

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Chemie se zaměřením na vzdělávání

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání – Biologie se zaměřením na vzdělávání



Hana Navrátilová

Výuka koordinační chemie na středních školách

Teaching coordination chemistry in secondary schools

Typ závěrečné práce:

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Luděk Míka, Ph.D.

Praha, 2023

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Lud'ka Míky, Ph.D. Uvedla jsem všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

.....

Hana Navrátilová

Poděkování:

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Lud'ku Míkovi, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a čas, který mi věnoval v průběhu vypracování bakalářské práce. Taktéž bych chtěla poděkovat svým rodičům za tolerování vysokého entropického stavu mého pokoje v průběhu veškerých závěrečných zkoušek. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala své přítelkyni slečně Kateřině Hakrové za mentální podporu v průběhu studia a též katedře didaktiky chemie na PřF UK za to, že se o nás stará jako o vlastní a Anně Zajíčkové za korekturu práce.

Abstrakt

Tato práce se zabývá analýzou výuky koordinační chemie na středních školách. Koordinační chemie je oslím můstkem mezi chemií anorganickou a chemií organickou. Rozšiřuje základní představy a podněcuje studenty k logickému uvažování. Má proto velký význam v souvislém vyučování chemie. Práce rozebírá různorodost výuky a snaží se vysvětlit nevýhody vyučování koordinační chemie jakožto názvosloví. Vysvětluje, proč je tato oblast pro chemiky důležitá. Analyzuje výuku koordinační chemie na vysokoškolských učitelských programech, ve školních vzdělávacích programech, v modelových otázkách k přijímacím zkouškám na chemicky zaměřené obory v Praze a v neposlední řadě se zabývá tím, jakým způsobem je ke koordinační chemii přistupováno ve středoškolských učebnicích. Cílem této práce je poukázat na nesourodost školních vzdělávacích programů ve výuce koordinační chemie, proč se výuka koordinační chemie omezuje na názvosloví a z jakého důvodu tomu tak je.

Klíčová slova

koordinační chemie, anorganická chemie, RVP, ŠVP, výuka chemie, střední škola

Abstract

This thesis deals with the analysis of teaching coordination chemistry at secondary schools. Coordination chemistry serves as a bridge between inorganic and organic chemistry, expands fundamental concepts and encourages students to think logically. Therefore, it has great importance in continuous chemistry education. The work examines the diversity of teaching methods and explains the disadvantages of teaching coordination chemistry, particularly in terms of nomenclature. It explains why this area is important for chemists. The study analyses the teaching of coordination chemistry in university teacher programs, in school educational programs, in model questions for admission exams for chemically-oriented programs in Prague, and lastly, it addresses the approach to coordination chemistry in secondary school textbooks. The aim of this work is to highlight the inconsistency of school educational programs in the teaching of coordination chemistry, why the teaching of coordination chemistry is limited to nomenclature, and the reasons behind it.

Keywords

coordination chemistry, school curriculum, educational program, chemistry education, secondary school.

Seznam použitých zkratk

ACH – Anorganická chemie

ACH II – Anorganická chemie II

JČU – Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích

LF – Lékařská fakulta

MUNI – Masarykova Univerzita v Brně

OSU – Ostravská Univerzita

PedF – Pedagogická fakulta

PřF – Přírodovědecká fakulta

RVP – Rámcový vzdělávací program

SŠ – Střední škola

ŠVP – školní vzdělávací program

TUL – Technická Univerzita v Liberci

UHK – Univerzita Hradec Králové

UJEP – Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

UK – Univerzita Karlova

UPOL – Univerzita Palackého v Olomouci

VŠ – Vysoká škola

ZČU – Západočeská Univerzita v Plzni

Obsah

1. Cíle práce.....	10
2. Úvod.....	11
3. Teoretická část.....	12
3.1 Co je to koordinační chemie	12
3.2 Pedagogicko-psychologický důsledek vyučování názvosloví	13
3.3 Paměť	14
3.4 Rámcový vzdělávací program anorganické chemie.....	16
3.5 Implementace koordinační chemie do vysokoškolských učebnic	17
4. Praktická část.....	19
4.1 Výuka koordinační chemie na vysokých školách pro učitele	20
4.1.1 Pedagogická fakulta UK v Praze	22
4.1.2 Přírodovědecká fakulta UK v Praze.....	22
4.1.3 Přírodovědecká fakulta MUNI v Brně.....	22
4.1.4 Pedagogická fakulta MUNI v Brně	23
4.1.5 Fakulta přírodně-humanitní a pedagogická TUL v Liberci	23
4.1.6 Fakulta pedagogická na Západočeské univerzitě v Plzni	23
4.1.7 Fakulta pedagogická na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích... 23	
4.1.8 Fakulta přírodovědecká na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích 23	
4.1.9 Ostravská univerzita	23
4.1.10 Univerzita Palackého v Olomouci	23
4.1.11 Univerzita Hradec Králové	24
4.1.12 Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem.....	24
4.2 Obsah koordinační chemie v ŠVP.....	24
4.2.1 Výuka koordinační chemie na SŠ	24
4.2.2 Přehled škol.....	25
4.3 Modelové otázky k přijímacím zkouškám	28
4.3.1 Modelové otázky k přijímací zkoušce na Přírodovědeckou fakultu UK .. 29	
4.3.2 Modelové otázky k přijímací zkoušce na 1. lékařskou fakultu UK..... 31	
4.3.3 Modelové otázky k přijímací zkoušce na 2. lékařskou fakultu..... 32	
4.4 Obsah koordinační chemie ve SŠ učebnicích	33
4.4.1 Přehled středoškolské chemie	34
4.4.2 Chemie v kostce a Chemické názvosloví v kostce	36
4.4.3 Přehled středoškolského učiva chemie	37

4.4.4	Odmaturuj z chemie.....	38
4.4.5	Chemie – komplexní příprava k přijímacím zkouškám na VŠ.....	38
4.4.6	Chemie pro spolužáky – Anorganická chemie (učebnice a pracovní sešit) 39	
4.4.7	Chemie pro čtyřletá gymnázia	39
4.4.8	Obecná a anorganická chemie	42
4.4.9	Chemie na dlani	43
5.	Výsledky.....	45
5.1	Výuka koordinační chemie na VŠ.....	45
5.2	Výuka koordinační chemie na SŠ	45
5.3	Modelové otázky z chemie.....	48
5.3.1	PřF UK.....	48
5.3.2	1. Lékařská fakulta UK.....	48
5.3.3	2. Lékařská fakulta UK.....	48
5.4	Obsah koordinační chemie ve SŠ učebnicích	49
6.	Závěr a diskuse	50
7.	Použitá literatura:.....	52
8.	Přílohy	59

1. Cíle práce

Cílem této práce je analýza výuky koordinační chemie a to:

- v rámci středoškolských učebnic
- v rámci otázek na přijímací zkoušky z chemie
- na středních školách
- na vysokých školách se zaměřením na vzdělávání

2. Úvod

Koordinační chemie je na středních školách velmi opomíjeným oborem. Obecně lze říct, že je to způsobeno obsahem koordinační chemie ve středoškolských učebnicích, nedostatkem času na tuto problematiku, neochotou pedagoga se do tohoto tématu pouštět, a přesvědčením některých pedagogů, že jde o oblast nad rámec poznatků, které by si měli žáci ze střední školy odnést.

Navzdory tomu se pojem koordinační chemie skloňuje v nadpoloviční většině školních vzdělávacích programů. Technicky vzato se žáci ale nesetkají s koordinační chemií jako takovou. Většinou se seznámí jen s názvoslovím a obecnou charakteristikou koordinačních sloučenin. To je nicméně pouze vrchol ledovce a pro ukotvení znalostí a spojení do souvislostí tohoto vědního oboru s běžnou anorganickou, analytickou, organickou chemií a biochemií je to příliš málo.

Je tedy kladen důraz na výuku koordinačního názvosloví. Podstatu koordinační chemie však málokdy vyučující na střední škole vystihnou. K opodstatnění toho, proč se koordinační chemie probírá povrchově jsem prošla středoškolské chemické učebnice a obsahy povinných předmětů budoucích učitelů, ve kterých by se koordinační chemie mohla vyskytovat.

Dle Bloomovy taxonomie vzdělávacích cílů je zapamatování si něčeho jednou ze spodních příček.

3. Teoretická část

V teoretické části práce se věnuji důsledkům vyučování názvosloví z pedagogicko-psychologické stránky věci. Objasňuji, proč není didakticky správné vyučovat názvosloví koordinačních sloučenin bez dalšího výkladu, nebo laboratorního cvičení. Zabývám se obecností rámcového vzdělávacího programu a tím, co z něj plyne pro výuku koordinační chemie na středních školách. V neposlední řadě také tím, jakým způsobem se koordinační chemie dostala do vysokoškolských učebnic.

3.1 Co je to koordinační chemie

Do konce 19. století se dodržovala zásada, že počet valenčních jednotek, kterými se atom váže, je shodný s jeho mocenstvím. (Haber 1990)

Alfréd Werner na oktaedrickém komplexu kobaltu s ammin ligandy definoval vedlejší valenci a položil tak základ koordinační teorii z roku 1893. V roce 1913 za objev nové oblasti chemie získal Nobelovu cenu. (Lawrance 2010)

Koordinační teorie pracuje s předpokladem, že kromě hlavní valence existuje i valence vedlejší, což umožňuje atomu vázat větší počet ligandů. Koncept vedlejší valence není zcela správný, nicméně tato zjednodušená teorie vedla k zavedení koordinační teorie jako takové. Počet vázaných atomů v první koordinační sféře se označuje jako koordinační číslo, které je pro daný ion charakteristické. Sledování optických aktivit a nepatrné disociace těchto sloučenin v roztoku vedlo ke stanovení struktury a studiu spekter, kde se ukázalo, že koordinační číslo nemusí být nutně pro určitý kation konstantní a že není rozdíl mezi hlavní a vedlejší valencí. (Housecroft a Sharpe 2012)

V roce 1916 Lewis interpretoval vazbu centrálního atomu a ligandu jako speciální případ Lewisových kyselin a bází tak, že ligand poskytuje elektronový pár a centrální atom jej přijímá. Dle Lewise jde tedy o specifický typ vazby, která definuje mnohé významné složitější struktury v anorganické a organické chemii. Pro centrální atomy bylo taktéž zjištěno, že pokud se omezíme na vnější orbitály, je nutné je zaplnit 18 elektrony (analogicky s 8 elektronovým pravidlem *p*- prvků). (Housecroft a Sharpe 2012)

Teorie valenčních vazeb vypracovaná Pauligem v roce 1931 dovolila korelaci mezi stereochemií, magnetickými vlastnostmi a charakterem koordinačních vazeb. Teorie valenční vazby se omezuje na sférické uspořádání, tudíž nepopisuje elektronová spektra a nedokáže nic říct o tom, které ligandy tvoří vysokospinové a nízko-spinové komplexy. (Housecroft a Sharpe 2012)

Teorie molekulových orbitalů se dá použít i při popisu strukturních a vazebných poměrů v koordinačních sloučeninách. Na základě této teorie byla vytvořena spektrochemická řada ligandů, která do jisté míry odráží vazbu mezi kovem a ligandem a také stabilitu a chování komplexu s danými ligandy. (Lukeš a Mička 1998) Aplikací kvantové chemie na teorii molekulových orbitalů vznikla teorie ligandového pole, (Housecroft a Sharpe 2012) která popisuje chování sloučenin za pomoci elektronové konfigurace a umístění elektronové hustoty v okolí centrálního atomu. (Haber 1990)

Typem rozštěpu komplexů – velikostí vzniklých energetických rozdílů v závislosti na ligandu – se vysvětluje také magnetické chování a elektronová absorpční spektra. Na konfiguraci iontu kovu tedy lze rozlišit vysokospinový a nízko-spinový stav, zároveň i magnetické a spektrální vlastnosti sloučenin. (Housecroft a Sharpe 2012)

Charakteristickou vlastností *d*- prvků a jejich komplexů je výrazné zbarvení, jež je zapříčiněno přechody elektronů mezi *d-d* orbitály. Spektra komplexů s určitou konfigurací obsahují různý počet různě širokých absorpčních pásů. V závislosti na konfiguraci kovu a přítomnosti či nepřítomnosti středu symetrie, a tedy i tvaru molekuly, jsou komplexy zbarveny s různou intenzitou. (Housecroft a Sharpe 2012)

Chemie koordinačních sloučenin má proto nezanedbatelný význam v biologických systémech, organické katalýze, analytické chemii, kde je využívána ke stanovování přítomnosti daného centrálního atomu, ale i v medicíně. (Klikorka et al. 1989)

3.2 Pedagogicko-psychologický důsledek vyučování názvosloví

Benjamin Samuel Bloom, psycholog zaměřený na výchovu a vzdělávání, vydal Taxonomy of educational objectives, což je práce, na které je postavená Bloomova taxonomie cílů viz Obrázek 1.



Obrázek 1: Bloomova taxonomie cílů, (Smekalová 2021)

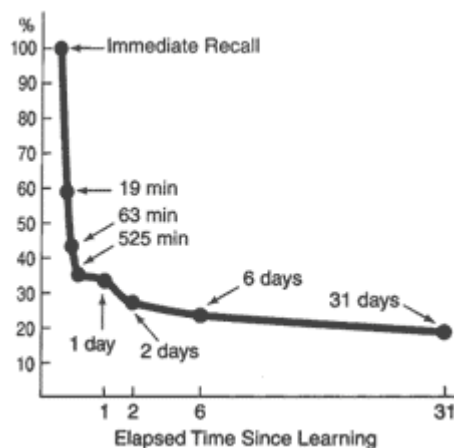
Tato pyramida rozčleňuje cíle dle náročnosti myšlenkových operací, které jsou potřeba k jejich naplnění. Nejvyšší příčky pyramidy jsou nejvděčnější z dlouhodobého důsledku na vzdělání. Nejspodnější příčka pyramidy je naopak zaměřená na faktografické znalosti. Učitel by se měl snažit naplňovat veškeré cíle z pyramidy v postupném pořadí – a to od nejnižší příčky po tu nejvyšší. (Zormanová 2014)

3.3 Paměť

Dle biologických základů paměti jsou rozlišitelné 3 základní stádia paměti – kódování, uchovávání a vybavování. Na to, aby se mohly informace uchovat je potřeba je vnímat neboli zakódovat. Kódování funguje u krátkodobé, dlouhodobé a pracovní paměti odlišně. Hermann Ebbinghaus započal studii ohledně množství položek, které je člověk schopen uchovat v krátkodobé paměti. Podle George Millera je osoba schopna si zapamatovat 7 (± 2) položek. Tyto položky buď uchová dále v pracovní paměti, nebo je nahradí položkami jinými. Pokud by se toto mělo vztáhnout na výuku koordinační chemie, šlo by o situaci, kdy by vyučující pouze četl názvy ligandů, ale dále s nimi nijak nepracoval.

