

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

**Přírodovědecká fakulta**



**CHEMICKÉ PRVKY V KOSTCE**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vypracovala: Magdalena Pařízková

Studijní program: Chemie pro víceoborové studium

Studijní odbor: Chemie-Biologie

Pracoviště: Katedra anorganické chemie

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Peter Antal, Ph.D.

Olomouc 2019

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Chemické prvky v kostce* vypracovala samostatně podle pokynů vedoucího práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci 20. 4. 2019

Magdalena Pařízková

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat mému vedoucímu práce Mgr. Petrovi Antalovi, PhD. za jeho cenné rady, informace, nápady a zdroje na literaturu. Velmi si vážím jeho ochoty v této bakalářské práci. Chtěla bych ocenit jeho velkou trpělivost a obětavost při opravování textu, a času, který mi dal při konzultacích. Děkuju také mnohokrát za jeho čas, který se mnou strávil v laboratoři. Velmi si vážím jeho ochoty mi poradit, vysvětlit nejasnosti a také zjistit spoustu zajímavých informací z oblasti chemie.

## **BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE**

**Jméno a příjmení autora:** Magdalena Pařízková

**Název práce:** Chemické prvky v kostce

**Typ práce:** bakalářská

**Pracoviště:** Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

**Vedoucí práce:** Mgr. Peter Antal, PhD.

**Rok obhajoby:** 2019

**Abstrakt:** Chemie patří k náročnějším předmětům ve výuce, protože si vyžaduje osvojení si velkého množství informací a následně schopnost aplikovat tyto vědomosti. Žáci a studenti sice na hodinách chemie nabydou vědomosti, ty jsou však pro ně často jenom abstraktní pojmy (poučky, rovnice). Je proto důležité hledat možnosti, jak žáky a studenty nejen zaujmout, ale i názorně demonstrovat jednotlivé vědomosti (vlastnosti chemických látek a jejich reaktivita). Nejlepší formou je osobní zkušenost. Předložená bakalářská práce si proto položila za cíl vytvoření názorných pomůcek k výuce chemie na téma chemických prvků. V teoretické části práce jsou objasněny základní pojmy didaktiky, problematiky výuky chemie a potřeba názorných pomůcek ve výuce, která vzbudí zájem žáků a studentů. Stručně je popsán vznik periodické tabulky a vlastnosti vybraných prvků (prvky IV. hlavní skupiny). Předmětem praktické části bylo vytvoření zajímavých a bezpečných exponátů vybraných chemických prvků a vytvoření doplňkových informací v podobě tabulek obsahujících nejen základní informace (objev, výskyt, získávání a využití), ale i zajímavosti spojeny s danými prvky.

**Klíčová slova:** didaktika, historie chemických prvků, periodická tabulka, uhlík, křemík, germanium, cín, olovo

**Počet stran:** 38

**Počet příloh:** 1

**Jazyk:** český

## **BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION**

**Author's name and surname:** Magdalena Pařízková

**Title:** Chemical elements in a nutshell

**Type of thesis:** bachelor

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

**Supervisor:** Mgr. Peter Antal, Ph.D.

**The year of presentation:** 2019

**Abstract:** High amount of necessary information and importance of their application into studying process has made Chemistry one of the most difficult school subject. However, knowledges acquired in elementary and high schools has very often just abstract nature. The teacher has to not only capture students attention but also correctly demonstrate the subject matter (qualities and reactivity of chemical elements). The best way to teach this to pupils and students is personal experience. The production of education tools for teaching of chemical elements topic is the main aim of the bachelor thesis. The bachelor thesis comprised from theoretical and practical parts. Theoretical part consists of definitions of basic concepts of didactics, chemistry education and characteristic of selected elements (carbon group). Education tools designed in our thesis should attract attention of students and help them gain real experience with selected chemical elements. Theoretical part focuses on periodic table and characterisation of selected elements. Development of interesting and safe samples of chemical elements and tables with additional informations about selected elements was main part of practical part. Tables contained basic information (discovery, occurrence, production and usage) and interesting facts about elements. This way we were able to create education tool which can provide the realistic experience with different chemical elements to elementary and high school students.

**Key words:** didactics, history of chemical elements, periodic table, carbon, silicon, germanium, tin, lead

**Number of pages:** 38

**Number of appendices:** 1

**Language:** Czech

# OBSAH

1	Teoretická část .....	8
1.1	Didaktika .....	8
1.1.1	Didaktika.....	8
1.1.2	Vzdělávání a učení.....	8
1.1.3	Struktura výukových cílů a učebních úloh.....	8
1.1.4	Práce učitele s učebními úlohami .....	9
1.1.5	Didaktické prostředky .....	10
1.1.6	Učební pomůcky.....	11
1.1.7	Didaktické zásady v chemii.....	11
1.1.8	Učebnice .....	12
1.2	Chemické prvky.....	13
1.2.1	Historie prvků .....	13
1.2.2	Soustava prvků .....	14
1.2.3	Vybrané prvky z periodické soustavy prvků.....	16
2	Cíle práce.....	29
3	Praktická část.....	30
3.1	Použité chemikálie a pomůcky .....	30
3.2	Postup přípravy kostek .....	31
3.2.1	Postup přípravy-Typ A.....	31
3.2.2	Postup přípravy-Typ B .....	32
3.2.3	Povrchová úprava:.....	32
3.3	Tabulková příloha .....	33
4	Diskuze .....	34
5	Závěr .....	36
6	Seznam použité literatury .....	37

# ÚVOD

Stěžejním tématem bakalářské práce Chemické prvky v kostce je zaměření na vybrané prvky z periodické soustavy prvků. Tato práce by měla žákům pomoci k lepšímu pochopení učiva, k zjednodušení a propojení souvislostí. Žáci si vytvoří díky novým prvkům znalosti učiva chemie a propojí je i s ostatními přírodovědnými vědami. Využití nově vytvořených kostek ve výuce podporuje myšlenku škola hrou.

Chemie je věda každodenního života, věda o hmotě, jež tvoří celý náš svět. Předmět chemie patří stále mezi nejméně oblíbené předměty, kde převládá pouze pasivní předávání učiva žákům. Ve škole chybí názorné pomůcky, laboratorní praxe, obrázky, které pomáhají žákům a studentům zorientovat se v těžké látce. V učebnicích se často nachází pouze text, chybí tam různé grafy, doplňující poznámky, které by žákům pomohly se naučit všechno nazpaměť. Tato práce se zabývá tím, jak zvýšit motivaci žáků ke studiu chemie. Jednou z možností je vytvoření vzorků prvků, které budou názorné, bezpečné a dokáží zprostředkovat učivo netradiční a zajímavou formou. Takové učební pomůcky by pomohly žákům a studentům si uvědomit, že chemické prvky se vyskytují všude okolo nás, zasahují nám každý den do života a bez nich bychom se jen stěžili obešli.

Hlavními cíli předložené bakalářské práce je seznámení žáků a studentů s vybranými chemickými prvky prostřednictvím zajímavých a bezpečných vzorků ve formě epoxidových kostek a tabulek obsahujících stručné informace o jejich objevu, přípravě, výrobě a využití.

# 1 Teoretická část

## 1.1 Didaktika

### 1.1.1 Didaktika

Pojem didaktika pochází z řeckého slova „*didaskein*“, což znamená učit nebo vyučovat. Jako první použil slovo didaktický v 17. století W. Ratke. J. A. Komenský chápal didaktiku jako všeobecné umění, jak naučit všechny všechno. Obecnou didaktiku vymezujeme jako teorii vzdělávání a vyučování. Zaobírá se problematikou vzdělávacích obsahů, charakterizuje činnost učitele a žáků (vyučování-činnost učitele, učení-činnost žáků).

Obecná didaktika je samostatná disciplína, ale nelze ji oddělovat od ostatních součástí pedagogiky, souvisí s obecnou pedagogikou, dějinami pedagogiky, sociologií výchovy, speciální pedagogikou. Využívá dále poznatky z řady dalších disciplín – biologie, antropologie, sociologie, etiky a dalších.

Existuje řada didaktických teorií, které se snaží vzdělávací procesy popisovat a vysvětlovat. V každé můžeme najít racionální a v praxi použitelné prvky. Výsledné pojetí výuky záleží na našich zkušenostech. Naše pedagogika má spíše technologický přístup, který chápe vyučování jako systém, v němž dochází k interakci mezi jeho základními prvky – žákem, učitelem a učivem.<sup>1</sup>

### 1.1.2 Vzdělávání a učení

Vzdělávání je složitý proces, při kterém se určitý subjekt učí za přítomnosti určitého přímého nebo zprostředkovaného působení jiného subjektu, který učí. V literatuře se tyto dva subjekty označují jako edukátor (osoba vzdělavatele) a edukant (učící se subjekt). V současném moderním světě si edukátor jen ztěžka vystačí pouze s verbální komunikací. Většina z nich by se neobešla bez učebních pomůcek. Myšlenka používání pomůcek se využívala již dříve, a to především myšlenkami J. A. Komenského či F. Bacona.<sup>2</sup>

### 1.1.3 Struktura výukových cílů a učebních úloh

Výukový cíl patří mezi nejzákladnější stavební prvky obecné didaktiky. Jedná se o představu kvalitativních a kvantitativních změn u jednotlivých žáků v oblasti kognitivní, afektivní a psychomotorické. Této představě má být dosaženo v určitém čase v procesu výuky. Cíl se vlastně formuluje úlohou, kterou má žák splnit.



Nejdůležitější činností je příprava učitele na výuku. Jedná se o činnost, která formuluje výukové cíle, vybírá vhodné učební úlohy, obsahy, promýšlí metody. Když si učitel uvědomí, čeho má být ve výuce dosaženo, může smysluplně rozhodnout o obsahu učiva, metodických postupech, organizačních formách apod.

Stanovení jednoznačných cílů je předpokladem objektivního hodnocení výsledků výuky. Žáka může významně ovlivňovat znalost výukového cíle. Na základě znalosti těchto cílů si může žák sám ověřovat dosaženou úroveň poznání a může svoje učení řídit.

