojídal – údajně, aby se cítil veseleji. Ve skutečnosti byla konzumace barev projevem jeho psychických potíží.



Cvičení kadmium: řešení

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| d | Cd | Cd ²⁺ |
|----|----|------------------|
| 48 | | akumulátorech |

Kadmium je chemický prvek s protonovým číslem **48** a značkou **Cd**. Bylo objeveno v roce 1817 lékařem Friedrichem Stromeyerem. Řadí se do skupiny přechodných prvků, v periodické tabulce se tak nachází v bloku **d**. Ve sloučeninách se kadmium nejčastěji vyskytuje jako kation **Cd²⁺**. V minulosti si našlo využití v **akumulátorech**, pigmentech a protikorozních nátěrech, kvůli jeho vysoké toxicitě se od využití kadmia ustupuje.

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| siřičitan kademnatý | CdSO₃ |
| uhličitan kademnatý | CdCO₃ |
| síran kademnatý | CdSO₄ |
| kyanid kademnatý | Cd(CN)₂ |
| chlorid kademnatý | CdCl₂ |
| dusičnan kademnatý | Cd(NO₃)₂ |

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Cd(OH) ₂ | hydroxid kademnatý |
| CdS | sulfid kademnatý |
| CdBr ₂ | bromid kademnatý |
| CdCrO ₄ | chroman kademnatý |
| Cd(NO ₂) ₂ | dusitan kademnatý |
| CdO | oxid kademnatý |

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin kadmia:

| | |
|--|---|
| Jmenuji se kadmiová žluť, objevili mě ve 40. letech devatenáctého století a od té doby se mnou malovali snad všichni známí i neznámí malíři. Od Monetových krajin, přes Van Goghovy Slunečnice a Klímtův Polibek jsem se dostala až k Vám. Jenom pozor, jsem velmi, velmi jedovatá a kademnatá. A ta moje síra? Ta je v mém vzorci největší záporák. | Já jsem také barevná sloučenina, místo žluté ale barvím červeně. Nebo spíš jsem barvil, teď už mě moc nepoužívají. Keramici mě používali jako krásnou, rudou glazuru, bohužel jsem ale velmi jedovatý. Teď mě používají jinde, jsem totiž polovodič, takže jsem se uchýtil v elektrotechnice. Jestli mi stále ještě nemůžeš přijít na jméno, napovím že jsem oxid s jedním kyslíkem a jedním kadmíem. |
| sulfid kademnatý (CdS) | oxid kademnatý (CdO) |

4.3.9 Pracovní list olovo – řešení

Kov Saturnův - řešení

1) Je snadno tavitelné, tvárné a odolné vůči korozi. V zemské kůře se navíc vyskytuje poměrně vzácně.

Olovo se v zemské kůře vyskytuje poměrně *hojně*, zvláště ve srovnání s ostatními prvky s *takto vysokými protonovým čísly*. Tento kov totiž nevzniká jen při termonukleárních reakcích v jádrech hvězd, ale také při radioaktivním rozpadu atomových jader. Olovo je konečným produktem hned tří rozpadových řad. Právě díky tomu jeho množství v zemské kůře dokonce *pozvolně narůstá*.

2) Octan olovnatý hrál roli i v příčině úmrtí nizozemského skladatele Ludwiga van Beethovena.

Ludwig van Beethoven byl *rakouský skladatel konce 18. a počátku 19. století*. Je zařazován do hnutí klasicismu a romantismu a mezi jeho nejznámější skladby patří např.: Měsíční svit, symfonie č. 5 „Osudová“ nebo Pro Elišku. Hudbě se věnoval již od útlého věku a první skladby publikoval již ve 13 letech. Jeho hudební nadání neoslabila ani postupná ztráta sluchu. Svou nejslavnější „Osudovou“ symfonii Beethoven složil, když už byl úplně hluchý.