Uložením informací do pracovní paměti a vybavováním si jednotlivých položek lze obejít aktuální zapomínání informací z krátkodobé paměti. Pracovní paměť slouží k řešení problémů, úloh, ale zároveň i ke zpracování a fixování přečteného textu. Z pracovní paměti jsou informace kódovány do dlouhodobé paměti mnoha různými způsoby, nejběžněji se tak děje pomocí opakování, tedy reprodukce informací z pracovní paměti. Při výuce koordinační chemie by tedy již byly nastíněny názvy ligandů, které by sloužily k myšlenkovým operacím zabývajících se tím, jakým způsobem je do závorek poskládat a jak je pojmenovat. Procvičováním názvosloví jsou informace ukládány do dlouhodobé paměti. Dlouhodobá paměť má stejná stádia, nicméně též i několik problémů. U vyvolávání informací z dlouhodobé paměti se setkáme s delší odezvou než u paměti krátkodobé. U dlouhodobé paměti je třeba podnět, který donutí osobu vybavit si konkrétní látku, nebo vzpomínku (příklad: při pohledu na fotografii se nám připomene určitá vzpomínka). Člověk má tendence si znalosti vybavovat spíše na základě použití mnemotechnické pomůcky, což může specificky u koordinačního názvosloví vést k tomu, že po ukončení procvičování názvosloví mozek nevytvoří asociace k vybavení si základních úkonů, které již jednou zvládnul.

Zajímavá je zde křivka vybavování viz Obrázek 2, která značí na kolik informací z původně naučených si člověk po určité době dokáže vzpomenout. Při vztažení této křivky na výuku koordinační chemie na SŠ je možné uvést naučení se stanovené části koordinačního názvosloví pro zvládnutí testu. Při uchovávání znalostí v pracovní paměti problém poznatky replikovat nenastává.



Obrázek 2: Křivka vybavování dle Hermanna Ebbinghause (Nolen-Hoeksema et al. 2012)

Nicméně, ihned po dopsání testu započíná proces zapomínání. Po měsíci, co se aktivně koordinační

názvosloví nevyužívá, zůstává v paměti zhruba 20 % dříve naučené látky. Ráda bych zde zdůraznila, že toto je pouze obecný předpoklad. U tak specifické látky, která ke všemu využívá pouze spodní příčky Bloomovy taxonomie cílů, se tento odhad může lišit. V procesu vybavování si znalostí pak funguje pravidlo, že čím snazší je prvek, který je třeba si zapamatovat, tím jednodušeji se vybavuje. Snáze potom žáci zapomenou na kyselinu ethylendiamintetraoctovou než například na chloridový ligand.

Dle Atkinsona si po delším časovém úseku člověk vybavuje pouze informace, které mají hlubší smysl, jistou souvislost s jinými důležitými poznatky uložené v paměti, nebo jsou z emocionálního hlediska podstatné. Při výuce koordinačního názvosloví, kvůli replikaci této znalosti pouze na test bez propojení souvislostí, nemá mozek potřebu si tyto přebytečné informace pamatovat a postupně je vytěsňuje. (Nolen-Hoeksema et al. 2012)

3.4 Rámcový vzdělávací program anorganické chemie

Proč se žáci učí koordinační názvosloví? Koordinační názvosloví není nikde striktně zadefinováno. V dokumentu sjednocujícím vzdělávání na předškolní, základní, středoškolské úrovni – rámcovém vzdělávacím programu (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy 2022) jsou obecně vypsány výstupy se kterými by měl student z daného institutu odejít. Pro výuku anorganické chemie na gymnáziích platí následující viz Obrázek 3.

ANORGANICKÁ CHEMIE

Očekávané výstupy

žák

- ▶ využívá názvosloví anorganické chemie při popisu sloučenin
- ▶ charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí
- ▶ předvídá průběh typických reakcí anorganických sloučenin
- ▶ využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii

Učivo

- vodík a jeho sloučeniny
- s-prvky a jejich sloučeniny
- p-prvky a jejich sloučeniny
- d- a f-prvky a jejich sloučeniny

Obrázek 3: RVP G, Učivo a očekávané výstupy Anorganické chemie, (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy 2022)

Školy následně dle rámcového vzdělávacího programu (RVP) tvoří školní vzdělávací program (ŠVP), kterým se více věnují v praktické části. Díky takto obecným normám si školy mohou vybrat do jaké hloubky a v jakých tématech se dostanou. Z Obrázek 3 vyplývá, že ve výuce Anorganické chemie na SŠ koordinační chemie být může, ale tedy nemusí. Závisí na konkrétní škole, jakým způsobem to uchopí. Jak uvádí Jan Tupý, největšími pozitivy ve vzdělávacích dokumentech je rozdělení vzdělávacích dokumentů na národní a školní úroveň. Z procesu vývoje pak především zájem většiny pedagogů o nové informace či metody ve vzdělávání, podpora progresivních myšlenek a postupů, zapojení pedagogů do diskusí o nově vznikajících dokumentech i aktivní účast na tvorbě jednotlivých kurikulárních dokumentů a snaha se vzdělávat ve shodě s novými dokumenty či vzdělávacími trendy atd. (Lojdová 2019)

Tím, že vyučující a vedení školy tvoří a upravují ŠVP se zde objevuje otázka: Do jaké míry jsou budoucí pedagogové chemie obeznámeni s koordinační chemií? Kantor musí dodržet zásadu srozumitelnosti, tedy schopnost učitele provádět didaktickou transformaci obsahu. Vyučující vhodným způsobem zjednoduší fakta, poznatky a informace tak, aby

nedošlo k jejich zkreslení a aby bylo možné na ně v dalších letech navázat. (Jančaříková 2022)

3.5 Implementace koordinační chemie do vysokoškolských učebnic

Trvalo to 45 let od Wernerovy Nobelovy ceny, než se koordinační chemie začala více skloňovat v učebních textech. Náznaky se však začaly objevovat již v roce 1948, kdy se v textech objevily jednodušší amminové komplexy. Kirschner si všiml, že výuka chemicky zaměřených vysokoškolských studentů neobsahuje základní koncepty koordinační chemie, které by zmiňovaly témata jako je bioanorganická chemie, změkčování vody anebo koordinační sloučeniny stříbra ve fotografickém průmyslu. Od roku 1948 začala ale vznikat řada nových učebnic, což podnítilo Kirschnera ke zkoumání, kolik z nově vzniklých učebnic obsahuje definici koordinační sloučeniny a uchopení konceptu Lewisovy kyseliny a báze. Celkem bylo zkoumáno 36 knih z čehož 7 nijak nezmiňovalo definici komplexního iontu. Ze zbylých 29 pouze 3 dostatečně popisovaly rozdíl mezi kovalentní a koordinačně kovalentní vazbou. Pouze 11 ze 36 textů zmiňuje Alfréda Wernera. I přes to, že se považuje za důležitější uchopení jeho konceptů, nežli znalost historie koordinační chemie, ve vysokoškolských anorganických textech by toto jméno dle mého názoru chybět nemělo. Co se týče přiblížení koordinačně kovalentní vazby skrze Lewisovu teorii kyselin a zásad, bylo od ní mezi lety 1947 a 1955 upouštěno, neboť se zdálo, že je tento koncept příliš obecný. Na obecných poznátcích se nicméně nejlépe udá představa, která se následně může rozvíjet dále, tudíž byl koncept Lewisovy kyseliny a zásady v později publikovaných učebnicích zachován. I přes revolučnost Kirschnerova zařazení koordinačních sloučenin do jednotlivých kapitol chemie se autor článku domnívá, že by koordinační chemie měla být samostatně vyučovanou kapitolou nebo předmětem, jelikož se znalosti v oblasti koordinační chemie od té doby velmi razantně zvýšily a není možné na koordinační chemii nahlížet pouze jako na podkapitolu. (Clark a Selbin 1961)

V 70. letech minulého století se na trhu objevilo protinádorové léčivo cis-platina, neboli diammindichloridoplatičitý komplex. Využívána byla zejména na rakovinu varlat, vaječníků a močového měchýře. Kvůli vedlejším účinkům, jako je například zvracení nebo poškození ledvin, se začala využívat carboplatina, která má podobné protinádorové účinky, nicméně výrazně menší vedlejší účinky. Sloučeniny interagují s guaninem, kde dusíkaté báze koordinují platinu a vytvářejí vnitřní překřížené řetězce GG párů a tím zabraňují zhoubnému bujení. (Housecroft a Sharpe 2012) Jedná se o velmi zajímavou

oblast, jíž se věnuje řada chemiků. Pro výuku jde o velmi zajímavé téma už jen proto, že dochází k těsnému propojení se životem, což patří k obecným didaktickým zásadám. (Jančaříková 2022)

Výuka koordinační chemie na vysokých školách prošla od 60. let minulého století dlouhým vývojem. Dnešní pohled na stále se rozvíjející oblast spočívá v zasvěcení studentů do výzkumů a aktualizování svých vlastních poznatků.

Učitelé zde nejsou pouhými organizátory a vykonavateli výukových aktivit. Mnoho studentů vlastní bohaté teoretické znalosti, avšak ne nápady, proto by se měl učitel zaměřit na rozšíření obzoru studentů tak, aby se z pasivních posluchačů stali aktivní průzkumníci s podnětnými myšlenkami a aby se prohlubovaly znalosti a trénovaly schopnosti. Z tohoto důvodu by výuka měla obsahovat konkrétní případy na předávání myšlenkových metod a dovedností vědeckého výzkumu. (Lin et al. 2011) Ať už se jedná o postgraduální, pregraduální, nebo o středoškolské studenty, pouhé naslouchání poznatkům není nic oproti pocitu, že na něco člověk sám přijde, něco objeví nebo vytvoří.

4. Praktická část

V teoretické části jsem se zaměřila primárně na to, z jakého důvodu nemá velký význam vyučovat názvosloví koordinační chemie, které nebude mít návaznost na další látku. V praktické části se nyní koncentruji na to, proč tomu tak je a proč se koordinační chemie vyučuje tak, jak se vyučuje či jaké znalosti žáci využijí z koordinační chemie u přijímacích zkoušek.

Nejprve se zaměřuji na to, jakým způsobem se ke koordinační chemii dostanou studenti vysokých škol (dále jen VŠ) učitelských oborů. Našla jsem veškeré VŠ v České republice, které se věnují učitelství chemie. Vyhledala jsem povinné předměty, u kterých existoval předpoklad, že se v nich koordinační chemie bude vyskytovat. Porovnála jsem jednotlivé sylaby předmětů. Poté jsem se přesunula ke středoškolským vzdělávacím programům. Pročetla jsem části, ve kterých se koordinační chemie mohla nacházet a pro přehled jsem zpracovala tabulku ve které jsou zapsána témata, ke kterým se jednotlivé střední školy dostanou. Dále mě zajímalo, co ze znalostí uplatní žáci u přijímacích zkoušek z chemie, proto jsem vyhledala otázky z koordinační chemie v modelových otázkách na vybrané fakulty. V neposlední řadě jsem zanalyzovala, co se o koordinační chemii píše ve středoškolských učebnicích. Zaměřila jsem se na 9 učebnic, podle kterých střední školy (dále jen SŠ) vyučují a vyhledala jsem v nich témata zabývající se koordinační chemií.

Smyslem této části práce bylo zjistit, s jakými znalostmi koordinační chemie odcházejí absolventi oboru učitelství z VŠ, pokud poté plánují vyučovat na SŠ. Chtěla jsem přijít na to, proč se při výuce omezují pouze na určitou látku a jaké k výuce koordinační chemie používají materiály. Zabývala jsem se výukou koordinační chemie hned z několika aspektů:

- Jakým způsobem se vyučuje koordinační chemie na oborech zaměřených na vzdělávání na vysokých školách.
- Jaký je obsah koordinační chemie ve školních vzdělávacích programech různých škol.
- Co je obsahem koordinační chemie ve středoškolských učebnicích a srovnáním starších verzí těchto učebnic s novými vydáními.
- Jaké znalosti z koordinační chemie studenti využijí při přijímacích zkouškách na chemicky zaměřené obory vysokých škol.

Podrobnější anorganická chemie se běžně vyučuje na začátku vyššího gymnázia (kvinta a sexta), nebo u čtyřleté střední školy v prvním a druhém ročníku – stejným rozsahem, nebo méně podrobně. Rychlost a podrobnost probíraného učiva ale vždy vychází z toho, že je třeba stihnout veškeré části rámcového vzdělávacího programu.

Ať už ale se jedná o víceleté, klasické gymnázium, nebo střední školu, v této fázi žák již není tabula rasa a má nějaké znalosti, které mohou vést k pochopení problematiky. V přírodopisu/biologii žák již zná princip fotosyntézy, úvod do fyziologie člověka a základy ekologie. V chemii absolvoval úvod do biochemie, respektive charakteristiku lipidů, sacharidů, proteinů. V obecné chemii už pravděpodobně probral koordinačně kovalentní vazbu a tvary molekul. Pokládala jsem si tedy otázku, zda na tyto poznatky žáci navazují a jakým způsobem jsou obeznámeni s koordinační chemií jakožto samostatnou oblastí, která propojuje anorganickou, organickou chemii a biochemii.

Pro to, abych zjistila, kde pramení potřeba tuto oblast chemie vynechávat, nebo vyučovat pouze názvosloví, věnuji celou jednu kapitolu výuce koordinační chemie na vysoké škole pro učitelky zaměřené obory. Od obsahu kurzů anorganické chemie na vysokých školách se v další kapitole přesunuji k analýze obsahu výuky chemie ve školních vzdělávacích programech na gymnáziích. Poté provádím rešerši také modelových otázek z přijímacích zkoušek na české vysoké školy s chemickým zaměřením, abych zjistila, co žáci z koordinační chemie využijí u těchto zkoušek a v neposlední řadě se též zabývám tím, jakým způsobem se k výuce koordinační chemie staví středoškolské učebnice.

4.1 Výuka koordinační chemie na vysokých školách pro učitele

V této kapitole se věnuji obsahu koordinační chemie v povinných předmětech na vysokých školách pro budoucí učitele a tomu, zda se se základními koncepty koordinační chemie seznámili a v jaké míře. Vyhledala jsem tedy učitelky programy, jejich studijní plány a zaměřila jsem se na povinné předměty Anorganické chemie. V sylabech předmětů jsem následně hledala koncepty koordinační chemie, které následně jsem následně zpracovala do tabulky.