Výukové cíle mají čtyři vlastnosti:

- Komplexnost – Zahrnuje změny v oblasti osobnosti člověka v oblasti vzdělávací, postoje a výcvikové. Cíle vzdělávací určují, co a jak se má naučit, zde stačí pouhá reprodukce určité definice, rovnice, zákona. Při promýšlení postojových cílů učitel uvažuje, jak může téma ovlivnit postoje žáků. Žáci zde zavádí prostor pro sdělení svých informací a myšlenek. Ve výcvikových cílech se má žák naučit, jak pracovat s přístrojem, v cizích jazycích napsat větu.
- Konzistentnost – Tímto pojmem se vyjadřuje vnitřní vazba cílů, lze si ji představit jako pyramidu, v níž jsou cíle uspořádány od základních po konkrétní. Pro práci učitele je velmi důležité zachovat konzistentnost mezi cíli jednotlivých vyučovacích hodin a cíli tematických celků. Učitel přizpůsobuje cíle k úrovni třídy. Někdy pracuje s jedním cílem, který bude postupně plnit ve dvou i třech vyučovacích hodinách, jindy bude mít formulováno na jednu vyučovací hodinu několik cílů.
- Kontrolovatelnost – Formulace výukových cílů by měly obsahovat požadovaný výkon žáků, podmínky, za kterých má být výkon realizován a normu výkonu. Požadovaný výkon je nezbytným vymezením. Používáme k tomu aktivní slovesa (nakreslit, definovat, vypočítat, zapsat), např. žáci by měli být schopni definovat Mendělejevův zákon.
- Přiměřenost – přiměřenost nám udává, aby cíle byly náročné, ale současně splnitelné. Učitel musí vycházet z toho, že každý žák má jiné mentální, afektivní a psychomotorické úrovně.<sup>1</sup>

#### 1.1.4 Práce učitele s učebními úlohami

Za učební úlohu řadíme širokou škálu všech učebních zadání od nejjednodušších úloh vyžadující pouhou pamětní reprodukci až po složité úlohy vyžadující tvořivé myšlení. Učební

úlohy, tj. nejrůznější otázky, příklady, cvičení, atd. jsou jednou z nezbytných součástí každé vyučovací hodiny.<sup>3</sup>

Učební úlohy by měly mít tato pravidla:

- učební úloha musí obsahovat správný poměr faktů a zobecnění,
- maximum poznávacích úloh se musí soustředit na nejdůležitější učivo,
- soubor musí obsahovat úlohy, které vyžadují myšlenkovou činnost, úlohy musí být přiměřené, aby je žáci mohli splnit,
- soubor musí obsahovat úlohy vhodné pro osvojení nových poznatků, pro domácí přípravu a pro zkoušení,
- musí obsahovat úlohy, které jsou zadávány ústně i písemně,
- úlohy musí dávat žákovi šanci na úspěch.

Z pozorování učitelů je ale praxe taková:

- učební úlohy jsou převážně umístěovány na konci tématu, hodiny,
- většina úloh má podobu jednoduchých jednovětvých výroků – dotazů, pokynů,
- při tvorbě úloh převažuje intuice,
- na mnoho úloh je možno odpovídat jen jedním slovem – nerozvíjí se komunikativní dovednosti žáků.

### 1.1.5 Didaktické prostředky

Definice didaktických prostředků: „Jsou to všechny předměty a jevy sloužící k dosažení vytyčených cílů. Prostředky v širokém smyslu zahrnují vše, co vede splnění výchovně vzdělávacích cíl. Zajišťují, podmiňují a zefektivňují průběh vyučovacího procesu. Didaktické prostředky jsou veškeré materiální a nemateriální prostředky využívané vyučovacím procesem.“<sup>4</sup>

Didaktický prostředek nemá ustálený obsah, je u něj možné sledovat terminologické nesrovnalosti. Jednou z možností lze chápat didaktické prostředky jako pomůcky, které má učitel k dispozici, aby dosáhl určitých cílů. Jedná se tedy o nástroje, díky nimž může učitel usměrňovat, řídit a regulovat výukový proces. Didaktické prostředky můžeme rozdělit do dvou kategorií. Mezi první tzv. materiální prostředky řadíme organizační formy, vyučovací metody a didaktické zásady. Do druhé kategorie tzv. materiálních prostředků patří učební pomůcky, didaktická technika, učebny a jejich vybavení.<sup>1</sup>

Didaktické prostředky jsou klasifikovány podle různých kategorií. Jako příklad nám slouží rozdělení didaktických prostředků podle Mojžíra Stojana, kam patří:

- výchovné instituce, prostory a budovy určené pro vyučovací a výchovnou činnost,
- učebny všech druhů – laboratoře, tělocvičny, zoologické zahrady, archívy,
- technické vybavení – židle, tabule, stoly, skříně,
- obecná didaktická technika – projektory, videa, počítače,
- speciální didaktická technika – mikroskopy, dalekohledy,
- pomůcky demonstrační – výrobky, obrazy, modely, herbáře, preparáty, fotografie,
- pomůcky procvičovací – souprava pro laboratorní práci, skládky, učebnice, skripta.<sup>5</sup>

### 1.1.6 Učební pomůcky

Definice učebních pomůcek: „Učební pomůcka je předmět či myšlenka, která zprostředkovává realitu, napomáhá větší názornosti a slouží k lepšímu vysvětlení probírané látky.“<sup>2</sup>

Učební pomůcky jsou velmi důležitou součástí vyučování. Díky pomůckám si můžeme osvojit dovednosti a získané znalosti. Díky učebním pomůckám můžeme dosáhnout vzdělávacích cílů. Problémem je, že se pomůcky někdy nevyužívají správně, a tak může docházet ke kontraproduktivitě. Byly vytvořeny modely edukačního procesu. Jedním z vytvořených komplexů je komplex od Josefa Maňáka, který poukazuje na to, že učební pomůcky byly dříve používány jen jako fakultativní doplněk edukace, a ne jako její důležitá součást. Dále upozorňuje na to, že dříve se uvažovaly jen tři složky a to: edukátor, edukant a obsah. Dnes se edukace vyznačuje čtyřmi částmi. Mezi tři hlavní, které jsme již zmínily, se dále řadí didaktické prostředky, tj. učební pomůcky a didaktická technika.<sup>1</sup>

### 1.1.7 Didaktické zásady v chemii

Aby dostály vhodně zvolené metody svého uplatnění, musí být dodrženo určitých didaktických zásad, které napomáhají zvýšit efektivitu a účinnost. Didaktické zásady jsou tedy obecné doporučení pro učitele, které by měly být respektovány.<sup>6</sup>

Dělení didaktických zásad podle Duška (2000):

- Zásada vědeckosti – chemie je přírodovědná disciplína, která má svoje zdroje poznatků a zákonitostí. U žáků by proto mělo dojít k rozšiřování učiva, vést je k pochopení základních vlastností. Chemie je otevřená novým informacím, a tak by tento předmět neměl být uzavřený osnovami či obsahem učebnice.

- Zásada soustavnosti – hlavní rolí je navazování nových poznatků, které se opírají o ty staré. Jedná se o prohlubování poznatků, propojení více pojmů (např. pojmová mapa). Učitel definuje pojmy a úkolem žáka je tyto pojmy spojit stručným údajem.
- Zásada spojení teorie s praxí – U žáka je důležité aplikovat poznatky do praxe. Propojení nám dává zpětnou vazbu k učivu. Příkladem nám může být vzorec, který se naučíme a pomocí něj vyřešíme konkrétní úkol.
- Zásada přiměřenosti – přiměřenost se týká obsahu učiva, vyučovacích prostředků ale hlavně schopnosti žáka, ke kterému přistupujeme s ohledem na jeho věk. Zásada přiměřenosti je velmi obtížnou zásadou, a proto bychom k ní měli přistupovat s individuálními požadavky.
- Zásada uvědomělosti – tato zásada by měla vytvořit vztah mezi žákem a obsahem výuky. Učitel chemie by měl mít pozitivní vztah k přírodovědným předmětům.<sup>7</sup>
- Zásada názornosti – cílem této zásady je přímý styk s jevy, látkami, procesy, např. zapamatování si pachu chemikálie, modely prvků.
- Zásada aktivity – u této zásady se vyžaduje aktivní spolupráce žáků. Fyzickou aktivitou myslíme psaní, podtrhávání. Výsledkem je hotová práce, např. zápis žáka.
- Zásada trvalosti – Zásada se vztahuje na výsledek odvedené práce. Slouží nám k uchování informací a použití v jiné látce.
- Zásada individuálního přístupu k žákům – tato zásada je smyslem pro rozvoj osobnosti. Pro učitele je to velmi náročný úkol reagovat na individuální potřeby žáků.

### 1.1.8 Učebnice

Učebnice je základní edukační medium a plní důležité funkce vzdělávání. V základním vzdělávání školy půjčují knihy žákům a tím udržují tradici jejího využívání. V současné době právě učebnice chemie byly analyzovány zejména proto, aby došlo k neustálému zdokonalování a aktualizování. Učebnice jsou hodnoceny podle metodického zpracování učiva, obsahu a prezentace učiva, přístupnosti a srozumitelnosti textu, orientace v učebnici apod.<sup>8</sup>

Učebnice je velmi důležitý prvek, protože se dále projevuje v zájmu žáka a jeho dalšího studia. V dnešní době, kdy jsou horší výsledky žáků v mezinárodních testováních interpretovány jejich snižující se schopností číst, to znamená velkou obtížnost a omezení textu učebnice.<sup>9</sup>

Existují různé metody analýzy učebnic, a však pro tuhle práci není důležité se zabírat jednotlivými metodami. Učebnicím, které jsou v souladu s cíli vzdělávání stanovenými školským zákonem, vzdělávacími programy a právními předpisy, uděluje Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy ČR tzv. schvalovací doložku. Seznam učebnice a učebních textů opatřených schvalovací doložkou je zveřejněn na internetových stránkách ministerstva ([www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)).<sup>10</sup>