3) Nejznámějším olověným líčidlem byl ale *uhličitán vápenatý pod názvem benátská běloba*.

Benátská běloba obsahovala uhličitán olovnatý.

Uhličitán vápenatý je bílá krystalická látka. V přírodě ji nalezneme například v podobě minerálu kalditu. Termickým rozkladem této látky a jejím následným smísením s vodou je navíc možné vytvořit bílé hašené vápno (hydroxid vápenatý), které se mimo jiné používá v nátěrech. Alžběta I. na svou pleť ale používala směs obsahující uhličitán olovnatý, v té době známý jako „Esence Saturnu“. Toto líčidlo podle dobových receptů obsahovalo *najemno rozdrčený uhličitán olovnatý, ocet a vodu*.



Cvičení olovo: řešení

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | | |
|---------------|---------|----|
| 82 | vitráží | p |
| akumulátorech | | Pb |

Olovo je prvek s chemickou značnou **Pb**, podle svého latinského názvu plumbum, a protonovým číslem **82**, v tabulce ho nalezneme v bloku **p** mezi nepřechodnými kovy. Bylo objeveno přibližně 3 tisíce let př.n.l. V minulosti bylo využíváno k výrobě vodovodního potrubí, barev, nebo ve středověku při výrobě skleněných **vitráží** kostelů a katedrál. V současnosti se s ním setkáme např.: v olověných **akumulátorech** v automobilech.

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|------------------|--------------------------|
| bromid olovnatý | PbBr₂ |
| chroman olovnatý | PbCrO₄ |
| chlorid olovnatý | PbCl₂ |
| oxid olovičitý | PbO₂ |
| síran olovnatý | PbSO₄ |
| oxid olovnatý | PbO |

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| PbSO ₃ | siřičitan olovnatý |
| Pb(MnO ₄) ₂ | manganistan olovnatý |
| PbCO ₃ | uhličitan olovnatý |
| Pb(NO ₃) ₂ | dusičnan olovnatý |
| PbS | sulfid olovnatý |
| Pb(CN) ₂ | kyanid olovnatý |

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin olova:

| | |
|---|--|
| Už jste slyšeli o zlatém dešti? Ne o tom, co kvete na zahradách na jaře, ale o tom, co Vám vykvete v baňce či kádince v laboratoři chemie, kdy budete chtít. Budete na to ale potřebovat pár roztoků. Když smícháte horký roztok dusičnanu olovnatého s roztokem jodidu draselného a směs zchladíte, budete mít zlatý dešť nejen na Velikonoce. Při téhle reakci si velmi dobře naladěné olovo k sobě vezme dva negativní jody. | Chromová žluť je jméno mé, jsem sluncem umění 19. století, Monet, Cézanne, Manet, ti všichni mnou malovali, tedy když si to mohli dovolit. Drahá jsem jim byla převelice. Má slunečná barva se ale nemá ráda se skutečným svitem slunečním. Na světle tmavnu, navíc jsem na ně prý byla moc jedovatá. O to se postará můj šestimocný chróm a jeho levá ruka dvojjazné olovo. Jeho pravá ruka? Tam oxidují čtyři kyslíky. |
| jodid olovnatý (PbI₂) | chroman olovnatý (PbCrO₄) |

4.3.10 Pracovní list arsen – řešení

Víte co je to utrejch? řešení

1) Arsen je kov lidstvu známý již od starověku.

Arsen se řadí mezi *polkovy*. V elementární formě je to kovově šedivá měkká látka, v přírodě se ale nejčastěji vyskytuje ve sloučeninách s kyslíkem, železem a sírou. V současnosti nachází uplatnění v metalurgii a při výrobě polovodičů. Mezi těžké kovy je arsen zařazován kvůli jeho biologickým účinkům.

2) V české literatuře potom arsenik vystupuje v dramatu bratří Čapků jménem Maryša.