Chemii se zaměřením na vzdělávání vyučuje 9 vysokých škol v České republice. Univerzita Karlova v Praze (UK) dostupné z: <https://is.cuni.cz/studium/login.php>, Masarykova univerzita v Brně (MUNI) dostupné z: <https://is.muni.cz>, Ostravská univerzita (OSU) dostupné z: <https://portal.osu.cz/wps/portal/prohlizeni> a Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (JČU) dostupné z:

<https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html> mají program učitelství chemie jak na fakultě pedagogické, tak i přírodovědecké. Technická Univerzita v Liberci (TUL) dostupné z: <https://stag.tul.cz/portal/studium/prohlizeni.html>, Univerzita Palackého v Olomouci (UPOL) dostupné z: <https://stag.upol.cz/portal/studium/prohlizeni.html>, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (UJEP) dostupné z: <https://portal.ujep.cz/portal/studium/prohlizeni.html> a Univerzita Hradec Králové (UHK) dostupné z: <https://stag.uhk.cz/portal/studium/prohlizeni.html> mají program učitelství chemie pouze na přírodovědecké fakultě. Západočeská univerzita v Plzni (ZČU) dostupné z: <https://portal.zcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html> má program učitelství chemie na pedagogické fakultě. Z Tabulka 1 je patrné, že jednotlivé programy se navzájem liší výukou anorganické chemie. Na TUL, UHK a UJEP je Anorganická chemie jednosemestrální, zatímco na ostatních přírodovědných fakultách dvousemestrální. MUNI, OSU a UHK navíc nemají k přednášce cvičení. (Bílková 2023)

Vybrané kapitoly z anorganické chemie, respektive repetitorium anorganické chemie v navazujícím magisterském studiu, se vyučují na přírodovědecké fakultě UK (pod názvem Anorganická chemie III (b)), přírodovědecké fakultě MUNI, UPOL, UHK a UJEP.

Tabulka 1: Výuka Anorganické chemie na Vysokých školách v České republice

		Bakalářské studium				Magisterské studium	
		ACH		ACH II		Vybrané kapitoly anorganické chemie	
		VŠ	Kredity	Rozsah	Kredity	Rozsah	Kredity
Přírodovědecká fakulta	UK	4	2+2	4	2+2	2	2+1
	MUNI	4	2	4	2	×	×
	OSU	4	2	4	2	×	×
	TUL	5	2+2	×	×	×	×
	UPOL	2	2	3	2+1	2	2
	JČU	5	2+2	5	2+2	×	×
	UHK	3	2	×	×	3	2
	UJEP	6	4+1	×	×	3	2
Pedagogická fakulta	UK	6	2+2	×	×	4	2
	MUNI	4	3	×	×	×	×
	OSU	4	2	4	2	×	×
	ZČU	6	4+1	×	×	×	×
	JČU	4	2+1	5	2+1	×	×

V následujících odstavcích je přehled probírané látky v oblasti základních konceptů koordinační chemie na jednotlivých vysokých školách, které jsem čerpala z portálů těchto škol.

4.1.1 Pedagogická fakulta UK v Praze

Na pedagogické fakultě UK se budoucí učitel v bakalářském studiu setká v obecné části předmětu s teorií krystalového (ligandového) pole a štěpení *d*- orbitalů v oktaedrickém, tetraedrickém a čtvercově planárním poli symetrie. (Havlíček 2019b)

V navazujícím magisterském studiu si student učitelství chemie zapisuje předmět Anorganická chemie II (já ho z principu věci, aby magisterské a bakalářské předměty napříč jednotlivými univerzitami byly uvedeny pospolu, uvádím jako Vybrané kapitoly anorganické chemie), kde jsou zadefinovány spektrální a magnetické vlastnosti koordinačních sloučenin a stereochemie koordinačních sloučenin. (Havlíček 2019a)

4.1.2 Přírodovědecká fakulta UK v Praze

Na přírodovědecké fakultě UK se budoucí učitel setká v bakalářské části studia s dvousemestrálním předmětem. Nejprve projde v zimním semestru předmětem Anorganická chemie I a následně v letním předmětem Anorganická chemie II. Anorganická chemie I rozebírá obecné zákonitosti anorganické chemie a systematiku vodíku a skupiny kyslíku. Anorganická chemie II volně navazuje na tento předmět systematickou částí *p*- prvků a *d*- prvků. Řeší se teorie krystalového a ligandového pole, spektrochemická řada, reaktivita, typy sloučenin, měkké a tvrdé kyseliny, štěpení *d*- orbitalů. Jahnův-Tellerův efekt u skupiny mědi. Spektrochemická řada, reaktivita a měkké, tvrdé kyseliny nejsou v sylabu předmětu zadefinovány, nicméně byly probírány. (Hermann 2020)

V navazujícím magisterském studiu se z oblasti koordinační chemie řeší teorie ligandového pole, názvosloví, fyzikální a chemické vlastnosti koordinačních sloučenin. (Míka 2019)

4.1.3 Přírodovědecká fakulta MUNI v Brně

Na přírodovědecké fakultě MUNI se student učitelství setká s Anorganickou chemií I a II v letním semestru. Anorganická chemie I rozebírá obecné zákonitosti (v menším rozsahu, než je vypsáno na PřF UK) a systematickou část *s*- a *p*- prvků první řady. Anorganická chemie II rozebírá systematickou část zbylých *p*- prvků a *d*- prvků s větším rozsahem na zástupce koordinačních sloučenin. Posledním tématem je role kovů v biologických

systemech, což si myslím, že je značně důležité téma a mohlo by se zařadit i do Anorganické chemie II na PřF UK. (Moravec 2023)

4.1.4 Pedagogická fakulta MUNI v Brně

Anorganická chemie na pedagogické fakultě MUNI neobsahuje žádné učivo z koordinační chemie, které by bylo pevně zdefinované v sylabu předmětu. (Prokeš 2023)

4.1.5 Fakulta přírodně-humanitní a pedagogická TUL v Liberci

Bakalářské studium oboru Chemie se zaměřením na vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci má ve studijním plánu předmět Anorganická chemie, který začíná obecnými zákonitostmi, pokračuje systematickou částí prvků a u 11. tématu o přechodných prvcích dojde k definici komplexů a barevnosti sloučenin. (Exnar 2023)

4.1.6 Fakulta pedagogická na Západočeské univerzitě v Plzni

V Anorganické chemii na Západočeské univerzitě se vyučuje teorie krystalového a ligandového pole a chemie *d*- prvků a jejich sloučenin. (Sirotek 2023)

4.1.7 Fakulta pedagogická na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích

JČU v Českých Budějovicích má Anorganickou chemii I dle sylabu velmi podobnou jako PřF UK. V Anorganické chemii II se 13. a 14. téma zaobírá koordinačními sloučeninami, respektive vazbou, strukturou a vlastnostmi jakožto důsledkem vztahu centrálního atomu a ligandu, organokovovými sloučeninami a anorganickou chemií kolem nás a tudíž zřejmě i bioanorganickými sloučeninami. (Šíma 2023)

4.1.8 Fakulta přírodovědecká na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta JČU v Anorganické chemii I rozebírá obecné zákonitosti a úvod do systematiky prvků. V Anorganické chemii II má každá skupina *d*- prvků zdefinované své vlastní koordinační sloučeniny. (Smatanová Kutá 2023)

4.1.9 Ostravská univerzita

V Anorganické chemii II na OSU je zdefinována systematická část *d*- a *f*- prvků. O koordinační chemii v sylabu zmínka není. Předměty Anorganická chemie I a II jsou stejné pro studenty jak z přírodovědecké, tak z pedagogické fakulty. (Slovák 2023)

4.1.10 Univerzita Palackého v Olomouci

V Anorganické chemii II se vyučuje systematická anorganická chemie. (Kopel 2023) Ve vybraných kapitolách se na navazujícím magisterském studiu zopakují základní pojmy koordinační chemie. Též se pobírá teorie ligandového a krystalového pole, štěpení *d*- orbitalů, stereochemie, reaktivita a metody přípravy koordinačních sloučenin. Následně

se studenti programu učitelství zabývají kinetikou reakcí, typy sloučenin a vybranými biologickými systémy bioanorganické chemie. Předmět s názvem Vybrané kapitoly z anorganické chemie na UPOL je tedy plně zaměřený na koordinační chemii. (Štarha 2023)

4.1.11 Univerzita Hradec Králové

Anorganická chemie vyučována na UHK obsahuje systematickou anorganickou chemii bez koordinační chemie. (Lyčka 2023a) Následná Pokročilá anorganická chemie na navazujícím magisterském studiu se zaměřuje na koordinační sloučeniny. V sylabu tohoto předmětu jsou uvedeny typy ligandů, ovlivnění donor-akceptorových vlastností, izomerie koordinačních sloučenin, stabilita komplexů a chelátový efekt. Předmět dále řeší teorii ligandového pole, organokovové sloučeniny, metody výzkumu struktury a reaktivitu koordinačních sloučenin. (Lyčka 2023b)

4.1.12 Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

Jednosemestrální předmět Anorganická chemie na UJEP probírá z koordinační chemie pouze teorii krystalového a ligandového pole, Jahnův-Tellerův efekt, stabilitu a barevnost komplexů a jejich magnetické vlastnosti. (Šícha 2022a) V navazujícím magisterském studiu se studenti setkají s bioanorganickou chemií, organokovovými sloučeninami, metodami příprav komplexů a stabilizací méně běžných oxidačních stavů centrálních atomů. (Šícha 2022b)

4.2 Obsah koordinační chemie v ŠVP

V této kapitole se zabývám obsahem koordinační chemie ve školních vzdělávacích programech na středních školách. Porovnám jednotlivé ŠVP, sleduji, do jaké hloubky, a jestli vůbec, se na škole vyučuje koordinační chemie. Zajímá mě též, jakým způsobem je rozvrhována výuka anorganické chemie. Zaměřuji se i na semináře, nicméně ne vždy je seminář popsán tak do důsledku, jako běžná výuka.

4.2.1 Výuka koordinační chemie na SŠ

Způsob, jakým bude koordinační chemie na SŠ vyučována, jasně plyne z ŠVP. Ten má samozřejmě své meze a nechává prostor i konkrétnímu vyučujícímu, jakým způsobem látku uchopí. ŠVP pouze shrnuje zásadní očekávané výstupy z daných hodin. Do jaké hloubky, ve kterých tématech SŠ zabředne je dobře pozorovatelné na ŠVP. Samozřejmě to má své meze a vždy závisí na učiteli, jakým způsobem danou látku uchopí, ovšem ŠVP shrnuje zásadní očekávané výstupy z daných hodin.

Pro tuto kapitolu jsem posbírala vzorek o 40 ŠVP z webových stránek škol, přečetla jsem je (respektive jejich části, ve kterých bylo pravděpodobné, že se koordinační chemie bude nacházet) a zpracovala jsem, co z koordinační chemie se vyučuje na jednotlivých školách. (viz

Tabulka 3 v kapitole výsledky) Věnovala jsem se 40 vzdělávacím programům nahodile vybraných gymnázií z Prahy, Brna a zbytku republiky, nicméně vzorek, ze kterého jsem vybírala a čerpala, byl podstatně větší, pouze jsem se setkala s tím problémem, že některé školy ŠVP na svých webových stránkách neuvádějí.

Ze 40 ŠVP bylo v 26 zadefinováno učivo věnující se charakteristice a názvosloví koordinačních sloučenin, z čehož se 9 škol věnuje významným zástupcům a jejich využití. Z těchto 9 škol se 4 věnují barevnosti komplexů a reaktivitě. Pouze jedna škola dále rozebírá izomerie, strukturu a typy komplexů, teorii krystalového pole – vysokospinové a nízkospinové komplexy a spektrochemickou řadu ligandů. Ráda bych poznamenala, že toto jsou pouze data zaznamenaná z ŠVP daných škol. Jakým způsobem ale pojmu výuku jednotliví učitelé, zde uvést nemohu kvůli individualitě každého z nich.

Na 14 školách ze 40 se koordinační názvosloví a charakteristika nevyučuje vůbec. Jelikož jsem však chtěla být co nejvíce objektivní, zařadila jsem do průzkumu i křesťanská, arcibiskupská a humanitní gymnázia. Pakliže mluvím o všeobecných gymnáziích, které nevyučují koordinační názvosloví (nebo to nemají zadefinované v ŠVP), příkláním se k tomu, že je to ta rozumnější varianta. Pokud se žáci naučí koordinační názvosloví a nadále s komplexy nepracují, jedná se pouze o trénování paměti na poznacích, které vesměs v blízké době zapomenou. Nabydou tak představy, že je koordinační chemie podobor velmi nezáživný a zabývá se pouze memorováním složitých názvů koordinačních sloučenin. To je škoda, jelikož koordinační chemie dokáže trénovat nejen logické myšlení, ale i propojovat nebo ucelovat poznatky především z obecné, organické a anorganické chemie, které již žáci mají probrané, nebo se s nimi nadále setkají v dalším chemickém studiu.

4.2.2 Přehled škol

Gymnázium Slovanského náměstí v Brně je jazykově zaměřené gymnázium, kde se s koordinačními sloučeninami žáci v obecném základu nesetkají, nicméně mají možnost si zvolit volitelné semináře a laboratorní cvičení, kde se úlohy z koordinační chemie řeší.

Na semináři z chemie se poté probere obecná charakteristika a názvosloví. (GYMNÁZIUM BRNO SLOVANSKÉ NÁMĚSTÍ 2023)

Biskupské gymnázium (Biskupské gymnázium Brno 2022) v Brně neprolíná koordinační chemii do chemie anorganické. Na semináři se žáci setkají s rozšířením systematické části anorganické chemie. Podobně na tom je gymnázium v Kolíně (Gymnázium, Kolín 2017), Pražské humanitní gymnázium (Pražské humanitní gymnázium 2022), Arcibiskupské gymnázium v Praze (Arcibiskupské gymnázium 2020), Biskupské gymnázium v Českých Budějovicích (Biskupské gymnázium a Církevní základní škola 2009) a gymnázium Palackého v Mladé Boleslavi (Gymnázium, Mladá Boleslav 2007).