## 1.2 Chemické prvky

### 1.2.1 Historie prvků

Z chemických prvků je vystaven celý svět a my sami jsme jen výjimkou, že v našem těle se některé látky vyskytují buď jen v mizivém množství nebo vůbec. Fascinující myšlenka, že rozmanitost přírody, která nás obklopuje, vznikla jen z mála stavebních kamenů se vyskytla poměrně brzy a nahradila starší domněnku, která říkala, že svět vznikl z jediné prahmoty. S touto myšlenkou se setkáváme v indických vědách pocházející z 12. stol. př. n. l. Tato myšlenka však padla. Kolem roku 50. n. l. Římané vytvořili kolem stavebních kamenů náhodná písmena L, M, N. Chtěli tím zdůraznit rozmanitost látek. Podle dnešních představ jsou prvky spíše stavebními kameny, které nás obklopují každý den.<sup>11</sup>

Prvky jsou si výrazně podobné a příbuzné, ale v mnohém se zcela liší. Každá doba měla mezi prvky svého oblíbence. V pravěku a raném starověku to byly kovy, ve středověku antimon a fosfor a v počátcích moderní chemie figuroval kyslík. Význam a úloha jednotlivých prvků závisí hlavně na vývoji výrobních prostředků. S chemickými prvky jsou rovněž spojena mnohá jména, která dala vznikl jejich názvu (např. mendelevium, gadolinium).<sup>11</sup>

Kolem 5. století př. n. l se ve starověkém Řecku objevily nové způsoby přemýšlení o světě a přírodě. Ve starověku se využívala měď, zlato, stříbro, cín, olovo, železo atd. ale nikdo nevěděl, že se jedná o jednotlivé prvky. Jedním z prvních, kdo hledal přirozená vysvětlení místo aby připisoval přírodní jevy bohům, byl Thalés z Milétu. Identifikoval vodu jako jedním ze základních prvků, z níž je složena veškerá hmota. Thaleta následoval jeho žák Anaximénes, který tvrdil, že základním elementem je vzduch, který se může měnit na vodu, oheň a ostatní formy hmoty. Proti této teorii se ohradil Hérakleitos z Efezu, který prohlásil nejdůležitějším prvkem oheň. Nakonec přišel Empedoklés s teorií, že existují čtyři základní elementy – voda, oheň, země a vzduch. Tuto teorii pozdvihl Aristoteles a tento model se stal na více než 2000 let uznávaným standardem.<sup>12</sup>

A však velký pokrok, co se týče chemie učinil Aristoteles. Aristoteles byl pokládán za nejvyšší autoritu přírodních věd. Přijal čtyři Empedoklovy elementy a přidal pátý (éter). Podle Aristotela elementy vysvětlují celý hmotný svět. Země je těžší než vzduch, a proto látky s vyšším podílem elementů země přirozeně padají, dokud nebudou níže než látky vzdušné. Aristoteles si popletl vlastnosti s veličinami, a protože jeho premisy vycházely z této základní chyby, byly jeho závěry nesprávné.<sup>12</sup>

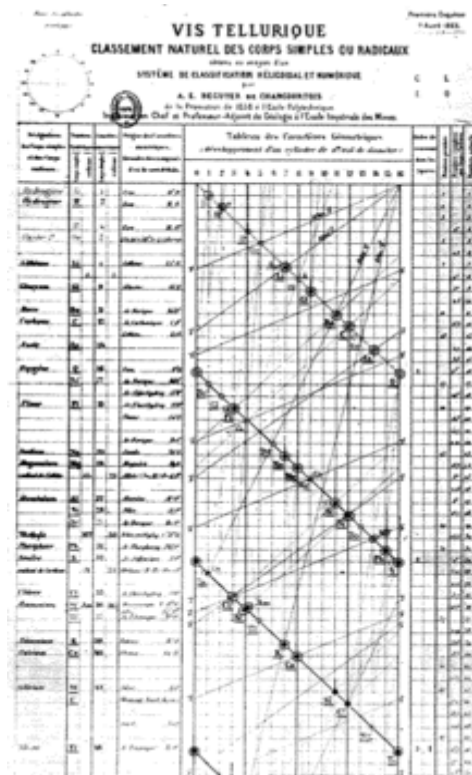
Jak do Evropy proudila antická vzdělanost, stala se alchymie hlavním zájmem pro ty, kteří chtěli pochopit hlavní mechanismy vesmíru. Alchymisté si mysleli, že provádí přeměnu jednoho prvku v jiný. V praxi ale prováděli procesy, při nichž vznikaly nebo zanikaly sloučeniny. Alchymie se může chápat na více způsobů, a však největším cílem byla transmutace prvků na zlato – toho chtěli alchymisté dosáhnout pomocí „kamene mudrců“. Filozofie, která se zabírala alchymií, byla v podstatě totožná s vírou, která nabádala ke zkoumání přírody pomocí experimentů, umožnit lidem objevit tajemství přírody. Další látkou, kterou se zabírali alchymisté bylo naleznout elixír života. Díky této snaze a mnoho významným objevům se podařilo rozšířit řadu chemikálií a zvětšit sadu nástrojů. Například neznámému autorovi se pomocí experimentů podařilo objevit kyselinu sírovou a *aqua fortis* (kyselina dusičná), což je považováno za nejvýznamnější pokrok v chemii. Pátrání po elixíru života, látce, která měla léčit všechny nemoci, mezitím vedlo k důležitým pokrokům ve farmakologii. Příkladem jsou Paracelsovy objevy. Paracelsus věděl, že určité chemikálie mají určité účinky a hlavní bylo, že účinky jsou závislé na dávce. Právě on začal léčit syfilis rtutí a namíchal *laudanum* – obecný prostředek proti bolesti. Zformuloval novou teorii hmoty, kde tvrdil, že základními látkami je síra, rtuť a sůl, které představují hořkost, kapalnost a pevnost. Dalším důležitým objevem středověkých alchymistů byl čistý líh. Arnoldus Villanovanus destiloval víno a získal živou vodu – čistý líh, který napomohl chemii jako důležité rozpouštědlo pro látky nerozpustné ve vodě.<sup>12</sup>

### 1.2.2 Soustava prvků

Vývoj anorganické chemie a hledání prvků dosáhlo vrcholu, když byla vytvořena periodická tabulka, která spojila všechny objevy a vytvořila tak celek. Periodická soustava prvků obsahuje ve své současné podobě 118 prvků.<sup>11</sup>

Periodická tabulka byla vytvořena ruským chemikem Dmitrijem Mendělejevem, a však tomu napomohli tři předchůdci. Prvním z nich byl německý chemik Johann Wolfgang Döbereiner, který si všiml, že prvek brom má vlastnosti příbuzné prvkům chloru a jodu, ale

také atomovou hmotnost, která byla uprostřed těchto dvou prvků. Poté objevil zákon triád (např. síra, selen, tellur), avšak tohle platilo jen pro 9 z 54 dosud objevených prvků, a tak to nikoho nezaujalo. Druhým z nich byl francouzský geolog Alexandre-Emile Beguyer de Chancourtouis, který sestavil prvky podle jejich atomových hmotností a odhalil vzor, který nazval „tellurový šroub“ (obr. č. 1).



Obr. č. 1: Znázornění jednoho z prvních konceptů uspořádání chemických prvků tzv. tellurového šroubu podle A. E. B. de Chancourtoise. (Levy, 2012)<sup>12</sup>

Na tellurovém šroubu byly vyneseny atomové hmotnosti. Když se postupovalo směrem dolů, prvky byly uspořádány podle stejných vlastností v souladu s periodou 16 jednotek. Když však de Chancourtoise publikoval tento článek, časopis zapomněl vytisknout i vysvětlující graf. Pro čtenáře bylo nemožné tento způsob pochopit, a tak tento objev zůstal nepovšimnutý. Později John Newlands uspořádal vzestupně prvky podle atomové hmotnosti, a to do svislých sloupců, kde v každém sloupci bylo sedm prvků. Newlands se zajímal o hudbu a svůj zákon pojmenoval jako zákon oktáv: „*osmý prvek počínaje prvkem daným, je cosi jako opakování prvního, jako osmá nota v hudební oktávě.*“ Když Newlands prezentoval svoji teorii, čtenáři našli ve schématu řadu děr, kde se jakékoli vzory ztrácely, to způsobilo, že ani tento koncept neuspěl.<sup>12</sup>

V roce 1869 přišel Mendělejev s nápadem, jak uspořádat chemické prvky, aby tvořily celek. Mendělejev navrhl tabulku, v níž prvky byly seřazeny do sloupců podle klesající atomové hmotnosti. Každý řádek obsahoval podobné vlastnosti. Mendělejev se musel potýkat s omezeními, musel změnit pořadí některých prvků, ale díky porušení některých pravidel dokázal předpovědět, které atomy byly určeny nesprávně a dále objevil existenci dosud neznámých prvků. Mendělejev předpověděl existenci eka-hliníku a eka-křemíku, a však uběhlo několik let a nikdo neohlásil objev něčeho jiného. Paul-Emilé Lecoq de Boisbaudran se rozhodl, že chybějící prvek najde. Lecoq věděl, že eka-hliník má pravděpodobně atomovou hmotnost 68 a dospěl k závěru, že s největší pravděpodobností se nový prvek bude vyskytovat v nějaké rudě zinku. Nakonec uspěl a nový prvek se mu podařilo identifikovat spektrometricky. Když Lecoq stanovoval základní fyzikálně-chemické vlastnosti nového prvku zjistil, že hustota  $4,9 \text{ g/cm}^3$  neodpovídá Mendělejevově předpovědi  $6,0 \text{ g/cm}^3$ . Mendělejev natolik věřil své teorii, že Lecoqovi řekl, že on je ten, kdo udělal chybu, pravděpodobně z toho důvodu, že vzorek byl kontaminován. Lecoq se tedy vrátil do laboratoře, přeměřil hustotu vzorku a získal hodnotu  $5,9 \text{ g/cm}^3$ . Další objevy nabídly ještě více důkazů, že Mendělejev měl pravdu. V roce 1879 byl objeven prvek skandium, který odpovídal jeho předpovědi eka-boru, v roce 1886 byl nalezen jeho eka-křemík, který dostal název „germanium“. Mendělejevova periodická tabulka tak potvrdila svoji platnost a její objev se stal jedním z největších objevů chemie.<sup>11</sup>