Maryša je divadelní drama *bratří Mrštiků z roku 1894*. Děj této divadelní hry se odehrává na moravské vesnici. Hlavní hrdinka, Maryša, je dcerou bohatého sedláka a má se vdát za bohatého mlynáře Vávru. Maryša se vdávat nechce, miluje totiž jiného, po nátlaku příbuzných ale na nabídku přistoupí. Její manželství s Vávrou ale šťastné není, neboť její manžel tráví více času v hospodě nežli doma a Maryšu bije.



Maryša se bojí od Vávry odejít, aby nezpůsobila rodině hanbu. Nakonec se ale odhodlá k zoufalému činu a manžela otráví otrušikem, který zamíchá do jeho kávy.

3) ... protože arsen poškozoval jejich hemoglobin (krevní barvivo bílých krvinek).

Arsen v červených krvinkách poškozuje hemoglobin, červené krevní barvivo. Bílé krvinky barvivo neobsahují. Hemoglobin je transportní bílkovina, která hraje klíčovou roli v přenosu kyslíku z plic

do tkání a následného odvodu oxidu uhličitého z tkání zpět do plic, kde je vylučován z těla. Je to složitá molekula obsahující železnatý kation. Arsen může hemoglobin oxidovat a tím poškodit nebo dokonce úplně ničit červené krvinky.

Cvičení arsen: řešení

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | |
|------------------|----|
| insekticid | p |
| Marshova zkouška | As |

Arsen je chemický prvek se značkou **As**, řadí se mezi polokovy a v tabulce ho nalezneme v bloku **p**. Lidstvu je znám už od starověku a využití si našel především díky své toxicitě. Byl používán jako **insekticid** v mucholapkách nebo jako jed na hlodavce. Často byl využíván i jako zbraň travičů, proto v roce 1836 přišel britský chemik John Marsh s velmi citlivým důkadem přítomnosti arsenu zvaným **Marshova zkouška**.

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|---------------------|--|
| arsenitan sodný | NaAsO₂ |
| oxid arseničný | As₂O₅ |
| bromid arsenitý | AsBr₃ |
| arseničnan olovnatý | Pb₃(AsO₄)₂ |
| fluorid arsenitý | AsF₃ |
| síran arsenitý | As₂(SO₄)₃ |

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| | |
|--|---------------------------------------|
| As ₂ O ₃ | oxid arsenitý |
| As ₂ S ₃ | sulfid arsenitý |
| H ₃ AsO ₄ | kyselina trihydrogen arseničná |
| AsH ₃ | arsan |
| Ca ₃ (AsO ₄) ₂ | arseničnan vápenatý |
| AsCl ₃ | chlorid arsenitý |

Z hádanecké zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin arsenu:

| | |
|---|--|
| Není všechno zlato co se třpytí, já jsem toho neživoucím důkazem. Auripigment jméno mé. Aurík jsem jen pro své přátele. Začali mi tak říkat již staří Římané. „Auri“ jako zlato, protože mě využívali jako zlatý pigment. Středověcí alchymisté se mě snažili přetvořit na zlato skutečné. Úspěšní ale nebyli. Jediné „Au“, které ze mě dostanete bude z bolesti břicha, kdybyste mě omylem snědli. Takže moje milá zlatička, dva kusy arsenu a tři kusy síry zlato bohužel nedělají. | Jsem bezbarvý plyn se skvělými vlastnostmi. Svou česnekovou vůni upíry zaháním, a díky Johnu Marshovi pomáhám už 150 let s odhalováním otrav arsenem. Možná bych ale dokázal odhalit i ty upíry, když mě zahřejete, vykoulím Vám totiž na skle arsenové zrcátko. A pokud jste mě ještě neodhalili Vy, napovím, že jméno mé s Tarzanovým rýmuje se. A pokud stále nevíte, trojmocným arsenem a třemi vodíky můj vzorec snadno stvoříte. |
| sulfid arsenitý (As₂S₃) | arsan (AsH₃) |

4.3.11 Pracovní list thallium – řešení

Zelený výhonek a Plavý kůň: řešení

1) ... tehdejší lékaři by vám pravděpodobně předepsali mast obsahující jeden zajímavý lehký kov – thallium.