Gymnázium Elišky Krásnohorské v Praze nemá přesně nadefinovanou hloubku, do jaké se v anorganických sloučeninách dostanou na semináři. (Gymnázium Elišky Krásnohorské 2019)

Gymnázium Voděradská v Praze má ve školním vzdělávacím programu napsané v podstatě to samé. Na této škole se zřejmě ale žáci setkají i s propojováním souvislostí, avšak stále bez jasně zadefinované výuky koordinační chemie. Seminář se poté zabývá rozšířením látky z běžných hodin chemie. (Gymnázium Voděradská 2009)

Gymnázium Na Zatlance (Gymnázium Na Zatlance 2010), gymnázium Písnická (Gymnázium Písnická 2020) a gymnázium v Chomutově (Gymnázium Chomutov 2017) končí výuku anorganické chemie u průmyslových výrob *d*- prvků. Koordinační chemie se zde nevyučuje.

Gymnázium Špitálská v Praze výuku anorganické chemie a chemie koordinační neprolíná. (Gymnázium Špitálská 2022)

Gymnázium Litoměřická v Praze má 3 volitelné semináře z chemie. Obecný a anorganický seminář, organický a biochemický seminář a komplexní seminář. Poslednímu zmíněnému jsem dávala velkou naději a věřila jsem, že se tam koordinační chemie najde. Nicméně koordinační chemii nejbližším učivem na komplexním semináři je teorie valenční vazby a molekulových orbitalů. Následně si studenti v oktávě mohou zapsat obecný a anorganický seminář, případně i organický a biochemický seminář. (Gymnázium Litoměřická 2022)

Gymnázium Josefa Božka v Českém Těšíně se zabývá názvoslovím koordinačních sloučenin u *d*- prvků. V navazujícím volitelném chemickém semináři se pak zaobírá

obecnou a organickou chemií a biochemií. S komplexy se studenti dále nesetkají. (Gymnázium Josefa Božka 2019)

Gymnázium v Rumburku nevyučuje koordinační názvosloví v rámci běžné výuky, nicméně ve volitelném semináři z chemie se studenti s názvoslovím a významem sloučenin setkají i v laboratorních úlohách. (Gymnázium Rumburk 2022)

První české gymnázium v Karlových Varech má v ŠVP koordinační sloučeniny, ale není zde určeno, do jaké hloubky se učitel dostane. (První české gymnázium v Karlových Varech 2018)

Gymnázium Jírovce v Českých Budějovicích vyučuje koordinační chemii pouze v rámci názvosloví a obecné charakteristiky. Ve volitelném chemickém semináři a cvičeních se poté studenti setkají s komplexotvornou titrací. (Gymnázium Jírovce 2007)

Gymnázium Jana Opletala Litovel vyučuje názvosloví a významné zástupce koordinační chemie. V semináři prohlubuje dříve získané znalosti z anorganické chemie. (Gymnázium Jana Opletala 2018)

Gymnázium Omská (Gymnázium Omská 2013) a Postupická (Gymnázium Postupická 2022) v Praze vyučuje názvosloví a v semináři dále znalosti neprohlubuje.

Gymnázium Ústavní v Praze vyučuje koordinační názvosloví a v navazujícím semináři tyto poznatky rozšiřuje, řeší vliv ligandů na zbarvení komplexů, reaktivitu vybraných prvků, významné zástupce v lidském metabolismu a pyrrolová barviva. (Gymnázium Ústavní 2009)

Gymnázium Botičská v Praze v základu vyučuje názvosloví koordinačních sloučenin a jejich využití. Má na výběr z 5 chemicky zaměřených seminářů ve 3. a 4. ročníku: Analytická chemie, Toxikologie, Repetitorium anorganické a organické chemie, Biochemie a Fyzikální chemie. Repetitorium anorganické a organické chemie opakuje koordinační názvosloví, ve fyzikálním semináři se charakterizuje koordinační sloučenina, její stabilita a udávají se příklady typů sloučenin. (Gymnázium Botičská 2022)

Gymnázium Štěpánská v Praze vyučuje koordinační názvosloví a v semináři se zabývá především organickou chemií a biochemií. (Akademické gymnázium Praha 2009)

Gymnázium Na Pražačce (Gymnázium Na Pražačce 2022), Karlínské gymnázium (Karlínské gymnázium 2009), Jana Nerudy (Gymnázium Jana Nerudy 2017), Budějovická (Gymnázium Budějovická 2009), Chodovická (Gymnázium Chodovická 2009), Čakovice (Gymnázium Čakovice 2022), Na vítězné pláni (Gymnázium Na Vítězné pláni 2020) a Profesora Jana Patočky (Gymnázium prof. Jana Patočky 2009) v Praze vyučuje koordinační názvosloví. V semináři se znalosti z koordinační chemie dále neprohlubují.

Gymnázium Nad Štolou zmiňuje názvosloví koordinačních sloučenin. V praktických přírodovědných cvičení se zaměřuje na barevnou změnu komplexů a její využití v analytické chemii. (Gymnázium Nad Štolou 2008)

Gymnázium Opatov vyučuje názvosloví a významné zástupce. (Gymnázium Opatov 2009)

Na gymnáziu Matyáše Lercha v Brně se vyučuje obecná charakteristika koordinační chemie, názvosloví, struktura, typy a reaktivita koordinačních sloučenin, teorie krystalového pole (včetně vysoko a nízkospinových komplexů), spektrochemická řada ligandů a barevnost komplexů, izomerie a též významní zástupci z řad komplexů. Na chemickém semináři se zaměřují na opakování *p*- prvků z anorganické chemie a obecné, organické chemie a biochemie. (Gymnázium Matyáše Lercha 2007)

Gymnázia Kapitána Jaroše (Gymnázium třída Kapitána Jaroše 2012) a Křenová (Gymnázium Brno, Křenová 2017) vyučují koordinační názvosloví. Na semináři rozšiřují základ anorganické, obecné, organické chemie a biochemie.

Gymnázia v Brně Řečkovice (Gymnázium Brno-Řečkovice 2019) a Elgartova (Gymnázium Brno, Elgartova 2017) vyučují názvosloví a významné zástupce. Na seminářích opakují probrané učivo, ale výuku koordinační chemie nerozšiřují.

4.3 Modelové otázky k přijímacím zkouškám

V této kapitole sleduji obsah koordinační chemie v přijímacích zkouškách z chemie, jelikož mě napadlo, že obsah výuky koordinační chemie na SŠ může následně korelovat s obsahem koordinační chemie v přijímacích zkouškách. Proto jsem sehnala knihy k přijímacím zkouškám, vyhledala jsem v nich otázky zaměřující se na koordinační chemii a zaznamenala jsem, co se z koordinační chemie zkouší a s jakými znalostmi vysoké školy počítají, že studenti přicházejí.

Přijímací zkoušky ověřují znalosti získané během středoškolského studia, případně slouží jako nadstavba toho, s čím se studenti setkají ve vyšším rozsahu na vybraném oboru. Obsah a hloubka otázek u přijímacích zkoušek je spjata s předpokladem, že je poměrně jednotné to, kolik znalostí si studenti odnáší ze střední školy a hlavně, co tyto znalosti obnáší. Jde o vhodný ukazatel toho, proč se na středních školách vyučuje koordinační chemie tak, jak se vyučuje, jelikož v žádných modelových otázkách, které jsem analyzovala není koordinační chemii věnován nijak výrazný prostor.

4.3.1 Modelové otázky k přijímací zkoušce na Přírodovědeckou fakultu UK

Modelové otázky k přijímací zkoušce z chemie na PřF UK viz. Příloha 3 se skládají ze dvou částí: obecná a anorganická chemie a následně organická chemie a biochemie. V obecné a anorganické části se nachází otázky prověřující znalosti v oblasti obecných zákonitostí v chemii, chemických výpočtů, hybridizace, konfigurace, kinetiky reakce a průběhu reakce, názvosloví a vyčíslování rovnic. V části biochemické a organické se poté nachází názvosloví, izomerie, reakční mechanismy daných látek a teoretické otázky zabývající se aminokyselinami, peptidy, sacharidy, lipidy, proteiny a jejich metabolickými drahami. Ke každé otázce jsou navrženy čtyři odpovědi, z nichž je pouze jedna správná.

V otázce 11, 12, 13, 14 a 15 má uchazeč vybrat dvojici sloučenin ve kterých jsou oxidační stavy stejné, kde se mimo jiné nachází červená a žlutá krevní sůl.

Otázka 186 dává za úkol nalézt nesprávné tvrzení o obecných zákonitostech periodické soustavy. Mimo jiné je zde možnost, že maximální oxidační číslo u *d*-prvků nepřesahuje číslo jeho skupiny.

S koordinační chemií se setkávám v otázce 189 a 190, kde je za cíl vybrat jedno správné tvrzení. Jednou z možností je tvrzení, že v amonném kationtu je jedna vazba N–H koordinačně kovalentní a je delší než ostatní N–H vazby. Obdobně tomu je i v otázce 189, kde je namísto amonného kationtu oxoniový kationt. Formulace správné odpovědi obsahuje to, že jedna vazba je kratší (a ne delší, jako tomu bylo v otázce předchozí). Otázka je zjevně zaměřená na test znalostí různých typů vazby.

Hned v následující otázce 191 mají uchazeči za úkol vybrat nesprávné tvrzení o vaznosti sloučenin a prvku. Jednou z možností je určit, že fosfor v $[\text{PF}_6]^-$ je šestivazný. Tato otázka testuje znalost maximálního oxidačního čísla skupiny a znalost převršení mocenství u koordinační chemie a pozornost u čtení otázek.

V otázce 193 uchazeči řeší vazbu v molekule He_2 . Na výběr mají koordinačně kovalentní vazbu, která by se u této neexistující molekuly hledala velmi těžce.

V otázce 345 zaměřené na zjišťování oxidačního čísla telluru se mimo jiné nachází aniont chloridu tellurického.

V otázce 380 je za úkol vybrat správné tvrzení. Vyskytují se v ní dvě možné odpovědi na názvosloví aniontů v koordinačních sloučeninách. Trichloridocínatanový a hexachloridogermaničitanový aniont jsou zapsány do vzorce s jiným nábojem, než je správný.

V otázce 385 uchazeči vybírají nesprávné tvrzení. Nesprávným tvrzením je zde trojvazný BF_4^- .

V otázce 388 mají za úkol vybrat sloučeninu, která se označuje jako hlinitan. Jednou z možností je zde uveden distraktor hexahydroxidohlinitan sodný ve vzorci.

Otázka 389 je slovní zadání chemických rovnic ve kterém mají uchazeči určit jednu látku, která vzniká. Jedná se o smísení roztoku síranu hlinitého a hydroxidu draselného. Vzniká látka A, ke které se následně přidává kyselina dusičná, nebo hydroxid draselný za vzniku čirého roztoku. Na výběr je opět ze čtyř možností, s tím, že ne vždy je k určení látka A, nicméně možnosti obsahují i produkty následné reakce.

Otázka 390 se zaměřuje na ustanovení rovnováhy v závislosti na pH u hlinitého komplexu. Nabízí čtyři různé možnosti ohledně vzniku hydroxidu hlinitého, případně hlinitanu.

V otázce 391 se objevuje reakce gallia s hydroxidy alkalických kovů za vzniku analogického produktu komplexu jako u hliníku.

Otázka 394 navazuje na předchozí dvě otázky. Je zde za cíl zvolit nesprávné tvrzení ohledně dvou zmíněných reakcí beryllia. Reakce popisují amfoterní chování beryllia za vzniku dvou komplexů.

V otázce 413 má uchazeč za cíl vybrat nesprávné tvrzení. Jedna z možností je, že přechodné prvky tvoří řadu koordinačních sloučenin.

Otázka 415 je zaměřena na určování oxidačního čísla komplexů, respektive na nalezení komplexu, který obsahuje centrální atomu kovu s oxidačním číslem +II.

Hydroxid chromitý spolu s jeho vlastnostmi a strukturou nalézám v otázce 419, kde je cílem vybrat správné tvrzení o jeho chování v reakcích nebo o jeho struktuře.

Otázka 428 je otázkou na názvosloví koordinačních sloučenin a na hledání sloučeniny, která obsahuje kobalt v oxidačním stavu $-I$.

Otázka 429 je analogická, obsahuje nikl a hledání sloučeniny s oxidačním stavem 0 .

Otázka 430 obsahuje názvy doprovázené vzorci sloučenin, kde jen jedna z nich je pojmenovaná správně. Na výběr je zde kyselina hexahydroxidoplaticitá v podobě komplexu.

Otázka 435 se zabývá názvoslovím 3 komplexů a chloridu rtuťného, kde je za cíl nalézt přechodný prvek v oxidačním stavu $+I$.

Otázka 436 obsahuje tři reakce ve kterých je znázorněno chování zinku v kyselém a zásaditém prostředí, cílem je vybrat správné tvrzení o reakci.

4.3.2 Modelové otázky k přijímací zkoušce na 1. lékařskou fakultu UK

Modelové otázky k přijímací zkoušce na 1. lékařskou fakultu (viz Příloha 1) obsahují typově podobné otázky jako otázky na PŘF UK. Podstatně větší důraz se dává na biochemickou část, praktické využití sloučenin v lékařství a otázky nejsou rozděleny do sekcí. Jedná se o uzavřené otázky se čtyřmi možnostmi typu multiple choice – jedna až čtyři odpovědi mohou být správně.

Ke koordinační chemii se otázky přiblíží již v otázce 15, kde je znázorněna struktura síranového aniontu. Jednou z možností je, že molekula představuje koordinační komplex kyslíku se sírou.

Podstatu této odpovědi vyvrací otázka 17, kde jsou zapsány 4 příklady: kyselina sírová, amonný kationt, oxonium, sulfan. V otázce se ptají, které sloučeniny obsahují koordinačně kovalentní vazbu.

V otázce 169 je za úkol vybrat správné tvrzení. Jednou z možností je, zda je hořečnatý kationt centrálním atomem tetrapyrrolu v molekule kobalaminu (vitamínu B_{12}).

V otázce 227 se ptají na to, které sloučeniny obsahují heterocyklické složky. Jednou z odpovědí je chlorofyl. Zbylé odpovědi obsahují NAD, ATP a vitamín A. Dle předchozích a následujících otázek ohledně heterocyklů je vidět, že se od uchazečů

očekává zřejmá představa toho, jak tyto sloučeniny vypadají, v čemž se otázky liší od otázek Přírodovědecké fakulty UK.

Otázka 498 se nachází rovnice $\text{CuSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ za úkol je vybrat správná tvrzení o této rovnici. Kde je na výběr kromě komplexotvorné reakce i tvrzení o zapojení volných elektronových párů vody a vytvoření koordinační vazby.

Otázka 499 se zabývá výběrem správného tvrzení ohledně $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Řeší se zde rozdělení sloučeniny na centrální atom a ligandy, kdo komu daruje volný elektronový pár.

Jak se nazývá koordinační sloučenina s větším počtem centrálních atomů je otázka č. 500. Tentokrát je správně pouze jedna odpověď z uvedených a tou je polycentrický (vícejaderný) komplex.