### 1.2.3 Vybrané prvky z periodické soustavy prvků

#### **Uhlík**

##### **Vlastnosti a reaktivita:**

Uhlík je prvek málo reaktivní, reaguje jen za vyšší teploty, např. při výrobě železa ve vysoké peci reaguje uhlík (koks) za vysoké teploty s vybranými kovy. Jako jediný prvek z periodické soustavy prvků je uhlík schopný vytvářet neomezeně dlouhé řetězce. Atomy uhlíku se mohou vzájemně vázat jednoduchou, dvojnou nebo trojnou kovalentní vazbou. Na tyto řetězce je možné napojit vedlejší řetězce, cykly nebo některý z uhlíku substituovat jiným prvkem. Toto je důvodem velké rozmanitosti sloučenin uhlíku. Uhlík je nerozpustný ve vodě, patří mezi hořlavé látky a je tepelně vodivý.<sup>13</sup>



## Výskyt:

Uhlík tvoří asi 0,087 % zemské kůry a stojí v řadě hojnosti prvků na 13. místě. W. Noddack odhadl, že z celkového počtu 29 000 bilionů tun v zemské kůře, je obsaženo 14 000 bilionů tun v uhličitanech usazených hornin, 800 bilionů tun se vyskytuje v břidlicích, 27 bilionů tun připadá na kysličník uhličitý rozpuštěný v mořské vodě a 0,6 bilionů tun připadá na kysličník uhličitý v ovzduší. Dnes připadá 0,27 bilionů tun uhlíku na rostliny a z toho jen nepatrné množství uhlíku na živočichy. Následně 0,6 bilionů tun uhlíku na ložiska uhlí a ropy, které jsou dnes nejhodnotnější formou uhlíku.<sup>11</sup>

Uhlík se vyskytuje v alotropických modifikacích – krystalický uhlík známý jako diamant, grafit, amorfni uhlík (např. v uhlí) a fulleren. Diamant se nachází ve vyvřelých horninách (např. v blízkosti Kimberley v Jižní Africe), ve struktuře jsou atomy vázány pevnými kovalentní vazbami spojeny do kubické mřížky. Diamant je proto nejtvrďší přírodní látka. Jedná se o průzračnou, lesklou látku, která je elektricky nevodivá a do 800 °C stálá. Chemicky i mechanicky je diamant velmi pevný a odolný, prakticky se v ničem nerozpustí a reaguje až za vysokých teplot.<sup>14</sup>

Grafit neboli tuha je tvořen vrstvami atomů uhlíku uspořádaných do šestiúhelníků, přičemž atomy jsou vzájemně vázány kovalentními vazbami. Mezi vrstvami jsou slabé přitažlivé síly, proto je grafit měkký a dobře vede elektrický proud. Grafit reaguje už při laboratorní teplotě s kyselinami a oxidačními činidly. Je málo odolný chemicky i mechanicky.<sup>15</sup>

Fulleren  $C_{60}$  byl objevený v roce 1985, svojí strukturou připomínají formu podobnou kouli či elipse, svým tvarem také připomíná fotbalový míč. Uhlíky jsou uspořádány v šestiúhelnících, ale mohou se vyskytovat i v pětiúhelnících nebo sedmiúhelnících. Fullereny byly pojmenovány podle amerického architekta R. Buckminstera Fullerena, který se proslavil stavbou kopule v Montrealu. Tato kopule připomínala svým tvarem fulleren. Mezi nejvýznamnější zástupce patří  $C_{60}$  a  $C_{70}$ .  $C_{60}$  patří mezi nejtvrďší látky, které překročily Mohsovu stupnici tvrdosti, neboť jsou tvrdší než diamant.<sup>16</sup>

V 90. letech 20. století byly objeveny fullereny, které jsou přirozenou součástí ložisek v Austrálii, na Novém Zélandu a v Severní Americe. Fullereny jsou obsaženy také v sazích.<sup>17</sup>

V přírodě se uhlík vyskytuje ve velkém množství organických sloučenin, ale hlavně se uhlík vyskytuje ve formě oxidu uhličitého. Ryzí uhlík se vyskytuje v několika krystalových

modifikací a to např. jako grafit, diamant, lonsdaleit a chaoit. Mezi významné nerosty, které obsahují uhlík patří kalcit, magnezit, dolomit, siderit a velká řada dalších.<sup>18</sup>

### **Historie:**

Uhlík měl vždy nejbliže ke člověku, jak už z důvodu toho, že má neskutečné množství forem (sloučeniny, alotropické modifikace), z nichž je vytvořená celá živá příroda, tak i jako samotný prvek. Dříve již při hašení ohně, vznikalo dřevěné uhlí, které obsahovalo asi 80 % uhlíku. Ve starověku se objevila další forma uhlíku, která byla velmi vzácná, obsahovala asi 2-4 % nečistot nebo se vyskytovala jako čistá forma. Řekové označili tuto látku jako adamas, tzn. nezdolatelny. Od tohoto názvu je odvozeno dnešní označení diamant. Lidé ho brali jako nejvzácnější kámen a až do roku 1770 byl považován za odrůdu křišťálu.<sup>11</sup>

Nejpozději byla charakterizována šesterečná modifikace uhlíku. Pravděpodobně byla známá už ve starověku, ale lidé si ji pletli se sirníkem molybdeničitým anebo olovenými rudami. Latinsky se jí říkali molybdaena nebo plumbago. Dnes ji známe jako grafit (z franc. Graphite = psátí), česky tuha. Uhlík byl prohlášen prvkem, a to až v 18. století. Velkou roli při tom sehrálo studium kyseliny uhličité. Oxid uhličitý byl poprvé pozorován A. Libaviem v minerálních vodách. Zvláště Jean-Baptiste van Helmont prozkoumal tento plyn, který je bezbarvý, bez zápachu a těžší než vzduch. Poznal, že hraje velkou roli při kvašení a při hoření. Až A. L. Lavoisier získal oxid uhličitý po zahřívání oxidu rtuťnatého s uhlím. Podle jeho nově formulovaného pojmu musel být uhlík prvek. Konečný důkaz podal roku 1791 Smithson Tennant, který vedl páry fosforu přes rozžhavený uhličitan vápenatý, a tak získal uhlík.<sup>11</sup>

### **Získávání a výroba:**

V historii lidé používali jako palivo především černé uhlí, které bylo ale nahrazeno dřevem, zejména z toho důvodu, že lidem vadil zápach z černého uhlí a dřevo bylo lépe dostupný materiálem. Teprve ve 12-13. století, když bylo značné množství lesů vykáceno, se lidé vrátili zpět k používání černého uhlí. Již od tohoto století lze mluvit o pravidelném dolování černého uhlí v Evropě. Zpočátku byl proti získávání uhlí odpor, a však uhlí se stalo jednou z nejdůležitějších surovin moderní industrializace. Vedle černého uhlí se dále těží hnědé uhlí, které obsahuje 65-75 % uhlíku a temně hnědý až černý antracit, který obsahuje až 90 % uhlíku. Počátek vzniku uhlí můžeme pozorovat na rašeliništích. Ve vodě rašelinišť probíhá za nepřístupu vzduchu tzv. kvašení, kdy v odumřelých rostlinách stoupá obsah uhlíku.

V rašelině probíhají bakteriální pochody dále, až dojde ke stavu odumření bakterií. V této fázi můžeme hovořit o hnědém uhlí. Aby hnědé uhlí mohlo přejít na černé uhlí, musíme použít vysokou teplotu a tlak. Huminové kyseliny, které jsou obsaženy v hnědém uhlí přechází ve vysoko polymerní sloučeniny, přičemž černé uhlí už neobsahuje žádné huminové kyseliny.<sup>11</sup>

Rozklad uhlíkatých sloučenin umožnil vznik ložisek grafitu, vyskytujících se zvláště na Uralu, na Srí Lance, ve Finsku, Kanadě a dalších zemích. Zdroje přírodního grafitu jsou doplňovány syntetickým grafitem, který vzniká zahříváním práškového koksu s křemenem při asi 2800 K. Výroba amorfního uhlíku se děje spalováním ropy při nedostatečném přístupu vzduchu.<sup>19</sup>

### **Využití:**

Diamant, který je znám svou tvrdostí, se využívá v řezacích nástrojích jako brusivo či v klenotnictví jako součást šperku. Syntetický diamant se pro svojí vysokou tepelnou vodivost využívá v elektrotechnice při výrobě čipů a procesorů. Grafit, díky jeho inertnosti, velké tepelné stabilitě a elektrické a tepelné vodivosti, se využívá jako mazivo. Dále se grafit využívá při výrobě galvanických a palivových článků. Jeho další využití spočívá v tom, že se používá jako tuha v psacích potřebách či se z něj vyrábí elektrody a žáruvzdorné materiály. Dále jsou průmyslové saze, které se vyrábí spalováním uhlovodíků a jejich hlavní použití spočívá ve zpevnění vulkanizované pryže, která se vyskytuje v pneumatikách. Velmi důležité jsou i výroby pigmentů pro výrobu černí, laků a plastů. Koks a uhlí se využívají jako palivo. Významným je aktivní uhlí živočišné, které má využití jako lék při průjmu či otravách a je obsažen v plynových maskách a digestořích.<sup>13</sup>

Nová umělá alotropická modifikace uhlíku je grafen, který pozůstává jenom z jedné vrstvy atomů uhlíku. Je to materiál, který je intenzivně studován pro jeho potenciální využití v elektronice např. pro přípravu ohebných solárních článků nebo obrazovek.<sup>20,21</sup>

### **Křemík**

#### **Vlastnosti a reaktivita:**

Elementární křemík je mikrokrytalický hnědý prášek nebo krystalická, lesklá, tuhá látka. Tento prvek krystalizuje v kubické krystalové soustavě, stejně jako diamant. Elementární křemík je na vzduchu stálý, nestálé jsou jeho sloučeniny, které neobsahují kyslík. Křemík se vyznačuje velkou afinitou ke kyslíku, a je proto schopen redukovat některé prvky

např. chrom z jejich oxidů. Je odolný vůči kyselinám, výjimku tvoří kyselina fluorovodíková a kyselina dusičná. Snadno se rozpouští v horkých vodných roztocích alkalických hydroxidů.<sup>22</sup>

### **Výskyt:**

Křemík je druhým nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře (asi 25 %). Nevyskytuje se elementární, ale ve formě oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$  a ve formě křemičitanů, které tvoří velkou část různých hornin-příkladem mohou sloužit pískovcové horniny, jíly, žuly, a především horniny na bázi ortoklasu ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) a plagioklasů (anortit -  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , albit -  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ).