Thallium se řadí mezi kovy těžké. Termín těžké kovy se používá z několika hledisek. Z hlediska fyzikálního se jedná o kovy, které mají hustotu větší než $4,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Tento termín původně vznikl s odkazem na toxické účinky rtuti, kadmia a olova. V současnosti se k těžkým kovům zařazují i některé lehké kovy (hliník) nebo polokovy (arsen, selen), a to vzhledem k biologické aktivitě těchto prvků.

2) Oba ke svým analýzám použili nově vyvinutou metodu polarografie.

Sir William Crookes a Claude-Auguste Lamy použili k objevu thallia nově vyvinutou metodu *plamenové spektroskopie*. Základem této techniky je využití charakteristického světla emitovaného prvky při plamenových zkouškách. Polarografii objevil v roce 1922 Jaroslav Heyrovský a v roce 1959 za ni převzal Nobelovu cenu za chemii. Tato metoda je založena na studiu elektrochemických reakcí, které probíhají na rtuťové kapkové elektrodě ponořené do roztoku zkoumané látky.

3) Lékaři si ale povšimli, že pacientům po něm vypadávají zuby.

Thallium u pacientů způsobovalo vypadávání vlasů. Tento prvek se ve vlasech chemicky váže s atomy síry. Dochází proto k oslabení struktury vlasu, což vede až k jejich vypadávání. To však bylo ale žádoucím efektem při léčbě kožních onemocnění. Po vypadnutí vlasu pronikaly totiž účinné látky léků snadněji i do vlasových kořínků.



Cvičení thallium: řešení

Do textu doplňte za pomoci tabulky vynechané informace:

| | |
|----|----------|
| Tl | pesticid |
| p | vzácně |

Thallium je chemický prvek se značkou **Tl**, řadí se mezi kovy a v tabulce ho nalezneme v bloku **p**. V přírodě se thallium vyskytuje jen velmi **vzácně** z nejčastěji jako příměs v horninách. V minulosti si díky své toxicitě našlo využití jako **pesticid**.

Doplňte systematické názvy sloučenin:

| |
|---------------------------|
| Tl_2O_3 |
| oxid thallitý |
| Tl_2SO_4 |
| síran thallný |
| Tl_2CO_3 |
| uhličitan thallný |
| TlBr |
| bromid thallný |
| Tl_2O |
| oxid thallný |
| $TlVO_3$ |
| vanadičnan thallný |

Doplňte vzorce sloučenin:

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| síran thallitý | $Tl_2(SO_4)_3$ |
| fluorid thallný | TlF |
| oxid thallitý | Tl_2O_3 |
| sulfid thallný | Tl_2S |
| hydroxid thallný | Tl(OH) |
| fosforečnan thallný | Tl_3PO_4 |

Z hádanek zkuste uhodnout vzorce a systematické názvy sloučenin thallia:

Na chytání myší mě používali. I přesto, že v sobě síru šestkrát mocnou mám, vůni sýrů v pasti nekazím. Nijak nechutnám, nijak nevoním, ale thalliem jsem jedovatý za dva.

síran thallný (Tl_2SO_4)

5 Ověření v pedagogické praxi

5.1 Metodologie výzkumu

Vytvořené pracovní listy byly zamýšleny jako možnost doplnění a procvičení znalostí žáků při výuce anorganické chemie, a to konkrétně v oblasti těžkých kovů. Použitelnost pracovních listů ve školní praxi byla ověřena pomocí dotazníku, jenž se zaměřoval na získání informací o hodnotících postojích žáků k výukovému postupu, který byl založen na užití této vyučovací pomůcky.