Otázka 501 se zabývá teoreticky zapsaným koordinačním názvoslovím. Klade uchazečům za úkol určit, v jakém pořadí se zapisuje slovně centrální atom a ligand. Jedna odpověď je o určení pádu, pokud má centrální atom oxidační číslo 0.

Otázka 533 se zabývá definicí koordinačně kovalentní vazby.

V otázce 556 je za cíl vybrat jednu ze série možností, která neobsahuje kovalentní vazbu.

4.3.3 Modelové otázky k přijímací zkoušce na 2. lékařskou fakultu

Knihy modelových otázek k přijímacím zkouškám na 2. lékařskou fakultu viz. Příloha 2 je rozčleněna na několik kapitol. Setkáme se s poměrně obsáhle pojatou obecnou chemií. Kapitola anorganické chemie je v této knize zhruba stejně dlouhá jako kapitola chemických výpočtů. Největší důraz se v otázkách klade na organické názvosloví a reaktivitu uhlíkatých sloučenin. V biochemii se zaměřuje na názvosloví a strukturu sloučenin, enzymy, aminokyseliny a peptidy, metabolické děje.

Na straně 28 se setkávám s otázkou ohledně koordinačního čísla. Na straně 31 se nachází otázka ohledně rovnováhy v komplexotvorné reakci, kde na základě znalosti menší disociační konstanty mají uchazeči určit vlastnost – stabilitu, rozpustnost, nebo ionizaci daného komplexu.

Na straně 48 se nachází hned několik otázek z koordinační chemie. Otázky v této knize nejsou očíslované, proto zavádím číslování vlastní.

1. otázka na této straně se zabývá vzorcem modré skalice, kdy musí uchazeči z odpovědí správně vybrat. Na výběr mají vzorec zelené, modré a bílé skalice. Mimo jiné otázka obsahuje vzorec červené krevní soli – hexakyanoželezitan draselný.

2. otázka na této stránce je analogem, ale pro bílou skalici. Namísto krevní soli obsahuje hydratovaný síran draselnohlinitý.

4. otázka se týká znalosti oxidačního čísla prvků. Uchazečů se ptají, který z následujících vzorců nemůže existovat. Na výběr mají z možností žluté a červené krevní soli, s tím že následující možnost obsahuje železo s koordinačním číslem IV a poslední možnost neobsahuje kyanoskupinu v závorce.

5. otázka se zabývá vznikem koordinační sloučeniny „fluoridohlinitanu“ a tím, jaký má tato sloučenina vzorec. Na výběr je ze tří kationtů s jiným počtem atomu fluoru a celkovým nábojem a jednou možností aniontu.

6. otázka se zabývá pojmenováním sloučeniny $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Možnosti se liší v nabízeném počtu ligandů a oxidačních čísel mědi.

Poslední otázka na této straně se zabývá názvoslovím, konkrétně pojmenováním komplexu $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$. Možnosti se zase liší v oxidačním čísle a počtu ligandů.

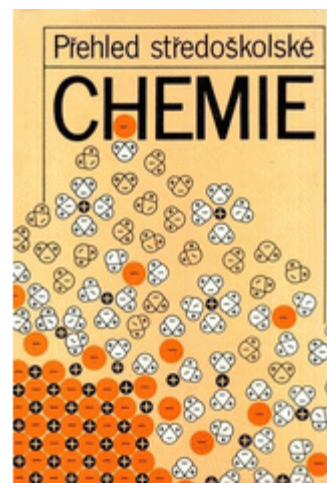
4.4 Obsah koordinační chemie ve SŠ učebnicích

V této části práce se zabývám obsahem koordinační chemie ve středoškolských učebnicích. Středoškolské učebnice jsou jedním z nástrojů, pomocí kterého mohou učitelé odhadnout, jaké znalosti by středoškolští studenti mohli aplikovat v přípravě na vysokou školu. Zásadní jsou hlavně pro začínající učitele, kteří ještě nemají zaběhnutou strukturalizovanou výuku a tvoří si svůj vlastní plán, ale mohou sloužit studentovi i k samostudiu, nebo jako pomůcka při výuce na vyhledávání zásadních poznatků v textu.

Sesbírala jsem knihy pro SŠ, dostupné z Knihovny chemie na PřF UK a vyhledala jsem v nich části zmiňující koordinační chemii a to včetně toho, jakým tématům z koordinační chemie se učebnice věnují a v jakém rozsahu. Zpracovala jsem tabulku (viz Tabulka 4), kde jsem determinovala, jakým tématům se kniha věnuje a jakým nikoliv.

4.4.1 Přehled středoškolské chemie

Přehled středoškolské chemie od Jiřího Vacíka z roku 1990 je obsáhlá středoškolská učebnice, ve které se o existenci koordinační chemie dozvím již v kapitole Složení molekul (strana 86). Zde zjišťuji, že molekuly mohou být buď homonukleární anebo heteronukleární – molekuly snažící se zaujmout tvar makromolekul. Velký a proměnlivý počet částic může utvářet krystaly složené z kovalentně vázaných atomů. Dozvídám se o krystalové struktuře látek, ale také o iontech a molekulách se zvýšenou reaktivitou, jež mohou vytvářet koordinační sloučeniny. Učebnice zde odkazuje na stranu 211, kde se o koordinační chemii dozvídám více.



Obrázek 4: Přehled středoškolské chemie, Jiří Vacík

Na straně 211 je poukázáno na fakt, že koordinační částice netvoří pouze *d*- prvky, nicméně v menší míře i nepřechodné kovy. Učebnice tu klade důraz zejména na vysvětlení složení koordinační částice (centrální atom nebo ion a ligandy) a funkce donor-akceptorové vazby.

Malým textem pod úvodem strany a poznámkou, že se koordinační sloučeniny zapisují do závorek, je zde velmi laxně vysvětleno, že ligandy ovlivňují na sílu ligandového pole. Co je ligandové pole a které ligandy jsou silné, nebo slabé se zde nedozvím. Prvním ze dvou příkladů je $K_3[FeF_6]$, u nějž zjišťuji, že fluoridové ionty vytváří slabé ligandové pole. Fluoridové ionty, resp. jejich elektronové páry obsazují vazebné molekulové orbitály σ . Zaplní se tři nevazebné a dva protivazebné MO. Dochází se zde k závěru, že komplex $K_3[FeF_6]$ je vysokospinový. Dále je zde uveden příklad s komplexem $K_3[Fe(CN)_6]$. Zde se již podmínky Hundova pravidla mění, neboť kyanidové ionty vytváří silné ligandové pole. Pět 3d elektronů se spáruje a zaplní nevazebné orbitály. Elektronové páry kyanidových ligandů zaplní vazebné MO σ a komplex bude nízkospinový (méně paramagnetický než předchozí v závislosti na počtu nepárových elektronů).

Jako středoškolský student bych mohla mít s tímto vysvětlením problém. Po stránce didaktické je takové vysvětlení velmi abstraktní, skoro až nesrozumitelné pro úvod do koordinační chemie. Chybí mi zde motivace. Z jakého důvodu najednou řeším ligandové pole? K čemu slouží? Textu by prospěla i poznámka ohledně diamagnetismu, paramagnetismu, případně odkaz na kapitolu, kde se toto téma probírá detailněji. Uvedení

jednoho příkladu vysokospinového a nízko-spinového komplexu téměř nikdy nezaručí autorovi zachycení podstaty. Na pochopení tohoto tématu VŠ anorganická chemie věnovala dvacet minut přednášky se spoustou příkladů. Očekávat proto, že si z této části student SŠ něco odnese je trochu nadnesené.

Opět se v základním textu dozvídám, co je to koordinační číslo a jeho nejběžnější formy. Názvosloví tvoří základ: ligandy mohou být nabitě/nenabitě, komplexy jsou v závislosti na centrálních atomech a ligandech nabitě/nenabitě. Nachází se zde příklady několika ligandů a koordinačních částic.

V kapitole Vlastnosti koordinačních sloučenin se dozvídám, že koordinační sloučeniny mohou být v chemických syntézách využity jako katalyzátory, v analytické chemii, technologii a jaderné chemii. Dále zjišťuji, že přírodní koordinační sloučeniny jsou neméně důležité, neboť se s nimi setkáme ve formě červeného krevního barviva – hemoglobinu, chlorofylu, vitamínu B₁₂ a který kov je centrální atom těchto sloučenin. Přicházím i k faktu, že se aquakomplexy tvoří ve vodných prostředí, což je velmi opomíjený poznatek.

Po tom, co jsem poměrně obsáhle zjistila, co je vlastně koordinační sloučenina zač, nastala chvíle vrátit se zpátky ke složením molekul, resp. k vlastnostem vazeb. Na straně 103 se dozvídám o existenci koordinačně kovalentní vazby, jakým způsobem vzniká a o jejích vlastnostech. Taktéž přicházím na to, že se koordinačně kovalentní vazba nachází v organických reakcích, například při protonaci dusíku či kyslíku.

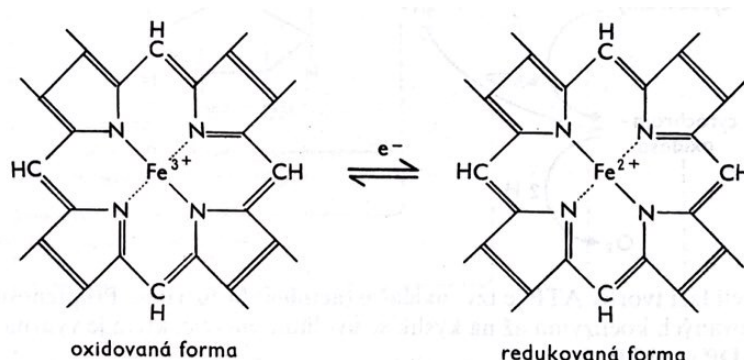
V sekci třídění reakcí na straně 119 se zmiňuje přenos celých skupin atomů nebo molekul.

Kapitola Anorganické sloučeniny na straně 156 přináší informace o organokovových sloučeninách, jejich výskytu a vazbě (kov-uhlík), včetně několika příkladů. Dále zde nalézám zmínku o přírodních koordinačních sloučeninách – chlorofylu a hemoglobinu.

Na straně 170, v sekci popisující vodík a sloučeniny vodíku, se nachází hydridové komplexy. V rámci uvedení tetrahydridoboritanu sodného a tetrahydridohlinitanu lithného jako příkladů popisuje stálost a zmiňuje i jejich redukční a katalytické účinky.

Strana 202 obsahuje sloučeninu boru – borax a jeho využití při výrobě smaltovaných nádob, při úpravě glazur v keramice, pájení kovů.

Kniha obsahuje v části biochemie komplex cytochromu a popis přenášení elektronů viz Obrázek 5. Ve významných osobnostech se nachází Alfred Werner – zakladatel koordinační chemie. (Vacík et al. 1990)



Obrázek 5: Oxidovaná a redukována forma cytochromu (Vacík et al. 1990)

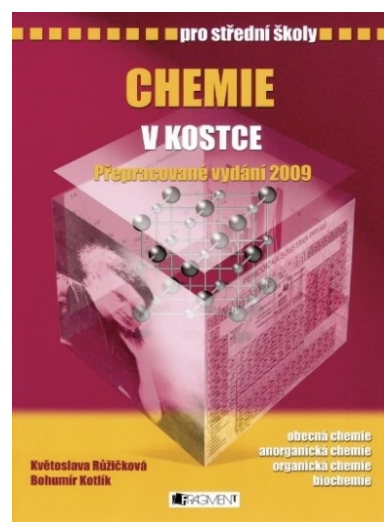
4.4.2 Chemie v kostce a Chemické názvosloví v kostce

Chemie v kostce od Květoslavy Růžičkové, přepracované vydání z roku 2009, obsahuje první zmínku o koordinační chemii u teorie valenčních vazeb. V rámečku Zapamatuj si je kromě kovalentní vazby uvedena i vazba koordinačně kovalentní. Na straně 21 se nachází rozdělení atomů na dárce (donor) a příjemce (akceptor) elektronového páru.

V hybridizaci dostávám příklad oktaedru $[\text{SiF}_6]^{2-}$, $[\text{AlF}_6]^{3-}$ a $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

V systematické části se setkávám s boraxem, bez určení jeho využití. Komplexy $\text{K}_2[\text{SiF}_6]$ a $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ jsou znovu pouze zmíněny, bez určení využití. U Mg a Ca je poznámka, že se nachází v chlorofylu. U vyžihání $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ na oxid hlinitý mají komplexně uvedený vzorec hydrátu.

U systematické části v sekci železa se nachází žlutá krevní sůl a je zde zmínka o analytické reakci s Fe^{3+} a vzniku sraženiny s názvem Berlínská modř. Obdobně je zde analytická reakce červené krevní soli s Fe^{2+} , která způsobí vznik Turnbullovy modři. Zmínka je zde i o hemoglobinu, u kobaltu se nachází zmínka o vitamínu B_{12} a Fisherově soli. U stříbra nacházím kyanidové louhování, u zlata pro změnu velký výčet vzorců koordinačních sloučenin bez uvedení využití. U kadmia a zinku je strohá poznámka o koordinačních sloučeninách s halogenidy. (Růžičková a Kotlík 2009)



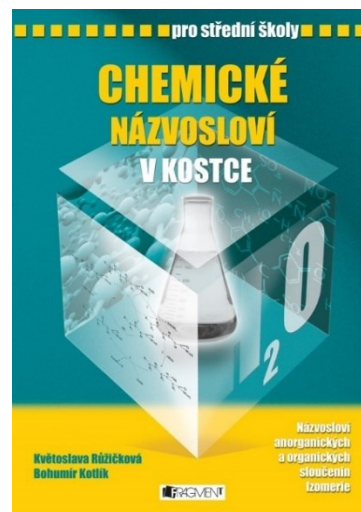
Obrázek 6: Chemie v kostce, Květoslava Růžičková a Bohumír Kotlík

Chemické názvosloví v kostce z roku 2012 znovu popisuje koordinačně kovalentní vazbu, respektive její vznik. Popisuje ligandy, centrální atomy i koordinační čísla sloučenin, ty však velmi chaoticky. Popisuje se zde pořadí centrální atom – ligand ve Wernerových závorkách. Dále zde nalezneme obsáhlé anorganické názvosloví koordinačních sloučenin. (Růžičková a Kotlík 2012)

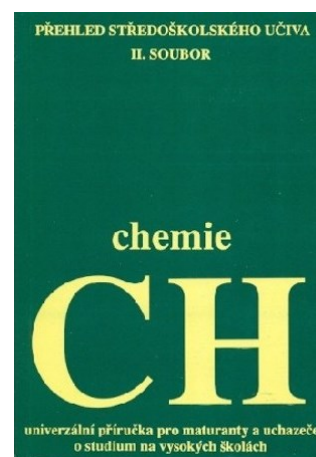
Z didaktického hlediska mě vedou tyto dvě knihy v oblasti koordinační chemie k jedinému závěru. Nalézám zde více stránek s příklady na názvosloví a memorování názvů ligandů, než konceptů a využití koordinační chemie jako takové.