Mineralogicky je nejvýznamnější křemen neboli oxid křemičitý. Vyskytuje se v různých barevných modifikacích, v závislosti od přítomnosti dalších prvků, většinou přechodné prvky v stopových množstvích (tmavě-hnědá záhněda ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ), žlutý citrín ( $\text{Fe}^{3+}$ ), růžový růženín ( $\text{Mn}^{2+}$ ), atd.).<sup>23,24</sup>

Z biologického hlediska patří křemík mezi biogenní prvky, protože se vyskytuje v lidském těle především v kostech, chrupavkách nebo zubní sklovině. Křemík se dále vyskytuje v rostlinách a má stavební funkci.<sup>25</sup>

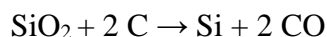
### **Historie:**

Již ve starověku se oxid křemičitý využíval při výrobě skla. Již před čtyřmi tisíci lety dosáhlo sklářství v Egyptě rozkvetu, a však teprve v 17. století se začalo bádát nad tím, že v materiálech používajících se na výrobu skla musí být obsažena nějaká zvláštní látka. Uplynulo ale mnoho let, než se na prvek křemík přišlo. Carl Wilhelm Scheele roku 1771 zkoumal kazivec za pomoci skleněných nádob a získal vedle kyseliny fluorovodíkové také novou neznámou látku fluorid křemičitý. Řada badatelů se pokoušela tento plyn rozdělit na části. Joseph-Louis Gay-Lussac a Louis Jacques Thénard zahřívali fluorid křemičitý s draslíkem a získali červenohnědý prášek. Jednalo se nejspíše o amorfní křemík, který byl velmi silně znečištěný hexafluorokřemičitanem draselným a fluoridem draselným. Později švédský chemik Jöns Jacob Berzelius opakoval tento pokus, a však výsledný produkt důkladně promyl vodou, čímž se zbavil fluoridu i hexafluorokřemičitanu draselného a tím dostal poměrně čistý křemík. Křemík díky tomu, že shoří na vzduchu na oxid křemičitý, dostal název křemík. Název silicium – z latinského pojmenování pro křemen, vznikl později. Berzelius také připravil křemík za pomoci zahřívání chloridu křemičitého s kovovým draslíkem. N. N. Beketov vyměnil draslík za zinek a získal velice čistý křemík. Tato metoda

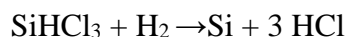
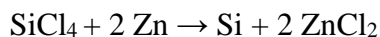
je využívána i dnes. Protože křemík byl připravený jen v amorfni formě, krystalová struktura křemíku byla dlouho neznámá. Až o 30 roků se podařilo francouzskému chemikovi H. É. Saint-Claire Devillovi elektrolýzou taveniny směsi chloridu hlinitého a sodného za přítomnosti kyseliny křemičité získat hliník, který obsahoval krystalický křemík.<sup>26</sup>

### **Získávání a výroba:**

Krystalický křemík se vyrábí zahříváním drceného koksu a písku v elektrické peci:



Tímto způsobem však není možné připravit čistý křemík. Když se však ke směsi koksu a písku přidává oxid železitý, tak je produktem slitina křemíku a železa zvaná ferosilicium, který se využívá při výrobě slitin. Velmi čistý křemík se vyrábí zahříváním chloridu křemičitého se zinkem v inertní atmosféře nebo redukcí trichlorosilanu vodíkem při vysoké teplotě:



Vzniklý amorfni křemík lze dále čistit zonálním tavením. Takto můžeme získat křemík s velmi vysokou čistotou (99,999 %). Velké monokrystaly křemíku se získávají vytahováním (růstem) krystalu z roztaveného křemíku v inertní atmosféře.<sup>25</sup>

### **Využití:**

Křemík je základní surovinou pro výrobu polovodičových součástek a solárních panelů. Křemík se také využívá do ocelových a bronzových slitin. Ve formě oxidu křemičitého se využívá pro výrobu skla, porcelánu, ale také jako součást keramických a stavebních materiálů např. cement. Zajímavou třídou sloučenin křemíku jsou silikony, polymerní sloučeniny, které jsou zdravotně nezávadné a nehořlavé. Silikony jsou součástí pro různá mazadla, lepidla, tmely, oleje, jako součást nátěrových hmot, ale i ve zdravotnictví jako různé implantáty, dudlíky a hadičky. Karbid křemíku se pro svoji neobyčejně velkou tvrdost využívá jako brusný materiál.<sup>27</sup>

## Germanium

### Vlastnosti a reaktivita:

Germanium je světle šedobílá, lesklá, velmi křehká látka, která krystalizuje v kubické krystalografické soustavě. Strukturou se podobá diamantu. Mezi velmi zajímavé vlastnosti germania jsou jeho elektrické vlastnosti. V nejčistší formě, která lze získat zonálním tavením, má tento prvek při laboratorní teplotě vysoký elektrický odpor. Zvyšováním teploty či přidáním malého množství antimonu odpor klesá a germanium se chová jako polovodič. Germanium patří mezi málo reaktivní prvky. Při laboratorní teplotě na vzduchu neoxiduje a je odolný i proti vodě, kyselinám a roztokům hydroxidů. Při vysoké teplotě shoří germanium na oxid germaničitý.<sup>22</sup>

### Výskyt:

Germanium se v zemské kůře vyskytuje jen velmi vzácně a to 5-7 ppm (mg/kg). Ve vodě je jeho koncentrace velmi nízká a to pouhých 0,07 mikrogramu na litr. V horninách se vyskytuje pouze jako příměs v rudách zinku a stříbra, ale také se vyskytuje ve stopovém množství v uhlí. Germanium se nachází ve vzácných minerálech jako je např. germanit, argyrodit, argutit a dalších. Nejvyšší obsah germania má argutit (asi 69 %). Zdroje germania pro lidské tělo jsou především česnek kuchyňský, cibule kuchyňská, ženšen a aloe vera.<sup>22</sup>

### Historie:

V roce 1869 ruský chemik Dmitrij Ivanovič Mendělejev publikoval svou periodickou tabulku prvků. Prvky v ní byly seřazené do skupin na základě podobných vlastností. V tom čase však ještě nebyly objevené všechny prvky, a tak v tabulce byla volná místa. Mezi křemíkem a cínem bylo místo pro 32. prvek, který Mendělejev nazval eka-siliciem. Za objev eka-silicia vděčíme německému chemikovi Clemensu Alexandru Winklerovi.<sup>28</sup>

Historie objevu germania začala roku 1885, kde byl v dole ve Freibergu nalezen nerost podobný leštěnci stříbrném neboli argentitu ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ). H. T. Richter tento nerost zkoumal, a však našel v tom jen stříbro, síru a trochu rtuti, na kterou se ale dosud v těchto dolech nenarazilo, a proto tento nález znamenal něco velmi neobvyklého. K prozkoumání tohoto nerostu byl přivolán také Winklerův bratranec Albin Weisbach, který poznal ve vzorku nový minerál. Nerost byl poté předán C. A. Winklerovi pro kvantitativní analýzu. Analýzou zjistil, že nerost obsahuje 74 % stříbra, 17-18 % síry a nepatrné množství oxidu železitého, oxidu

zinečnatého a rtuti. A však stále chybělo 7 %, kterému nebyl přiřazen žádný prvek či sloučenina. Winkler tedy usoudil, že se musí jednat o nový prvek. Pojmenoval prvek germanium podle rady jeho bratrance. Tato zpráva, kterou Winkler uveřejnil v časopise „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft“, vyvolala obrovský zájem ve vědeckých kruzích. Mezi první, které blahopřály Winklerovi k objevení germania patřil i Mendělejev. Winkler hovořil o novém prvku, které by mělo zaplnit mezeru v periodické soustavě mezi antimonem a bismutem. Mendělejev chtěl prohlásit tento prvek jako eka-kadmium. A však profesor chemie Victor von Richter byl přesvědčen o tom, že tento prvek je Mendělejevovým eka-siliciem stojícím mezi galliem a arsenem. Germanium bylo prozkoumáno různými experimenty a Winklerovy pokusy potvrdily, že eka-silicium je germanium. Mendělejevova myšlenka byla s konečnou platností potvrzena.<sup>11</sup>

### **Získávání a výroba:**

Výroba germania je značně komplikovaná zejména z toho důvodu, že tento prvek se vyskytuje ve velmi nízké koncentraci v rudách. Germanium se izoluje z popílků vznikajících jako odpad při výrobě zinku. Z popílku se nejdříve destiluje germanium chlorovodíkem za vzniku  $\text{GeCl}_4$ , který se převádí na oxid za pomoci hydrolyzy a dále se redukuje vodíkem nebo uhlím ve vysoké peci. Surové kovové germanium se čistí zonálním tavením podobně jako křemík.<sup>29</sup>

### **Využití:**

Germanium díky vlastnostem polovodiče má značný význam v elektrotechnice. Sloučeniny germania se používají jako katalyzátory polymerizace při výrobě polyethylentereftalátu (PET). Slitina germania se zlatem se využívá jako klenotnická pájka (protože germanium dokáže snížit teplotu tání zlata z 1060 °C až na 356 °C), slitina s mědí a zlatem se využívá v zubní technice. Oxid germaničitý se používá při výrobě optických skel, které slouží k úpravě indexu lomu, tato skla jsou propustná pro infračervené záření a využívají se v přístrojích pro noční vidění. Dříve se využívalo germanium k výrobě tranzistorů, dnes již ale bylo nahrazeno křemíkem, protože křemík je levnější a má podobné vlastnosti. Germanium se též využívá v termoelektrických generátorech na přímou proměnu tepelné energie na elektrickou. Některé sloučeniny germania (germatrany, spirogermanium, atd.) vykazují antibakteriální, antimykotické a protinádorové účinky. Mají tedy potenciál využití při léčbě onemocnění jako je rakovina nebo AIDS.<sup>28, 30</sup>