Analyzovány byly pracovní listy na téma otrav těžkými kovy. Výzkumné otázky dotazníkového šetření byly zaměřeny na následujících 5 oblastí:

1. Obsah pracovních listů
2. Srozumitelnost zadání
3. Grafické zpracování pracovních listů
4. Použití konkrétních pracovních listů ve výuce
5. Používání pracovních listů ve výuce obecně

Žáci listy hodnotili na škále od 1 do 5 (kde 1 – nejlepší, 5 – nejhorší).

5.2 Výsledky didaktické sondy

Tato kapitola se zabývá výsledky dotazníkového šetření. Sonda se zaměřovala na didaktický přínos autorských pracovních listů a porovnávala je s používáním pracovních listů v hodinách obecně. Byl k ní použit dotazník vlastní konstrukce, viz Obr. 1: Dotazník. Kromě otázek vztahujících se k pracovním listům obsahuje ještě informace o genderu respondentů a jejich výslednou známku z předmětu chemie. Poslední dvě zmíněné položky dotazníku byly zamýšleny spíše jako orientační body pro porovnání výsledků. Nicméně byly to nakonec odpovědi na tyto výzkumné otázky, které nám umožnily náhled do aktuálního psychického rozpoložení žáků a klimatu tříd, ve kterých didaktická sonda probíhala. Právě období konce školního roku se zřejmě propadlo do výsledků tohoto dotazníku, relevance zjištění by proto neměla být přeceňována.

Vážení žáci,

Vyplňte prosím následující dotazník v návaznosti na pracovní listy na téma rtuť a kadmium, které jste v hodinách chemie vyplňovali. Dotazník je **anonymní**.

| | | | | | |
|-------|----------------|--------------|----------------------|----------------------|--|
| Jsem: | Chlapec | Dívka | Nechci uvádět | Moje známka z chemie | |
|-------|----------------|--------------|----------------------|----------------------|--|

U každé položky **zakroužkujte** známku od jedné do pěti, jako ve škole.

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Jak hodnotíš obsah pracovních listů? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš jasnost a srozumitelnost zadání? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš grafické zpracování pracovních listů? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš užití těchto konkrétních pracovních listů ve výuce? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš používání pracovních listů ve výuce obecně? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Děkujeme za vyplnění, na Vašem názoru nám záleží!

Obr. 1: Dotazník

Didaktické sondy se účastnilo celkem 72 žáků tříd 8.A, 8.B a 8.C na ZŠ Máj pod vedením Mgr. Martinové. Dotazníky ukazují, že se celkem jednalo o 40 dívek a 25 chlapců, 7 respondentů v dotazníku potom svůj gender nechtělo uvést. Tato data ovšem ne úplně souhlasí s realitou tříd 8.A, 8.B a 8.C. Po konzultaci s paní učitelkou bylo zjištěno, že všechny tři třídy (o 23, 25 a 24 žácích) jsou ve své skladbě víceméně genderově vyvážené. Výsledky dotazníkového šetření jsou shrnuty v Tab. 1: Souhrnné výsledky. Zjištění jsou dále diskutována v textu pod tabulkou.

| Známka udělena tématu | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Průměr |
|-----------------------------------|----|----|----|---|---|------------|
| Obsah pracovních listů | 13 | 34 | 15 | 5 | 5 | 2,4 |
| Srozumitelnost zadání | 9 | 28 | 24 | 4 | 7 | 2,6 |
| Grafické zpracování | 38 | 21 | 6 | 5 | 2 | 1,8 |
| Použití těchto listů ve výuce | 12 | 29 | 21 | 5 | 5 | 2,5 |
| Používání pracovních listů obecně | 28 | 20 | 12 | 8 | 4 | 2,2 |

Tab. 1: Souhrnné výsledky

Obsah pracovních listů

Výsledky didaktické sondy v této oblasti jsou prezentovány na Obr. 2: Hodnocení obsahu pracovních listů. Z celkového počtu žáků hodnotilo 34 z nich obsah pracovních listů známkou 2. Druhým nejčastějším hodnocením této oblasti byla známka 3, kterou udělilo 15 žáků. Třetím nejčastějším hodnocením byla známka 1 (13 žáků). Průměr známek z této otázky dotazníku vyšel na 2,4. Z těchto výsledků vyplývá, že ačkoliv více než polovina žáků hodnotila obsah pracovních listů pozitivně, jistě existuje potenciál k jejich úpravě takovým způsobem, aby obsah ještě více zaujal danou věkovou skupinu.