4.4.3 Přehled středoškolského učiva chemie

Přehled středoškolského učiva chemie od Vratislava Šrámka je středoškolská učebnice z roku 1992. V kapitole vazeb mezi atomy a hybridizace tato učebnice popisuje koordinačně kovalentní vazbu s příkladem komplexu vzniklého protonizací amoniaku. Na dvou stranách nalézám vysvětlení koordinačního názvosloví, načež stejně jako u cvičebnice Názvosloví v kostce (Růžičková a Kotlík 2012) následuje řešení chemických rovnic. Využití koordinační chemie zůstává tajemstvím. V systematické části učebnice uvádí příklady nejdůležitějších koordinačních sloučenin železa, opět bez jakéhokoli využití. (Šrámek a Kosina 1992)



Obrázek 7: Chemické názvosloví v kostce, Květoslava Růžičková a Bohumír Kotlík



Obrázek 8: Přehled středoškolského učiva chemie, Vratislav Šrámek a Ludvík Kosina

Kdybych měla brát v potaz celkový koncept učebnice, jedná se „starší verzi“ učebnice Odmaturuj z chemie, jelikož obsahuje shrnutí zásadních témat z chemie. O koordinační chemii je tato kniha nicméně ochuzena, chybí motivace a názvosloví také není zrovna dobře zpracováno.

4.4.4 Odmaturuj z chemie

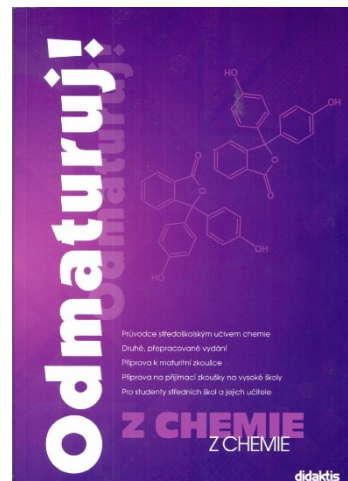
Odmaturuj z chemie od Mariky Benešové z roku 2014 obsahuje kapitolu Struktura a vlastnosti prvků a sloučenin, kde se nachází definice koordinačně kovalentní vazby, definice rozdílu mezi kovalentní a koordinačně kovalentní vazbou a příklad na amonného kationtu. V kapitole Anorganické látky a jejich názvosloví je velmi stručně definováno podle čeho a jak se utváří názvy koordinačních sloučenin. U boru v podkapitole popisující jeho výskyt nalézám vzorce kernitu a boraxu, u boraxu i využití.

U hliníku je zmíněn výskyt kryolitu. U prvků skupiny železa nacházím červenou a žlutou krevní sůl s využitím v textilním průmyslu, při výrobě barviv a v analytické chemii. V sekci biochemie v rámci kapitoly o vitamínech je popsán vitamín B₁₂ a jeho účinky. V téže sekci, ale kapitole o metabolismu, se nachází zmínka o cytochromech – co jsou a jaké mají využití v dýchacím řetězci. (Benešová et al. 2014)

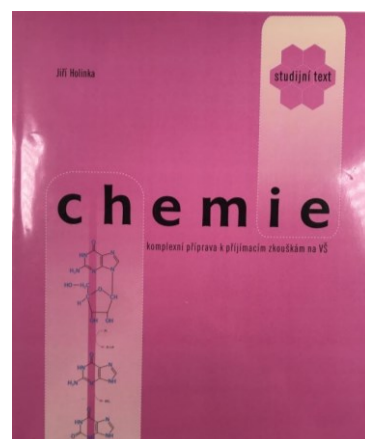
Koncept koordinační chemie je v této učebnici přehledný. Rozumím významu sloučenin, nicméně kniha postrádá uvedení základních významů a využití koordinační chemie.

4.4.5 Chemie – komplexní příprava k přijímacím zkouškám na VŠ

Komplexní příprava k přijímacím zkouškám na VŠ od Jiřího Holinky z roku 2003 obsahuje velmi zdařilé vysvětlení vzniku vaznosti. V anorganických reakcích se dozvídám o komplexotvorných reakcích. Chemie vybraných prvků obsahuje kyanidové loužení, tzv. cementaci – vznik elementárního kovu redukcí neušlechtilým kovem. U rozpouštění kovů se setkávám s rozpouštěním zlata v lučavce královské, za vzniku kyseliny tetrachloridozlatitou. Kniha obsahuje též zmínku o červené a žluté krevní soli,



Obrázek 9: Odmaturuj z chemie, Marika Benešová



Obrázek 10: Chemie – komplexní příprava k přijímacím zkouškám na VŠ, Jiří Holinka

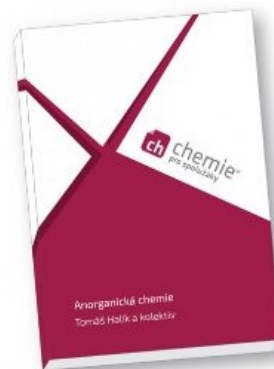
kyseliny tetrachloridozlatitou. Kniha obsahuje též zmínku o červené a žluté krevní soli,

dále i názvosloví a 3 příklady triviálních názvů: Čugajevova sůl, Drechselova sůl, Hofmannova modř. (Holinka 2003)

4.4.6 Chemie pro spolužáky – Anorganická chemie (učebnice a pracovní sešit)

Pracovní sešit Chemie pro spolužáky Tomáše Halíka z roku 2019 obsahuje cvičení na reakci kobaltitého kationtu, pokus berlínské modři a pár komplexotvorných reakcí.

Učebnice anorganické chemie Tomáše Halíka s názvem Chemie pro spolužáky vydaná téhož roku je rozdělená na několik částí: úvod, *s*- prvky, *p*- prvky, *d*- a *f*- prvky. To vše je doprovázené kapitolou o analytické chemii a chemickém průmyslu.



Obrázek 12: Anorganická chemie, Tomáš Halík a kolektiv

Existenci koordinačních sloučenin zjišťují již v kapitole vodíku, kde při výrobě vodíku vzniká kromě něj samotného i koordinační sloučenina, jejíž původ nalézám v hliníku, hydroxidu sodného a vody. Kapitola *p*- prvků, jež řeší triely, obsahuje tu samou reakci, která již byla zmíněna při výrobě vodíku, ale s jinou stechiometrií. Produktem je v tomto případě voda a koordinační částice, což dokazuje amfoterní charakter. Triely (hlavně bor a hliník) v přírodě najdeme zejména v boraxu a kryolitu. V kapitole tetrelů je zmíněna chemická rovnice leptání skla kyselinou fluorovodíkovou za vzniku kyseliny hexafluoridokřemičité. (Halík 2019a)



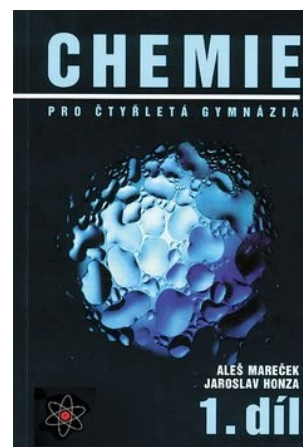
Obrázek 12: Anorganická chemie, pracovní sešit, Tomáš Halík a kolektiv

Pracovní sešit poté obsahuje úlohy řešící názvosloví koordinačních sloučenin a jejich reaktivitu. (Halík 2019b)

4.4.7 Chemie pro čtyřletá gymnázia

Jednou z nejběžnějších knih, od které se v dnešní době upouští je Chemie pro čtyřletá gymnázia od Jaroslava Honzy a Aleše Marečka. Chemie pro čtyřletá gymnázia je třídílná série knih zabývající se obecnou, anorganickou, analytickou, organickou chemií a biochemií.

První díl se zabývá obecnou a anorganickou chemií spolu s anorganickým názvoslovím. Druhý díl navazuje informacemi z oblasti obecné chemie a věnuje se také *d*-prvkům z chemie anorganické a koordinačním sloučeninám, kde zmiňuje názvosloví a charakteristiku. Obsah koordinační chemie se liší v závislosti na vydání. Dále se druhý díl zabývá analytickou chemií a organickou chemií. Třetí díl začíná deriváty uhlovodíků a dále pokračuje s biochemií a metabolismy v biochemii.

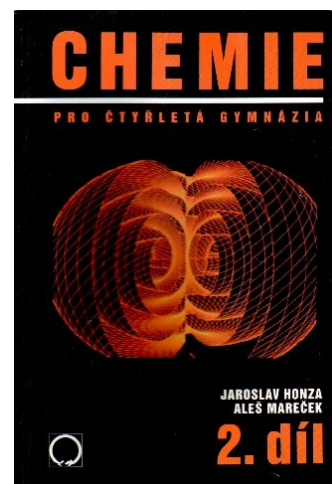


Obrázek 13: *Chemie pro čtyřletá gymnázia, 1. díl, Aleš Mareček a Jaroslav Honza*

V této práci se tedy zabývám převážně druhým dílem této trilogie, jelikož předpokládám, že se v něm nachází více koordinační chemie a také kvůli přepracování vydání, kde se s postupem času mění obsah koordinační chemie. Nicméně jsem nejprve zabředla do prvního dílu a podívala jsem se do systematiky *p*-prvků.

V prvním díle systematické části se na straně 145 nachází hydrolyza kyseliny borité. Objevují zde borax (sůl kyseliny boru), zapsán jako komplex a též mne učebnice seznamuje s jeho využitím. Na straně 148 se setkávám s reaktivitou hliníku a jeho amfoterními vlastnostmi. U dusíku na straně 167 je zmíněn amoniak spolu se svou reaktivita. Taktéž je na této straně rozebírána donor-akceptorová vazba v amonném kationtu. Na straně 181 jsou popsány amfoterní oxidy a též je uveden příklad produktu reakce: tetrahydroxidozinečnan sodný. U vody Honza s Marečkem uvádějí jak krystalohydráty, tak aquakomplexy spolu se stručnou charakteristikou. Na straně 187 se u nejvýznamnějších síranů nachází Glauberova sůl. Po prvcích 8. hlavní skupiny následuje kapitola zabývající se názvoslovím anorganické chemie. (Mareček a Honza 2013)

První vydání druhého dílu této učebnice nejdříve uvádí čtenáře do elektrochemie, tvaru molekul, teorie hybridizace a Lewisovy teorie kyselin a zásad. Na straně 55 začíná kapitola o koordinačních sloučeninách. Ta obsahuje definici koordinačních sloučenin včetně typu vazby v nich a dále se odkazuje na předchozí kapitolu. Také zmiňuje rozdělení sloučenin podle koordinačního čísla a to včetně příkladů



Obrázek 14: *Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. díl, Jaroslav Honza a Aleš Mareček*

sloučenin, kde se nachází centrální atom s daným koordinačním číslem, a jejich běžnosti. U koordinačního čísla 4 kniha uvádí možnost tetraedrického, stabilnějšího anebo čtvercového uspořádání. U koordinačního čísla se dozvídám o tom, že je nejběžnější a že se takto koordinuje celá řada komplexů s kobaltitým kationtem. Následuje podkapitola věnující se koordinačnímu názvosloví a také poznámka o vícejaderných a chelátových komplexech. Další podkapitola rozebírá vazebné poměry v koordinačních sloučeninách. Odkazuje na složitější teorii molekulových orbitalů a vysvětluje teorii krystalového pole. Osvětluje čtenářům, jakým způsobem štěpí ligandy degenerované *d*- orbitaly centrálního iontu u komplexů oktaedrických, tetraedrických a čtvercových. Vysvětluje se zde, jak jsou rozděleny energie a jakým způsobem je definována teorie krystalového pole. Dochází zde i k popisu principu tvorby vysoko a nízkospinového komplexu. Bez zmínění Jahn a Tellera je zde uveden jeho efekt a rozdíl tetraedrického a oktaedrického komplexu. Další podkapitola se věnuje barevnosti koordinačních sloučenin. Řeší schopnost absorbovat určité množství energie v podobě kvanta viditelného světla a přibližuje to, že daná barva souvisí s jednotlivými typy přechodů (které již kniha ale neřeší). Zmiňuje, že energie, respektive rozdíl energií v krystalovém poli, a ligandy, které se na centrální atom naváží, rozhodují o barvě komplexů. Taktéž popisuje spektrochemickou řadu ligandů. Kniha taktéž zmiňuje, že rozlišení vysokospinového a nízkospinového komplexu umožňuje předpokládat magnetismus sloučenin. Následují příklady na procvičení názvosloví koordinačních sloučenin. Zbytek knihy je věnován mimo jiné kovům a kovové vazbě. (Mareček a Honza 1995)

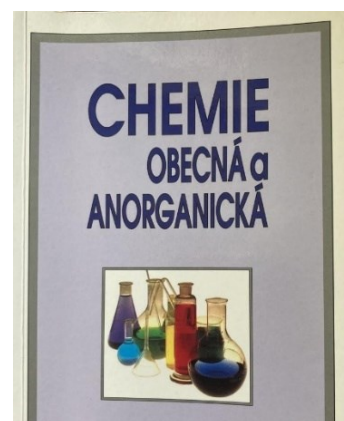
Druhý díl, třetí vydání, začíná stejnými tématy. V kapitole o koordinačních sloučeninách je nejdříve obecná charakteristika, ale zmiňují zde i převršení mocností. Jako příklady slouží modrá skalice, žlutá krevní sůl a cis-platina, základní složka léčby rakoviny. Kapitola pokračuje odstavcem o tom, co je to koordinační číslo a též zmiňuje, že těmi nejběžnějšími jsou koordinační čísla 4 a 6. Jsou zde uvedeny příklady kovů v oxidačních stavech, které mají tvar tetraedrický a oktaedrický, nicméně chybí tu jakékoliv vysvětlení, proč tomu tak je. O něco podrobnější je poznámka o chelátech a o jejich využití v analytické chemii, to vše doplněné o informace o více donorových atomech. Vysvětlení barevnosti komplexů je zde obdobné jako u prvního vydání. Do knihy byla přidána poznámka o využití koordinačních sloučenin v organických syntézách, ve vitamínů B₁₂, chlorofylu, červeném krevním barvivu a či o využívání komplexů platiny v léčivech proti

rakovině (cytostatikách). V poslední části knihy se nachází kapitola o názvosloví koordinačních sloučenin. (Honza a Mareček 2002)

Čtvrté, opravné, vydání se od vydání třetího v koordinační chemii kromě slovosledu v pár větách neliší. Z knih byla postupem času odstraněna spektrochemická řada ligandů a štěpení *d*- orbitalů. Tyto koncepty byly nahrazeny teoretickými znalostmi ohledně komplexů. (Honza a Mareček 2014)

4.4.8 Obecná a anorganická chemie

Knih *Obecná a anorganická chemie* od Vratislava Šrámka z roku 2005 obsahuje stručné zpracování dvou oblastí chemie, které jsou již zmíněné v názvu: chemie obecná a anorganická. Do strany 70 se kniha zabývá obecnými zákonitostmi v chemii, na kterou navazuje systematická část chemie anorganické. Od strany 211 do konce se v knize probírá názvosloví a chemické výpočty. Kniha je velmi přehledně zpracována, nicméně nedává mi zde moc smysl,



Obrázek 15: *Obecná a anorganická chemie* od Vratislava Šrámka

z jakého důvodu se červená a žlutá krevní sůl vyskytují u sloučenin uhlíku. Já sama bych ze strategického hlediska uvítala zařazení těchto sloučenin spíše do chemie železa, jelikož kapitola železa neobsahuje žádnou koordinační sloučeninu, i přestože je triáda železa na tyto sloučeniny velmi bohatá.