## Cín

### Vlastnosti a reaktivita:

Cín je při laboratorní teplotě poměrně měkký, stříbrolesklý kov ( $\beta$ -cín). Pod teplotu 13,6 °C vzniká práškový  $\alpha$ -cín, který má strukturu jako diamant. Cín je odolný vůči korozi a zdravotně prakticky nezávadný. Cín lze zpracovat na velmi tenké folii (staniol). Vůči vzduchu a vodě je cín za normální teploty stálý. Působením silných minerálních kyselin není cín odolný, velmi ochotně se rozpouští v kyselině chlorovodíkové. při reakci cínu se silnými hydroxidy vzniká trihydroxido ciničitanový anion  $[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}$ . Lze tedy říci, že je cín amfoterní. Kovový cín se vyskytuje ve třech alotropických modifikacích: šedý  $\alpha$ -cín, který krystalizuje v kubické krystalové soustavě, bílý  $\beta$ -cín, který krystalizuje v tetragonální krystalové soustavě a  $\gamma$ -cín krystalizující v kosočtverečné krystalové soustavě. Při dlouhodobém vystavení nízkých teplot přechází bílý cín na šedý cín a postupem času se rozpadá v prach. Tento jev, jak je již zmíněno výše je označován jako cínový mor.  $\gamma$ -cín vzniká z bílého  $\beta$ -cínu až při 160 °C.<sup>29</sup>

### Výskyt:

Průměrný obsah cínu v zemské kůře je asi 2,3 ppm. přírodní cín je směsí 10 stabilních a 2 nestabilních izotopů, kde největší podíl zaujímá izotop  $^{120}\text{Sn}$ . V přírodě cín nenacházíme jako ryzí, ale vyskytuje se ve velkém množství nerostů, z nichž nejdůležitější je cínová ruda kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ). Mezi další nerosty můžeme zmínit stannin, cylindrit, franckeit a mnoho dalších.<sup>18</sup>

### Historie:

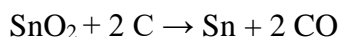
Ve starověku byla pro cín velká poptávka hlavně z důvodu širokého použití. Egyptané získávali tento kov nejdříve ze severní Persie. N. N. Semjonov si myslí, že trojská válka nebyla vedena o krásnou Helenu, ale o nerušený vývoz cínu.<sup>28</sup>

Čistý kov byl vyroben asi roku 1800 př. n. l v Japonsku a v Číně, a však Egyptané již určitě tento kov znali. Ve starověkém Řecku si občas pletli olovo s cínem, a však již v té době se používal tento kov na zdobené brnění jako náhražka za stříbro. Ve středověku byl cín hojným materiálem pro výrobu stolního nádobí. Dříve byli velmi oblíbenými cínoví vojáčky, kteří sloužili dětem ke hraní.<sup>11</sup>



## **Získávání a výroba:**

Hlavním zdrojem cínu je cínovec (kasiterit)  $\text{SnO}_2$ . Při výrobě cínu se nejdříve promyje a rozemele ruda, poté se praží, aby se odstranily příměsi arsenu, síry a těkavých oxidů. Takto upravená ruda se redukuje zahříváním s antracitem:



Získaný cín se čistí tavením a oddělením od netavitelných příměsí. V další fázi se do roztaveného cínu zavádí vzduch, kde jsou kovové příměsi oxidovány a ve formě pěny mohou být z povrchu cínu odstraněny.<sup>31</sup>

Množství cínu se také získává z tzv. bílého plechu. Působením chloru na suchý odpad vzniká z cínu chlorid cíničitý, který je těkavý a dá se oddělit od ostatních chloridů. Tento chlorid se převádí na oxid cíničitý hydrolyzou a následným zahříváním. Alternativním způsobem je získávání cínu z odpadního materiálu působením roztoku hydroxidu sodného a elektrolýzou vzniklého roztoku cínatanů a cíničitanů.<sup>25</sup>

## **Využití:**

Hlavními výrobky cínu dříve byly nádoby, svícný a před objevením porcelánu byl cín významnou surovinou pro výrobu talířů a konví. Později z tohoto kovu byly zpracovány hračky, např. cínoví vojáčky. Dnes by si s nimi nikdo nenechal hrát děti hlavně proto, že se do nich přidávalo jedovaté olovo. V současnosti má cín největší použití v potravinářství. Je považován za zdravotně nezávadný, a tak se z něj tvoří například vnitřní povrchy klasických konzerv. Kvůli vysoké ceně je však v obalovém průmyslu vytlačován plasty či hliníkem. Z cínu lze vyválcovat tenké folie, které se nazývají staniol, využívající se při ochraně potravin. Dříve, když se vyrábělo sklo, trvalo dlouho, než se zbrousilo a následně vyleštilo, a tak od druhé poloviny minulého století se vyráběla plochá skla plavením po hladině roztaveného cínu. Vzniklé sklo bylo dokonale ploché, průhledné a také poměrně levné.<sup>19</sup>

Ze sloučenin cínu má význam fluorid cínatý, který má své využití v zubních pastách. Chlorid cíničitý se využívá jako alkylační činidlo při Friedel-Craftsových alkylacích. Sulfid cíničitý se využívá jako žlutý pigment. Oxid cíničitý slouží k výrobě smaltů a glazur.<sup>22</sup>

## Olovo

### Vlastnosti a reaktivita:

Olovo je měkký, kujný, šedomodrý, toxický kov s nízkým bodem tání. Olovo se vyskytuje pouze v kovové krystalové modifikaci. Olovo je nejreaktivnější z triády Ge, Sn, Pb. Inertnost olova vůči některým kyselinám je způsobena velkým přepětím vodíku na olovo, a to tvorbou vrstviček solí na povrchu olova ( $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbSO}_4$ ). tento prvek vystupuje ve svých sloučeninách jako dvojjazný nebo čtyřjazyčný. Sloučeniny olovičité jsou silnými oxidačními činidly.<sup>29</sup>

V minerálních kyselinách, s výjimkou horké zředěné kyseliny dusičné, se olovo nerozpouští, ale velice dobře je rozpustný tento prvek v kyselině octové. Olovo je amfoterní, reakcí s alkalickými hydroxidy nám vznikají tetrahydroxolovnatany.<sup>27</sup>

### Výskyt:

Olovo patří mezi nejrozšířenější těžké prvky (asi 13 ppm). Tohle rozšíření souvisí s tím, že tři stabilní izotopy ( $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ) vznikají jako stabilní produkty přirozených rozpadových řad. Nejdůležitější olověnou rudou je těžký černý minerál galenit  $\text{PbS}$ . Mezi další minerály, kde můžeme nalézt olovo je například anglesit  $\text{PbSO}_4$ , cerussit  $\text{PbCO}_3$  a mnoho dalších. Dále se olovo vyskytuje v rudách, kde se nachází zinek nebo stříbro. Minerál, který obsahuje největší množství olova, se nazývá massicot  $\text{PbO}$ , který ve svém složení má asi 93 % olova. Olovnaté rudy se nachází ve více než 50 zemích. Vzácné nálezy ryzího olova pochází ze Švédska, Austrálie a Ruska.<sup>27</sup>

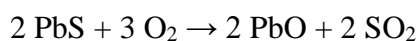
### Historie:

Olovo patří k sedmi známým kovům již od středověku. Bylo známo ve starém Egyptě, Řecku, Indii. Kov se získával tavením sulfidu olovnatého ( $\text{PbS}$ ), jeho nejhojnějšího nerostu. Vedle toho se získávalo z tohoto nerostu také stříbro. Vyčištění těchto dvou kovů bylo nedokonalé, vznikala struska s velkým množstvím olova a stříbra. Na strusce dále pracovali v Athénách otroci, protože práce byla tvrdá a zdraví nebezpečná. Strusky obsahovaly průměrně 12 kg olova a asi 30 g stříbra na 100 kg materiálu, což bylo obrovské množství. Pro tento obsah kovu byly tyto strusky zpracovány znovu Římany a poté ještě jednou v 19. století. J. Caesar a později také G. Plinius Secundus rozlišovali olovo zvané plumbum nigrum od cínu nazývaného plumbum album nebo candidum. Olovo mělo jen velmi skromnou úlohu ve

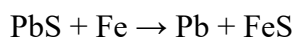
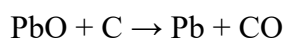
srovnání s druhými prvky. Ve starověku se to ale změnilo. Římané používali olovo na stavbu vodovodních zařízení. Hérodotos se zmínil o upevňování bronzových a železných svorníků zaléváním otvorů olovem. Z olova se také razily mince a vyráběla závaží a klíče. Působením kyseliny octové na kovové olovo se získávala tzv. cerussa, zásaditý uhličitan olovnatý  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$  používaný jako léčivo nebo malířská barva. Druhou dobu rozkvětu zažilo olovo v době středověku, a to především v době kdy se vyvinulo dolování. Dobrý odbyt zajistil olovu výrobu knihtisku a vynález střelného prachu. Teprve v 19. století byla zahájena těžba olověných rud a díky rozvoji chemického, hutnického a strojírenského průmyslu se olovo dočkalo třetího rozkvětu, které trvá dodnes.<sup>11</sup>

### **Získávání a výroba:**

Olovo se získává z galenitu  $\text{PbS}$ . Mletá ruda se nejprve převede pražením na oxid olovnatý:



Získaný produkt se taví v malé šachtové peci s koksem, vápencem a železným šrotem. Oxid olovnatý je redukován uhlíkem na olovo, vápenec tvoří příměsí strusky a zbytky sulfidu olovnatého jsou železem redukovány na olovo:



Tohle olovo je silně znečištěné, neboť galenit obsahuje sulfidy řady dalších kovů. Elektropozitivní kovy se odstraňují elektrolyticky, surové olovo je zapojeno jako anoda. Po této úpravě však může dále zůstat v olovu cín, antimon, stříbro a zlato. Cín a antimon se odstraňují zaváděním roztaveného olova do taveniny hydroxidu a dusičnanu sodného. K odstraňování zlata a stříbra se používá tzv. Parkerův proces, který je založený na tom, že se roztavené olovo nemísí se zinkem, ale stříbro je v něm rozpustné. Směs olova a stříbra se taví zinkem a většina stříbra přechází do zinkové vrstvy, kterou lze oddělit. Stříbro se z ní pak dostává oddestilováním zinku a celý proces se opakuje, dokud obsah stříbra v olovu neklesne na požadovanou hodnotu. Tento proces byl zaveden roku 1850 a do té doby, kdy olovo obsahovalo značné množství stříbra, bylo neobvykle cenné.<sup>25</sup>

## Využití:

Římané využívali olovo na stavbu potrubí, vodovodů, střešních krytin. Ve středověku se o olovo postaral rozmach střelných zbraní. Dnes se olovo využívá v automobilovém průmyslu, kde právě elektrody v bateriích jsou vyráběny z olova. Olovo slouží dále jako ochrana před některými druhy záření, jak jaderným, tak třeba i rentgenovým. Desky z tohoto kovu můžeme nalézt ve dveřích, které oddělují čekárnu od rentgenového pracoviště. V České republice má velkou tradici olovnaté sklo neboli křišťálové sklo, z něhož se vyrábí například lustry nebo popelníky. Lití olova patří mezi tradiční vánoční zvyky. Díky jeho poměrně nízké teplotě tání (327 °C) lze olovo snadno roztavit nad plamenem svíčky. Po nalití do vody vytváří různé útvary, z nichž se věští budoucnost.<sup>28</sup>

## 2 Cíle práce

1. Cílem práce je vytvoření materiálů (teorie a vzorků), které by mohly sloužit na rozšíření vědomostí žáků o chemických prvcích.
2. Vypracování literární rešerše týkající se objevů, způsobů přípravy a využití vybraných prvků v historii a v současnosti.