Obr. 2: Hodnocení obsahu pracovních listů

Srozumitelnost pracovních listů

Srozumitelnost pracovních listů byla převážně hodnocena známkami 2 (28 žáků) a 3 (24 žáků), viz obr. 3. Z těchto dat vyplývá, že ačkoliv polovina respondentů hodnotí srozumitelnost pracovních listů pozitivně až velmi pozitivně, druhá polovina má názor opačný. K dalšímu hodnocení této vlastnosti listů by přispěla znalost výsledné známky z chemie respondentů, rozhovor s paní učitelkou ale ukázal, že větší množství žáků nevedlo v dotazníku svou skutečnou známku. Nicméně na základě stávajících výsledků můžeme usoudit, že v této oblasti existuje prostor ke zlepšení, ať už se jedná o lepší přehlednost zadání úloh, lepší rozčlenění textu, či zjednodušení některých formulací v textech.



Obr. 4: Hodnocení srozumitelnosti pracovních listů

Grafické zpracování pracovních listů

Grafická stránka pracovních listů získala od žáků nejlepší ohodnocení ze všech zkoumaných oblastí, viz obr. 5. Nejčastější známkou byla 1 (38 žáků), druhá nejčastější potom byla známka 2 (21 žáků). Z těchto výsledků můžeme proto vyvodit, že žáci vnímali grafické zpracování listů, doplněné o tematické ilustrace, velmi pozitivně.



Obr. 5: Grafické zpracování pracovních listů

Použití autorských pracovních listů

Používání konkrétních pracovních listů ve výuce bylo žáky hodnoceno převážně jako velmi dobré (29 žáků) a dobré (21 žáků), viz obr. 6. Průměrné hodnocení této oblasti bylo také druhé nejhorší (2,5), a to v těsném závěsu po srozumitelnosti pracovních listů (2,6). Je možné, že k tomuto výsledku přispěl i fakt, že dle paní učitelky se chemie u žáků neřadí k nejoblíbenějším předmětům.



Obr. 6 Použití autorských listů ve výuce

Použití pracovních listů ve výuce obecně

Pracovní listy jako didaktický prostředek žáci hodnotili pozitivněji než autorské listy, viz obr.7. Tento výsledek je možné brát jako impuls k porovnání těchto pracovních listů s těmi tradičněji pojatými.



Obr. 7 Použití pracovních listů ve výuce obecně

Diskuse výsledků:

Autorským pracovním listům žáci majoritně udělili známky velmi dobře a dobře. Nejhoršího průměrného hodnocení dosáhly otázky týkající se srozumitelnosti a obsahu pracovních listů (2,6 a 2,5). Nejlépe potom žáci hodnotili grafickou stránku listů. Výsledky sondy byly zřejmě částečně ovlivněny jejím načasováním, tj. na závěr školního roku. V tomto období bývá problémem udržet pozornost i kázeň u žáků obecně, nabízí se proto otázka, jakým způsobem je aktivizovat právě v tomto čase. Situaci dále neusnadňuje ani fakt, že se, dle slov paní učitelky, chemie dlouhodobě neřadí k příliš oblíbeným předmětům.

Vážení žáci,
 Vyplňte prosím následující dotazník v návaznosti na pracovní listy na téma rtuť a kadmium, které jste v hodinách chemie vyplňovali. Dotazník je **anonymní**.