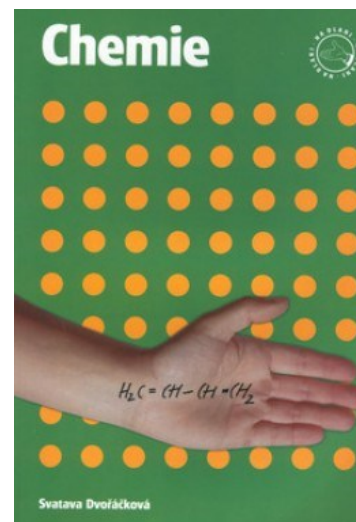
Na straně 45 kniha uvádí koordinačně kovalentní vazbu spolu s vysvětlením toho, jakým způsobem jsou v ní sdíleny elektrony. Jako příklad koordinačně kovalentní vazby slouží amonný kationt. Strana 51 uvádí, že koordinační sloučeniny se nachází v závorkách. Na straně 54 jsou u typů chemických reakcí uvedené komplexotvorné reakce, vznik komplexů a jejich obecná charakteristika. Tato strana též přibližuje fakt, že nejběžnější koordinační číslo je 4 a 6. Tvary molekul zde nicméně uvedené nejsou. Naopak je zmíněna informace, že se u komplexů se s koordinačními čísly 2-8. S tím bych si dovolila nesouhlasit, jelikož u *f*- prvků je nejtypičtější koordinačním číslem číslo 9. Strana 54 dále pokračuje uvedením příkladů komplexotvorných reakcí. Jedním z nich je reakce chloridu stříbrného a amoniaku za vzniku $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ a Cl^- (kationtu diamminstříbrného a chloridového aniontu). Taktéž je zde uváděn síran měďnatý a vznik komplexu tetraaquaměďnatého. Strana 54 též zmiňuje, že po přidání amoniaku k tomuto komplexu dojde ke zintenzivnění modrého zbarvení. Následně je zde uvedeno využití koordinačních sloučenin v analytické chemii, tedy i důkazy kovových iontů a vznik rozpustných

komplexů. Na straně 137 nacházím v bezkyslíkatých sloučeninách uhlíku žlutou a červenou krevní sůl, nicméně už zde není napsáno jejich využití. Taktéž se zde objevuje nitroprussid sodný $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN}_5)\text{NO}]$, opět bez zmínky využití. Kniha samozřejmě uvádí i amfoterní vlastnosti hliníku a zinku. Na straně 178 je v přehledu sloučenin molybdenu uvedena molybdenová soluce a její využití. Na straně 188 u sloučenin stříbra je zmíněna reaktivita chloridu stříbrného. Na následující straně je uvedena izolace zlata kyanidovým loužením. Na straně 205 se nachází opakovací otázky, kde je u jedné z nich cílem pojmenovat koordinační sloučeniny (žlutá a červená krevní sůl a nitroprussid sodný). Na straně 220 je uveden přehled základního koordinačního názvosloví, charakteristika komplexů a jsou zde taktéž uvedeny dva příklady na procvičení. (Šrámek 2005)

Tato kniha velmi zdařile otevírá téma kinetiky komplexů. V systematické části se věnuje zástupcům koordinačních sloučenin a i přes nepřesnosti v maximálním koordinačním čísle a nelogičnosti uvedení červené a žluté krevní soli u sloučenin uhlíku se v ní orientuje velmi dobře. Neobsahuje přebytečné informace a shrnuje zejména to důležité z významu komplexů.

4.4.9 Chemie na dlani

Chemie na dlani od Svatavy Dvořáčkové je 170stránková kniha z roku 2002 obsahující oproti všem ostatním výše uvedeným jednu velmi důležitou položku – biologický význam sloučenin, zejména v anorganické části. Anorganická část je zde velmi přehledně zpracována, nicméně u většiny komplexů, jenž jsou uvedeny ve sloučeninách daného prvku chybí jejich využití. Kniha je rozčleněna na obecné pojmy v chemii, anorganickou chemii, obecnou chemii, organickou chemii, biochemii a končí chemickými výpočty. Existence koordinačně



Obrázek 16: Chemie na dlani, Svatava Dvořáčková

kovalentní vazby je zmíněna hned na straně 13. Na straně 38 je uveden komplex hexafluoridohlinitan trisodný včetně reaktivity a využití. Strana 45 zmiňuje sloučeniny železa – červenou a žlutou krevní sůl, nitroprussid sodný a hexathiokyanatoželezitan železitý. K těmto sloučeninám opět neuvádí žádné využití. U sloučenin kobaltu se setkávám s komplexem hexanitritokobaltitanu draselného, ale jeho využití se opět nedozvím. Sloučeniny mědi (strana 47) uvádí komplexotvornou reakci hydroxidu měďnatého a amoniaku. Je zde uveden síran tetraaminměďnatý, který zesiluje

modrofialové zbarvení. Je zde zmínka o biologickém významu sloučenin mědi na konci této kapitoly. Mimo jiné je zde totiž uveden vliv měďnatých kationů na hemoglobin, vznik chelátu a následně jeho vliv v enzymech. U sloučenin stříbra je popsána reaktivita chloridů a bromidů obdobně jako v obecné a anorganické chemii Vratislava Šrámka. (Šrámek 2005) V knize jsou též uvedeny amfoterní vlastnosti zinku a hliníku. Na straně 52 je zmíněn molybdenan amonný spolu se svou reaktivitou. V obecné chemii na straně 55 jsou vysvětleny komplexotvorné reakce. V organické části jsou na straně 114 uvedeny pětičlenné heterocykly s jedním heteroatomem, důraz je poté kladen zejména na biologicky významné cyklické tetrapyrroly a jejich důležitost. V biochemické části u vitamínů je zmínka o kobalaminu. (Dvořáčková 2002)

5. Výsledky

5.1 Výuka koordinační chemie na VŠ

Z 12 programů s různorodou výukou anorganické chemie vyhodnocuji velké výkyvy ve výuce koordinační chemie mezi školami. OSU počítám jako jeden, jelikož jak již bylo zmíněno, Přírodovědecká i Pedagogická fakulta zaštiťují stejné předměty Anorganické chemie. Dle sylabů vysvětlují základní koncepty koordinační chemie na UJEP, UHK, UPOL, ZČU a UK. PřF JČU a PřF MUNI rozebírají koordinační sloučeniny v rámci systematické části. Zajímavý je rozdíl PřF a PedF JČU, kdy dle sylabu předmětu PedF věnuje větší důraz na pochopení dané problematiky. OSU a PedF MUNI vůbec neprolíná koordinační chemii do chemie anorganické.

Tabulka 2: Výuka koordinační chemie na VŠ

	VŠ	Příklady koordinačních sloučenin a jejich využití	Fyzikální a chemické vlastnosti komplexů	Teorie krystalového a ligandového pole	Reaktivita a barevnost koordinačních sloučenin	Typy a izomerie sloučenin	Role kovů v biologických systémech
Přírodovědecká fakulta	UK	✓	✓	✓	✓	✓	×
	MUNI	✓	✓	×	×	×	✓
	OSU	×	×	×	×	×	×
	TUL	✓	×	×	✓	×	×
	UPOL	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	JČU	✓	×	×	×	×	×
	UHK	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	UJEP	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pedagogická fakulta	UK	✓	✓	✓	✓	×	×
	MUNI	×	×	×	×	×	×
	OSU	×	×	×	×	×	×
	ZČU	✓	✓	✓	×	×	×
	JČU	✓	✓	×	×	✓	✓

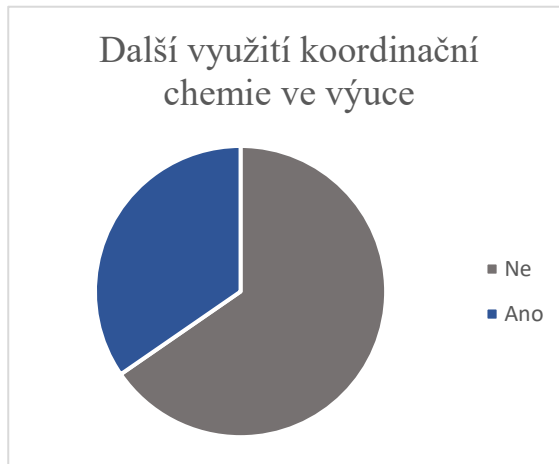
5.2 Výuka koordinační chemie na SŠ

Ze 40 škol, které jsem v rámci bakalářské práce podrobila průzkumu, jich 14 neuvádí výuku koordinační chemie vůbec. Ze zbylých 26 škol pouze 9 pracuje s koordinační chemií v další výuce. Nejlépe je na tom Gymnázium Matyáše Lercha v Brně. Koordinační názvosloví je tedy vyučováno na 65 % škol z mého vzorku. Zbylých 35 % názvosloví nemá nijak zdefinované v ŠVP (viz Graf 1). Z 26 škol využije koordinační

chemii v další výuce 9 škol. Což je přibližně 65 % škol, které zůstanou u názvosloví a obecné charakteristiky koordinačních sloučenin (viz Graf 2).



Graf 2: Výuka koordinačního názvosloví na SŠ



Graf 2: Další využití koordinační chemie ve výuce

Tabulka 3: Obsah koordinační chemie v ŠVP

Škola	Obecná charakteristika a názvosloví	Reaktivita sloučenin	Teorie krystalového pole - síla krystalového pole (nízkospinové a vysokospinové komplexy)	Spektrochemická řada ligandů	Barevnost komplexů	Izomerie koordinačních sloučenin, struktura a typy sloučenin	Významní zástupci a využití
Gymnázium Matyáše Lercha, Brno	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gymnázium Kapitána Jaroše, Brno	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Křenová, Brno	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Slovanské Náměstí, Brno	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Brno-Řečkovice	✓	×	×	×	×	×	✓
Gymnázium Brno, Elgartova	✓	×	×	×	×	×	✓
Biskupské gymnázium Brno	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Chodovická, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Čakovice, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Elišky Krásnohorské, Praha	×	×	×	×	×	×	×

Škola	Obecná charakteristika a názvosloví	Reaktivita sloučenin	Teorie krystalového pole - síla krystalového pole (nízkospinové a vysokospinové komplexy)	Spektrochemická řada ligandů	Barevnost komplexů	Izomerie koordinačních sloučenin, struktura a typy sloučenin	Významní zástupci a využití
Gymnázium Na Vítězné pláni, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Voděradská 2, Praha	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium prof. Jana Potočky, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Budějovická, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Opatov, Praha	✓	×	×	×	×	×	✓
Gymnázium Jana Nerudy, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Na Zatlance, Praha	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Nad Štolou, Praha	✓	✓	×	×	✓	×	✓
Gymnázium Písecká, Praha	×	×	×	×	×	×	×
Karlínské gymnázium, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Špitálská, Praha	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Litoměřická, Praha	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Na Pražačce, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Štěpánská, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Botičská, Praha	✓	✓	×	×	✓	✓	✓
Gymnázium Ústavní, Praha	✓	✓	×	×	✓	×	✓
Pražské humanitní gymnázium	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Postupická, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Omská, Praha	✓	×	×	×	×	×	×
Arcibiskupské gymnázium, Praha	×	×	×	×	×	×	×
Křesťanské gymnázium, Praha	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Kolín	×	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Jírovcova, ČB	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Chomutov	×	×	×	×	×	×	×
První české gymnázium Karlovy Vary	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium Rumburk	✓	×	×	×	×	×	✓
Gymnázium J. Božka, Český těšín	✓	×	×	×	×	×	×
Gymnázium J. Opletala, Litovel	✓	×	×	×	×	×	✓
Gymnázium Palackého, Mladá Boleslav	×	×	×	×	×	×	×

Škola	Obecná charakteristika a názvosloví	Reaktivita sloučenin	Teorie krystalového pole - síla krystalového pole (nízkospinové a vysokospinové komplexy)	Spektrochemická řada ligandů	Barevnost komplexů	Izomerie koordinačních sloučenin, struktura a typy sloučenin	Významní zástupci a využití
Biskupské gymnázium J.N. Neumanna, ČB	×	×	×	×	×	×	×

5.3 Modelové otázky z chemie

5.3.1 PŘF UK

V modelových otázkách na PŘF UK se 31 z 874 otázek zabývá koordinační chemií. Příjímácké zkoušky na tuto fakultu testují znalosti koordinační chemie na úrovni názvosloví sloučeniny, převršení mocností ve sloučeninách a typu vazby ve sloučenině. Zkoumají znalosti uchazečů v oblasti vlastností prvků, jejich amfoterního chování za vzniku komplexů a také chování při komplexotvorných reakcích.

5.3.2 1. Lékařská fakulta UK

V modelových otázkách na 1.LF je 11 z 642 otázek zabývajících se koordinační chemií. U přijímacích zkoušek na 1. lékařskou fakultu se setkávám spíše s otázkami ohledně klinické biologie, případně organické chemie. Přesah do koordinační chemie je evidentní pouze u vaznosti sloučenin, charakteristiky a názvosloví.