## 3 Praktická část

### 3.1 Použité chemikálie a pomůcky

Na přípravu kostek byla použita dvousložková epoxidová pryskyřice Epox G1000, kterou vyrábí firma Dawex Chemicals s.r.o. Praha. Složku A tvoří samotná epoxidová pryskyřice Epox G1000 a složka B je tužidlo. Epox G1000 je pomalu vytvrzující naprosto průhledná a opticky čistá, UV stabilní (nežloutnoucí) licí pryskyřice na bázi epoxidu. Hmoty je určena pro odlévání silných vrstev (až 20 cm) a velmi velkých objemů hmoty najednou (až 50 litrů). Doba vytvrzení se dá plynule regulovat teplotou, při které dochází k vytvrzování. Při laboratorní teplotě je doba vytvrzení v závislosti od hrubosti odlitku několik dnů. Pro dosažení rychlejšího vytvrzení je možné hmotu temperovat na teplotu 40–60 °C, čím se výrazně zkrátí doba vytvrzení na několik hodin. Vytvrzováním při vyšší teplotě se nejen zkrátí doba tvrdnutí, ale zvyšuje se i tvrdost a odolnost odlitku.<sup>32</sup>

Uvedená pryskyřice je prakticky bez zápachu, lze ji dobře probarvovat a pigmentovat. Je určena pro výrobu vodojasných a transparentních odlitků, reklamních a dekorativních předmětů, je vhodná i k zalévání dřeva nebo lepení a spojování různých materiálů (kovy, sklo, guma, beton, atd.).

Jako forma pro pryskyřicové odlitky byla použita silikonová forma tvaru kostky s rozměry 5x5x5 cm, do které byla nalita licí hmota. Forma byla z vnější strany vyztužena kartonovou deskou, aby nedocházelo k její deformaci.

Povrch připravených kostek byl opracovaný broušením (brusný papír se zrnitostí 600 a 1200 zrn/cm<sup>2</sup>), přičemž povrch byl doleštěný jemným dolomitovým práškem.

Jako samotné vzorky prvku byly použity prvky IV. hlavní skupiny (14. skupina podle IUPAC) periodické soustavy prvků (uhlík, křemík, germanium, cín a olovo). Jako vzorek uhlíku byly použity uhlíkové elektrody nebo úlomek černého uhlí. Pro křemík a germanium byly použity úlomky z monokrystalu. V případě cínu a olova byly použity odlitky, které byly připraveny nalitím roztaveného kovu do ledu.

Bezpečnostní informace o použitých prvcích:

Uhlík, C [7440-44-0]

- bez bezpečnostních vět

Křemík, Si [7440-21-3]

- bez bezpečnostních vět

Germanium, Ge [7440-56-4]

-bez bezpečnostních vět

Cín, Sn [7440-31-5]

- bez bezpečnostních vět

Olovo, Pb [7439-92-1]

H302 + H332-H351-H360Df-H373-H410

P201-P261-P273-P304 + P340-P308 + P313-P391

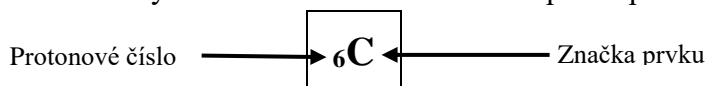
## 3.2 Postup přípravy kostek

Epoxidové kostky byly připraveny dvěma postupy. Nejprve byl odzkoušen postup A, při kterém byla kostka odlitá ve dvou fázích za použití jednoduchého popisku vzorku. Při postupu B byla odzkoušená varianta, kdy byla celá kostka odlitá naráz. Povrch dokonale vytvrzených odlitků byl upraven broušením pomocí brusného papíru a jemně dolomitového prášku.

### 3.2.1 Postup přípravy-Typ A

Nejdříve byla připravena licí směs smícháním 30 gramů složky A a 12 gramů složky B. Vzniklá směs byla důkladně promíchána. Vzduchové bublinky přítomné ve směsi byly odstraněny stáním ve vevakuovaném exsikátoru po dobu 20-30 minut. Směs byla následně nalita do formy, přičemž zaplnila asi 1/3 objemu a byla umístěná do sušárny při teplotě 50 °C na cca 4 hodiny. Po uplynutí uvedené doby vrstva pryskyřice částečně ztvrdla. Do rohu formy s pryskyřicí byl vložen štítek s označením prvku (Obr. 2) a doprostřed byl umístěný vzorek vybraného prvku. Zbytkový objem formy byl poté zaplněn dalším podílem licí hmoty, která byla připravena smícháním 80 gramů složky A a 32 gramů složky B a následným odplyněním ve vevakuovaném exsikátoru. Takto připravená forma byla umístěná do sušárny a při teplotě 50 °C byla vytvrzována 2-3 dny a poté ještě 1 den při pokojové teplotě. Po vyjmutí z formy byla kostka ponechána pro dokonalé vytvrzení alespoň ještě týden při pokojové teplotě.

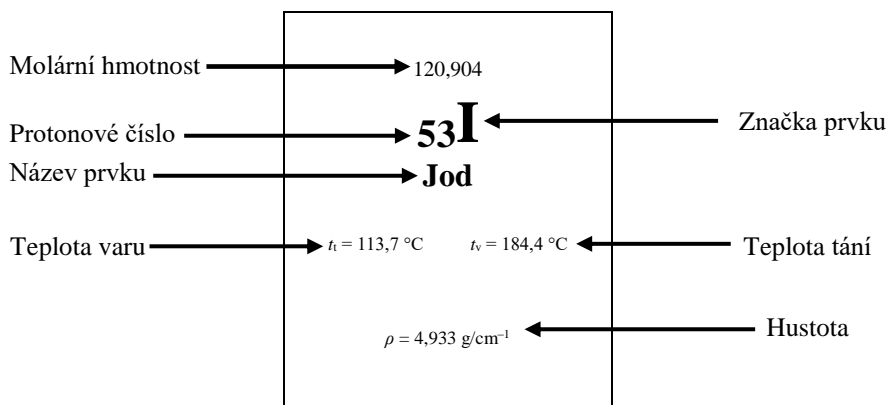
Obr. 2: Schéma tabulky s informacemi o chemickém prvku použitý při typu A.



### 3.2.2 Postup přípravy-Typ B

Nejprve byly připraveny potřebné štítky (informace o prvku), které byly umístěny na dno formy. Aby se prvek nedotýkal dna, byla udělaná podstava z průhledné folie, na kterou byl nalepen vzorek vybraného prvku (Obr. 3). Poté byla připravena licí směs ze 110 g složky A a 44 gramů složky B. Vzniklá směs byla důkladně promíchána a přítomné vzduchové bublinky byly odstraněny stáním ve vevakuovaném exsikatoru po dobu 20-30 minut. Forma byla následně vložena do sušárny a při 50 °C byla ponechána 2-3 dny tvrdnout. Kostka byla vyjmuta z formy a nechala se asi týden při pokojové teplotě.

Obr. 3: Schéma tabulky s informacemi o chemickém prvku při typu B.



### 3.2.3 Povrchová úprava:

Po dokonalém vytvrzení kostek byla provedena povrchová úprava pro odstranění povrchových nedokonalostí, které vznikly během přípravy (ostré hrany, prohloubené stěny). Nejdříve byly kostky broušeny brusným papírem se zrnitostí 600, pak 1200 zrn/cm<sup>2</sup>. Finální broušení, resp. leštění povrchu bylo vykonáno pomocí jemného dolomitového prášku.



### 3.3 Tabulková příloha

Pro doplnění informací byly také ke kostkám připraveny tabulky (Obr. 4) se stručnými informacemi o exponátech (prvcích) zajímavou formou přístupnou pro žáky, studenty i širokou veřejnost. Tabulky obsahují základní informace o prvku (název, teplotu varu a teplotu tání) dále informace o objeviteli, výskytu, získávání a využití. Součástí tabulek jsou i zajímavosti ohledně daného prvku. Tabulky jsou doplněny obrázky, které názorně poukazují na příklady využití v běžné praxi.

Obr. 4: Příklad tabulky (uhlíku) s doplňkovými informacemi.

Název prvku → **Uhlík**

**C**, nekov  
t. t. 3527 °C, t. v. 4027 °C

Obrázek objevitele → 

Vlastnosti prvku → **Objevitel:** Antoine Lavoisier  
**Výskyt:** Diamant, tuha, fullerén, aktivní uhlí  
**Získávání:** Těžení a dolování uhlí

Výskyt, získávání a využití prvku → **Využití:** Diamant se využívá jako součást šperku, grafit jako tuha v psacích potřebách, živočišné aktivní uhlí se používá při průjmech nebo jako první pomoc při otravě většinou látek. Největší využití má především uhlí jako palivo. Koks, který patří mezi čistou formu uhlíku se používá při výrobě surového železa. Aktivní uhlí se užívá do filtrů ochranných masek.