Jsem: Chlapec Dívka Nechci uvádět Moje známka z chemie

U každé položky **zakroužkujte** známku od jedné do pěti, jako ve škole.

| | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Jak hodnotíš obsah pracovních listů? | | | | |
| <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jak hodnotíš jasnost a srozumitelnost zadání? | | | | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jak hodnotíš grafické zpracování pracovních listů? | | | | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jak hodnotíš užití těchto konkrétních pracovních listů ve výuce? | | | | |
| <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Jak hodnotíš používání pracovních listů ve výuce obecně? | | | | |
| <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Děkujeme za vyplnění, na Vašem názoru nám záleží!

Obr. 8 Ukázka vyplněného dotazníku I

Vážení žáci,

Vyplňte prosím následující dotazník v návaznosti na pracovní listy na téma rtuť a kadmium, které jste v hodinách chemie vyplňovali. Dotazník je **anonymní**.

| | | | | | |
|-------|--|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------|---|
| Jsem: | <input checked="" type="radio"/> Chlapec | <input type="radio"/> Dívka | <input type="radio"/> Nechci uvádět | Moje známka z chemie | 7 |
|-------|--|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------|---|

U každé položky **zakroužkujte** známku od jedné do pěti, jako ve škole.

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Jak hodnotíš obsah pracovních listů? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš jasnost a srozumitelnost zadání? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš grafické zpracování pracovních listů? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš užítí těchto konkrétních pracovních listů ve výuce? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jak hodnotíš používání pracovních listů ve výuce obecně? | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Děkujeme za vyplnění, na Vašem názoru nám záleží!

SKIBIDI

Obr. 9 Ukázka vyplněného dotazníku II

Výsledky sondy ukázaly, že žáci hodnotili nejlépe grafickou stránku pracovních listů. Současná generace dětí a mladistvých je vlivem technologií silně zaměřena na zvukové a vizuální pojetí obsahu, který konzumují. Tento fakt je připisován vlivu sociálních sítí a zejména hojně užívanému formátu krátkých videí, který tato média v současnosti propagují, resp. komerční úspěch jejich obchodního modelu spočívá právě v maximální koncentraci sdělení. Zmíněná krátká doba trvání, výrazné zvukové efekty, senzacechtivost, hyperbola a poutavá, někdy až dokonce kýčovitá, vizuální stránka, často nabízí sledování několika videí najednou (tzv. sludge videa). U žáků může tento formát vést až k vytvoření návyku na jakýsi multi-tasking, a v důsledku pak snižovat jejich schopnost soustředění a trpělivost, které jsou nezbytné pro úspěšné řešení delších úkolů. Ačkoliv u papírových pracovních listů není možné přímo využít vlastnosti těchto videí, nabízí se možnost propojení listů s audiovizuálním obsahem. Zároveň by bylo zajímavé prozkoumat, jakým způsobem mohou grafické prvky ovlivnit pozornost a zájem žáků.

Další možností je přizpůsobovat obsah pracovních listů samotných (internetovým) trendům či memům, které jsou populární v cílové věkové skupině. V tomto případě je ale potřeba přihlídnout k neustále měnícímu se prostředí internetu, tento přístup tak riskuje, že vytvořené materiály jsou pak aplikovatelné pouze velmi krátkou dobu, či úplně nesrozumitelné lidem mimo zamýšlenou cílovou skupinu. Zároveň je také nutné brát v potaz dlouhodobý trend internetové kultury mladistvých, která často zahrnuje vyjmutí částí obsahu z hlubšího kontextu a jeho přeměnu na absurdní až vulgární videa. Na tento typ internetového memu odkazuje i slovo „skibidi“, viz obr. 9.

Závěr

Pracovní listy, jejichž zpracování bylo předmětem této práce, představují vybrané těžké kovy v kulturním a historickém kontextu a z hlediska metodologické konstrukce vzdělávacího procesu slouží jako aktivizační metoda výuky. Důraz byl záměrně kladen na propojení problematiky těžkých kovů s ostatními výukovými oblastmi. Žákům je tak názorně demonstrována provázanost pojmů, a z ní plynoucí logika implikací.