Obrázky, kde můžeme nalézt prvek (v našem případě uhlík) → 

Zajímavosti → **Než se pustíte do lékorického pendreku, koukněte se na obal, jestli neobsahuje E153. Jedná se o rostlinnou čern, což je příznivý název pro saze.**  
**Víte, že v České republice byly nalezeny všeho všudy jen dva diamanty?**  
**Víte, že v budoucnu se předvídá o materiálu zvaném grafén, který tvoří tenkou síť tvořenou jen jednou vrstvou atomů, z níž by se vyráběly tranzistory?**  
**Víte, že když rozdrtíte aktivní uhlí v misce, přidáte ho např. do koly, přefiltrujete, tak zjistíte, že se Vám nápoj odbarvil?**



## 4 Diskuze

V rámci předložené bakalářské práce byly odzkoušeny možnosti přípravy názorných a zajímavých pomůcek pro výuku tématu chemické prvky. Konkrétně se jednalo o přípravu vzorků prvků zalitých do epoxidové pryskyřice (Obr. 5). Na výrobu exponátů byla použita dvousložková epoxidová pryskyřice Epox G1000, přičemž byly odzkoušeny dva způsoby zalití prvku.

První způsob (typ A) spočíval v zalití do dvou vrstev, tj. nejprve se použitá forma naplnila pryskyřicí asi do 1/3 objemu a po částečném vytvrzení se do formy umístil vzorek, tabulka se značkou prvku a forma byla naplněna. Druhý způsob (typ B) zahrnoval zalití prvku naráz epoxidovou hmotou, přičemž informace o prvku i samotný vzorek byly připraveny předem. Při přípravě exponátů prvním způsobem byla kritickým krokem míra vytvrzení první vrstvy pryskyřice. Při nedostatečném vytvrzení první vrstvy totiž hrozí, že se vzorek prvku nebo tabulka s označením prvku propadnou až na dno formy, což by znamenalo znehodnocení exponátu. Tento problém byl řešen vhodnou volbou doby vytvrzení. Při přípravě exponátů pomocí druhého způsobu bylo z důvodu hrubší vrstvy epoxidové pryskyřice a použití nástavce na vzorek prvku kritickým krokem dostatečné odplynění pryskyřice. Tento problém byl řešen vhodnou volbou nástavce, na kterém byl umístěn vzorek prvku a prodloužením doby vytvrzování.

Obr. 5: Hotové epoxidové kostky (typ B) s uhlíkem. Vlevo uhlík ve formě úlomku černého uhlí a vpravo ve formě tyček.



Jako vzorky prvků byly použity prvky IV. hlavní skupiny (C, Si, Ge, Sn a Pb). Uhlík byl použit ve formě tyček a úlomku černého uhlí. Křemík a germanium byly použity ve formě úlomků monokrystalu. Cín a olovo byly použity v podobě odlitků, které byly připraveny litím roztaveného kovu do ledu. V případě rozšíření exponátů o prvky, které jsou sice tuhé, ale reaktivní (I<sub>2</sub>, K, Na, atd.) nebo jsou v kapalném (Hg, Br<sub>2</sub>) nebo plynném stavu (Cl<sub>2</sub>, He, Ne, atd.) je možné před zalitím do pryskyřice tyto prvky zatavit do skleněné ampule.

Jako příloha k jednotlivým exponátům byly vytvořeny tabulky, které obsahují doplňkové informace o daném prvku jako jsou vlastnosti, objevitel, výskyt, získávání a využití. Tabulky jsou ještě doplněny i o a zajímavé informace, které mohou napomoci snadnější zapamatování.

## 5 Závěr

Chemie je náročný přírodovědný předmět. Vědomosti získané na hodinách chemie jsou často chápány jako něco abstraktního. Cílem přírodovědných předmětů by však nemělo být jenom učení se velkého množství informací, ale hlavně pochopení souvislostí a jejich využití. Toho se dá dosáhnout použitím vhodných didaktických pomůcek. Cílem této bakalářské práce bylo proto vytvoření názorných pomůcek pro lepší pochopení učiva na téma chemické prvky, protože se nejedná jenom o značky v periodické tabulce. Prvky nám zasahují každý den do života, jsou samotným životem, přičemž si to často ani neuvědomujeme. Byla snaha, aby vytvořené pomůcky byly nejen názorné, ale i zajímavé a bezpečné.

V teoretické části jsem se zabírala didaktikou, snažila jsem se co nejlépe popsat didaktické pomůcky, prostředky a zásady v chemii. Zmínila jsem periodickou tabulku, její historii, jak vlastně vznikla. Důležité bylo zmínit se o objeviteli periodické tabulky a jeho předchůdcích, které napomohli vzniku. Popsala jsem vybrané prvky (uhlík, křemík, germanium, cín a olovo) a jejich reaktivitu a vlastnosti, výskyt, historii, získávání a výrobu a využití.

Hlavním cílem předložené bakalářské práce bylo vytvoření exponátů vybraných prvků - kostek, které by sloužily jako názorná, zajímavá a zároveň i bezpečná pomůcka ve výuce chemie. Exponáty byly vytvořeny zalitím vzorků vybraných prvků do epoxidové pryskyřice. Finální podobu exponáty získaly po povrchové úpravě, která spočívala v obroušení pomocí brusného papíru a leštění pomocí dolomitového prášku. Kostky by měly sloužit jako názorná pomůcka, která přiblíží žákům i studentům vzhled daných chemických prvků a pomůže jim je chápat jako konkrétní věci.

Součástí bakalářské práce jsou tabulky, kde je vyznačený prvek, jeho vlastnosti a využití s názornými ilustracemi, které by měly sloužit pro lepší pochopení učiva, ale také i k zapamatování informací.

Chemické prvky jsou základními kameny všeho kolem nás. Připravené exponáty prvků jsou názornými pomůckami, které se vryjí do paměti žákům i studentům a pomohou jim si uvědomit, že se nejedná o abstraktní věci.

## 6 Seznam použité literatury

---

- <sup>1</sup> Obst, O., *Obecná didaktika*, Univerzita Palackého v Olomouci, **2017**.
- <sup>2</sup> Dostál, J., *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Olomouc: Votobia, **2008**.
- <sup>3</sup> Čtrnáctová, H., *Učební úlohy v chemii*, Karolinum, **2009**.
- <sup>4</sup> Maňák, J., *Výukové metody*, Paido, **2003**.
- <sup>5</sup> Stojan, M., *Základní pedagogické kategorie: Učební text k předmětu "Obecná pedagogika a didaktika"*, **1998**.
- <sup>6</sup> Mokrejšová, O., *Moderní výuka chemie*, Triton, **2009**.
- <sup>7</sup> Dušek, B., *Kapitoly z didaktiky chemie*, vydavatelství VŠCHT, **2000**.
- <sup>8</sup> Maňák, J., Knecht, P., *Hodnocení učebnic*, Paido, Brno, **2007**.
- <sup>9</sup> Průcha, J., *Teorie, tvorba a hodnocení učebnic: studijní příručka*, ÚÚVPP, **1989**.
- <sup>10</sup> Rusek, M., Stárková, D., Metelková, I., Beneš, P., *Hodnocení obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy*, *Chem. Listy* **2016**, 110.
- <sup>11</sup> Engels, S., Nowak, A., *Chemické prvky historie a současnosti*, Praha, **1977**.
- <sup>12</sup> Levy, J., *Chemie bez (m)učení*, Grada, **2012**.
- <sup>13</sup> Mašek, J., Jenšovský, L., *Anorganická chemie*, Academia, **1973**.
- <sup>14</sup> Sidgwick, N., V., *Chemical elements and their compounds*, University press, **1952**.
- <sup>15</sup> Los, P., Hejsková, J., Klečková, M., *Nebojte se chemie*, Scientia, s.r.o. pedagogické nakladatelství, **1994**.
- <sup>16</sup> Balog, M., Tatarko, M., a kol., *Odhalené tajemství chémie*, Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, **2007**.
- <sup>17</sup> Weller, M., Overton, T., Rourke, J., Armstrong, F., *Inorganic chemistry*, Oxford University Press, **2018**.
- <sup>18</sup> Housecroft, C. E., Sharpe, A. G., *Anorganická chemie*, Praha, **2014**.

- 
- <sup>19</sup> Dostál, K., Jursík, F., *Anorganická chemie, průvodce pro pokročilé studium*, SNTL-nakladatelství technické literatury, **1982**.
- <sup>20</sup> Geim, A. K., Novoselov, K. S., *Nature*, **2007**, *6*, 183-191.
- <sup>21</sup> <https://www.graphene.manchester.ac.uk/learn/applications/electronics/>
- <sup>22</sup> Šima, J., Koman, M., Kotočová, A., Segla, P., Tatarko, D., Valigura D., *Anorganická chémia*, Slovenská technická univerzita v Bratislave, **2005**.
- <sup>23</sup> Bartáková, L., Daniš, P., Jáčová, J., Müller, L., *Chemie, čítanka k prírodovedným vedom*, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc, **2015**.
- <sup>24</sup> Medenbach, O., *Minerály*, Ikar, **1995**.
- <sup>25</sup> Brown, G. I., *Úvod do anorganické chemie*, SNTL-Nakladatelství technické literatury, **1982**.
- <sup>26</sup> Machálek, V., Pačesová, L., Školová, M., *Anorganická chemie I. díl*, SNTL-nakladatelství technické literatury, **1972**.
- <sup>27</sup> Greenwood, N. N., Earnshaw A., *Chemie prvků*, Informatorium, **1993**.
- <sup>28</sup> Bárta, M., *Chemické prvky kolem nás*, Edika, **2012**.
- <sup>29</sup> Kameníček, J., Šindelář, Z., Pastorek, R., Kašpárek, F., *Anorganická chemie*, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, **2009**.
- <sup>30</sup> Gielen, M., Tiekink, E. R. T., *Metallotherapeutic drugs and metal-based diagnostic agents*, John Wiley & Sons, Padstow, **2005**.
- <sup>31</sup> Jursík, F., *Anorganická chemie kovů*, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, **2011**.
- <sup>32</sup> <https://www.dawex.cz/userFiles/technicke-listy/lici-hmoty/transparentni/epox-g1000.pdf>, [cit. 2019-19-04]