Zařazení širší škály typologicky odlišných úloh o různé náročnosti umožňuje nejen procvičování probrané látky, ale skýtá také potenciál pro relativně snadné rozšíření či modifikaci učebního obsahu.

Pedagogickým záměrem byla snaha poskytnout žákům tvůrčí prostor pro nácvik a uplatnění konstrukce vlastních strategií pro lepší porozumění textu na základě předchozích znalostí a zkušeností a zároveň ke kritickému uvažování o něm.

Navržený vzdělávací postup by tak měl nejen přispívat k upevňování probíraného učiva, ale také žáky motivovat k zamyšlení se nad získanými poznatky, jejich interpretací a sdílením, a to ve školním i mimoškolním prostředí.

Autorské pracovní listy jsou k dispozici volně ke stažení na stránkách:

<https://www.byiva.art/>

Seznam použité literatury

ALTMANOVÁ, Jitka, FALTÝN, Jaroslav; NEMČÍKOVÁ, Katarína a ZELENDOVÁ, Eva (ed.). *Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*. V Praze: Výzkumný ústav pedagogický, 2010. ISBN 978-80-87000-41-0.

ANDERSON, L. W., KRATHWOHL, D. R., et al. *Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing, A: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. 1st ed. Pearson, 2000. Complete Edition. ISBN 9780321084057.

BĚLECKÝ, Zdeněk. *Klíčové kompetence v základním vzdělávání*. V Praze: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. ISBN 978-80-87000-07-6.

FRYČ, Jindřich; MATUŠKOVÁ, Zuzana; KATZOVÁ, Pavla; KOVÁŘ, Karel; BERAN, Jaromír et al. *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2020. ISBN 978-80-87601-46-4.

HORÁK, Josef; LINHART, Igor a KLUSOŇ, Petr. *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky*. Praha: VŠCHT, 2004. ISBN 978-80-7080-548-0.

HUDECOVÁ, Dagmar. Revize Bloomovy taxonomie edukačních cílů. *Pedagogika*. 2004, roč. 54, č. 3, s. 274-283. ISSN: 0031-3815

JEŘÁBEK, J., TUPÝ, J. (2017): *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický [online]. [cit. 26. 4. 2024].

KALÁČ, Pavel. *Chemie životního prostředí*. 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010. ISBN 978-80-7394-232-8.

KOUBEK, Petr, 2012. Metodická doporučení pro rozvíjení čtenářské gramotnosti. MŠMT. *Metodický portál* [online]. [cit. 26. 4. 2024].

MAŇÁK, Josef. *Nárys didaktiky*. 3. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2003. ISBN 80-210-3123-9.

MCGACHY, Lenka; TOMÁŠOVÁ, Pavla a ROŠKOVÁ, Zuzana. *Toxikologie a ekotoxikologie I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2021. ISBN 978-80-7592-097-3.

PAVELKOVÁ, Jaroslava, KNAIFL, Oldřich a PREUSS, Karel. Funkční a finanční gramotnost. *Speciální pedagogika*, 2012, 22(2), s. 108-119. ISSN 1211-2720.

RAMBOUSEK, Vladimír. *Materiální didaktické prostředky*. V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2014. ISBN 978-80-7290-664-2.

SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Pedagogika (Grada). Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1821-7.

STRAKOVÁ, Jana. *Vědomosti a dovednosti pro život: čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost patnáctiletých žáků v zemích OECD*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2002. ISBN 80-211-0411-2.

VOKÁČ, Petr a Jaroslava ZELENÁ. *Školský zákon: zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání*. 6., přepracované vydání. Třinec: Resk, spol. s r.o., 2016, 356 s. ISBN 978-80-87675-13-7.