5.3.3 2. Lékařská fakulta UK

V modelových otázkách na 2.LF je 9 z asi 1128 otázek, které zabředávají do koordinační chemie. U přípravy na přijímací zkoušky 2. lékařské fakulty se uchazeči setkají s definicí koordinačního čísla, názvoslovím a také otázkou ohledně rovnováhy v komplexotvorné reakci. Obdobně jako u otázek na 1. lékařskou fakultu jsou přijímací zkoušky spíše zaměřeny na biochemii, organickou chemii a vliv léčiv na fyziologické a biochemické procesy.

5.4 Obsah koordinační chemie ve SŠ učebnicích

Většina učebnic obsahuje vysvětlení koordinačně kovalentní vazby, názvosloví, určitý příklad koordinační sloučeniny a její využití. Z Chemie pro čtyřletá gymnázia byla postupem času odstraněna kapitola s teorií krystalového pole a následně nahrazena teorií o chelátech a cisplatině. Chemie na dlani má v anorganické části odstavec s přesahem do biochemie. Obecná a Anorganická chemie velmi zdařile otevírá kinetiku koordinačních sloučenin.

Tabulka 4: Obsah koordinační chemie ve středoškolských učebnicích

Učebnice	Koordinačně-kovalentní vazba	Významný zástupci a jejich využití	Základní pojmy: centrální atom, ligand, koordinační číslo	Názvosloví koordinačních sloučenin	Teorie krystalového pole	Spektrochemická řada ligandů	Vysokospinový a nízospinový komplex	Barevnost sloučenin	Reaktivita koordinačních sloučenin	Přesah anorganické chemie do chemie organické
Přehled středoškolské chemie, Jiří Vacík	✓	✓	✓	✓	×	×	✓/×	×	×	×
Chemie v kostce, Květoslava Růžičková	✓	✓	✓/×	✓	×	×	×	×	×	×
Přehled středoškolské chemie, Vratislav Šrámek	✓	✓	✓/×	✓	×	×	×	×	×	×
Odmaturuj z chemie, Marika Benešová	✓	✓	×	✓/×	×	×	×	×	×	×
Chemie – komplexní příprava k přijímacím zkouškám na VŠ, Jiří Holinka	✓	✓	✓	✓/×	×	×	×	×	×	×
Chemie pro spolužáky, Anorganická chemie, Tomáš Holinka	✓	✓/×	×	✓	×	×	×	×	×	×
Chemie pro čtyřletá gymnázia, Jaroslav Honza a Aleš Mareček, 1. vydání	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×
Chemie pro čtyřletá gymnázia, Jaroslav Honza a Aleš Mareček, 3. vydání	✓	✓	✓	✓	×	×	×	✓	×	×
Obecná a Anorganická chemie, Vratislav Šrámek	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	✓	×
Chemie na dlani, Svatava Dvořáčková	✓	✓	×	×	×	×	×	✓/×	✓	✓

6. Závěr a diskuse

Při sumarizaci výsledků docházím k následujícím závěrům.

Vysokoškolská anorganická chemie po republice má v programech velmi různorodé hodinové dotace a liší se taky obsahem kurzů. UJEP, UHK, UPOL, ZČU a UK mají ve výuce Anorganické chemie stanoveny základní koncepty koordinační chemie na kterých se dá rozvíjet logické myšlení studentů.

V této kapitole jsem procházela pouze sylaby dostupné z webových stránek. Pakliže sylaby nejsou aktualizované, případně v nich nejsou vypsány souhrnné kapitoly z koordinační chemie, mohlo dojít ke zkreslení výsledků. Chyby v této kapitole mohly být taktéž způsobené nepříliš pečlivou analýzou předmětů.

Ve školních vzdělávacích programech na SŠ je ke koordinační chemii přistupováno různě. Ač má středoškolské vzdělání jasně definován hodinový rozsah výuky chemie, tak se ve výuce koordinační chemie značně liší. Od Gymnázia Matyáše Lercha v Brně, kde je v ŠVP zadefinováno z koordinační chemie pomalu více konceptů než na některých vysokoškolských anorganických kurzech, přes 20 % dalších škol, které nadále pracují s koordinační chemií minimálně ve formě významných zástupců a jejich využití, skrze 42,5 % dalších, které vyučují pouze názvosloví a obecnou charakteristiku až po střední školy, které nevyučují koordinační názvosloví vůbec, což je celkem 35 % středních škol z mého vzorku.

V této kapitole jsem procházela ŠVP 40 SŠ, které mají jasně definované jednotlivé kapitoly. Vždy ale závisí na individuálním přístupu jednotlivých vyučujících, tudíž zde může docházet ke zkreslení výsledků též. Chyby v této kapitole mohly být také způsobené nepříliš pečlivou analýzou ŠVP.

Z pohledu skládání přijímacích zkoušek na přírodovědně zaměřené obory však nejde o tak špatné výsledky, neboť u přijímacích zkoušek se uchazeči mohou setkat obvykle pouze s otázkami na základní pojmy, názvosloví či komplexotvorné chemické reakce objevující se při amfoterním chování prvků. Otázkou zůstává, zda jde o didakticky správný krok, testovat studenty ze znalostí názvosloví z oblasti chemie, která by mohla být pojata daleko zajímavějším stylem vyučování. Dokud ovšem nebudou existovat vhodná skripta v českém jazyce, úlohy, nebo učebnice řešící základní koncepty koordinační chemie jak pro chemiky, tak pro učitele se zaměřením na chemické vzdělávání, koordinační chemie neprotne středoškolské vzdělávání ve vyšší míře.

Co se týká středoškolských učebnic, každá kniha přistupuje k výuce koordinační chemie rozdílným způsobem a to i v případě, že se jedná o stejnou knihu, ale novější vydání. Od přehledu středoškolské chemie Tomáše Halíka, kde je velmi složitým způsobem popsán vysokospinový a nízkospinový komplex mohou pokračovat až po Chemii v kostce od Květoslavy Růžičkové, která koordinační chemii nevěnuje téměř žádný prostor, nicméně do doprovodné knihy s názvoslovím spolu s Bohumírem Kotlíkem vkládá skoro až nepřiměřené množství ligandů oproti jiným učebnicím.

Chyby v této kapitole mohly být způsobené nepříliš pečlivou analýzou obsahu učebnic. Zároveň je možné, že učitelé používají jiné učebnice nezahrnuté do analýzy.

Na závěr bych ráda podotkla, že učitel v této oblasti nemá vůbec jednoduchou úlohu. Musí najít balanc mezi minimálními požadovanými znalostmi k přijímacím zkouškám na vysokou školu, ŠVP a učebním textem, který v této oblasti není vždy ideální a propojit tyto poznatky se základními koncepty koordinační chemie tak, aby nastínil, ale zároveň nezkreslil problematiku pro navazující vzdělání. Způsob, jakým toho docílit bych ráda rozebrala ve svých následujících pracích.

7. Použitá literatura:

AKADEMICKÉ GYMNÁZIUM PRAHA, ŠVP 79-41-K/41, 2009. *ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.agstepanska.cz/cs/site/n_skola/zakl_udaje/svp_ag.pdf

Anon., 2020. *Modelové otázky k přijímací zkoušce z chemie na Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy*. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. ISBN 978-80-7444-075-5.

ARCIBISKUPSKÉ GYMNÁZIUM, ŠVP 79-41-K/41, 2020. *Osm svobodných umění – Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání a gymnázium* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.arcig.cz/tema/skolni-vzdelavaci-program-svp>

BENEŠOVÁ, Marika, Erna PFEIFEROVÁ a Hana SATRAPOVÁ, 2014. *Odmaturuj! z chemie*. 2. Brno: Didaktis spol. s.r.o. ISBN 978-80-7358-232-6.

BÍLKOVÁ, Petra, 2023. *Pregraduální příprava učitelů chemie na vysokých školách ČR*. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie.

BISKUPSKÉ GYMNÁZIUM A CÍRKEVNÍ ZÁKLADNÍ ŠKOLA, ŠVP 79-41-K/41, 2009. *Jan Nepomuk Neumann - Školní vzdělávací program Biskupského gymnázia České Budějovice* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: http://www.bigy-cb.cz/bigy/wp-content/uploads/SVP_4L_2019.pdf

BISKUPSKÉ GYMNÁZIUM BRNO, ŠVP 79-41-K/81, 2022. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.bigy.cz/studium/skolni-vzdelavaci-program>

BLATNICKÝ, Petr a Václav PELOUCH, 2014. *Modelové otázky z CHEMIE pro přijímací zkoušky*. 6. vydání.

CLARK, Roy W. a Joel SELBIN, 1961. Coordination chemistry in general chemistry texts. *Journal of Chemical Education* [online]. **38**(9), 466. ISSN 0021-9584. Dostupné z: [doi:10.1021/ed038p466](https://doi.org/10.1021/ed038p466)

DVOŘÁČKOVÁ, Svatava, 2002. *Chemie na dlani*. 1. vyd. Olomouc: Rubico. ISBN 978-80-85839-70-8.

EXNAR, Petr, 2023. *TUL, Anorganická chemie, Kód předmětu: KCH/ACH* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://stag.tul.cz/portal/studium/prohlizeni.html>

GYMNÁZIUM BOTIČSKÁ, ŠVP 79-41-K/41, 2022. *Školní vzdělávací program (ŠVP) Společně s přírodou* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gybot.cz/0-skole/spolecne-s-prirodou-skolni-vzdelavaci-program-svp/>

GYMNÁZIUM BRNO, ELGARTOVA, ŠVP 79-41-K/81, 2017. *GE – ŠVP* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.gymelg.cz/sites/default/files/inline-files/GE_%C5%A0VP_2019.pdf

GYMNÁZIUM BRNO, KŘENOVÁ, ŠVP 79-41-K/81, 2017. *Školní vzdělávací program pro vyšší stupeň gymnaziálního vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gymkren.cz/wp-content/uploads/A05-%C5%A0VP3-6let%C3%A9-VG.pdf>

GYMNÁZIUM BRNO SLOVANSKÉ NÁMĚSTÍ, ŠVP 79-41-K/81, 2023. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <http://www.gymnaslo.cz/dokumenty/skolni-vzdelavaci-programy>

GYMNÁZIUM BRNO-ŘEČKOVICE, ŠVP 79-41-K/81, 2019. *ŠVP pro osmileté studium* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gyrec.cz/Home/Site/20>

GYMNÁZIUM BUDĚJOVICKÁ, ŠVP 79-41-K/81, 2009. *Školní vzdělávací program pro nižší stupeň a vyšší stupeň osmiletého gymnázia* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gybu.cz/svp>

GYMNÁZIUM ČAKOVICE, ŠVP 79-41-K/81, 2022. *Dveře ke vzdělání otevřené - šestileté studium* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://gymcak.cz/dokumenty-skoly/>

GYMNÁZIUM ELIŠKY KRÁSNOHORSKÉ, ŠVP 79-41-K/81, 2019. *Vzděláním ke schopnosti porozumět druhým* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gekom.cz/files/14216MDF.pdf>

GYMNÁZIUM CHODOVICKÁ, ŠVP 79-41-K/81, 2009. *Chléb a hry ŠVP GV* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://gymnchod.cz/wp-content/uploads/2022/09/SVP_G2_aktualizace_2020-21_1-Oprava-02-07-2022.pdf

GYMNÁZIUM CHOMUTOV, ŠVP 79-41-K/41, 2017. *G4 č.5 - čtyřleté gymnázium od 1.9.2017* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <http://www.gymcv.cz/index.php/dokumenty-skoly/26-skolni-vzdelavaci-plany>

GYMNÁZIUM JANA NERUDY, ŠVP 79-41-K/81, 2017. *GJN - všeobecné studium* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: http://www.gjn.cz/wp-content/uploads/2018/12/%C5%A0VP_GJN-v%C5%A1eobecn%C3%A9-studium_platn%C3%BD-od-1.9.2017.pdf

GYMNÁZIUM JANA OPLETALA, ŠVP 79-41-K/41, 2018. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.gjo.cz/upload/dokumenty/svp_od_1819.pdf

GYMNÁZIUM JÍROVCOVA, ŠVP 79-41-K/41, 2007. *ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO VYŠŠÍ STUPEŇ OSMILETÉHO GYMNÁZIA A PRO ČTYŘLETÉ GYMNÁZIUM* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://jirovcovka.net/pro-uchazece/skolni-vzdelavaci-program.html>

GYMNÁZIUM JOSEFA BOŽKA, ŠVP 79-41-K/41, 2019. *Školní vzdělávací program osmiletého gymnázia (zpracováno podle RVP G verze platné od 1. 9. 2016 a podle RVP ZV verze platné od 1.9.2016)* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.gmct.cz/media/files/%C5%A0VP%208.%20let%C3%A9%20G_18112019.pdf

- GYMNÁZIUM, KOLÍN, ŠVP 79-41-K/41, 2017. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gkolin.cz/index.php?p=3&k=6>
- GYMNÁZIUM LITOMĚŘICKÁ, ŠVP 79-41-K/41, 2022. *Naše škola v Evropě - vyšší gymnázium* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.gymmlit.cz/wp-content/uploads/2022/11/2019-ZV_DUPL_osmiletete.pdf
- GYMNÁZIUM MATYÁŠE LERCHA, ŠVP 79-41-K/81, 2007. *Školní vzdělávací program GML (osmileté studium)* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <http://www.gml.cz/svp/8lete>
- GYMNÁZIUM, MLADÁ BOLESLAV, ŠVP 79-41-K/41, 2007. *ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM GYMNAZIA, MLADÁ BOLESLAV, PALACKÉHO 1911* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.g8mb.cz/upload/pages/SVP.pdf>
- GYMNÁZIUM NA PRAŽAČCE, ŠVP 79-41-K/41, 2022. *Šestiletý vzdělávací program* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.gymnazium-prazacka.cz/sites/default/files/pdf/dokumenty/svp_22.pdf
- GYMNÁZIUM NA VÍTĚZNÉ PLÁNI, ŠVP 79-41-K/81, 2020. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gvp.cz/studium/svp/sestiletete2020.pdf>
- GYMNÁZIUM NA ZATLANCE, ŠVP 79-41-K/81, 2010. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání – úprava č. 1* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.zatlanka.cz/skola/skolni-dokumenty/skolni-vzdelavaci-programy-gymnazia-na-zatlance.39>
- GYMNÁZIUM NAD ŠTOLOU, ŠVP 79-41-K/81, 2008. *CJ_GNS 00613/2008* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gymstola.cz/images/docs/svp/svp-2022.pdf>
- GYMNÁZIUM OMSKÁ, ŠVP 79-41-K/41, 2013. *Škola života a pro život* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: http://www.omska.cz/Soubory/SVP/SVP_GO_8_2013.pdf
- GYMNÁZIUM OPATOV, ŠVP 79-41-K/81, 2009. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://gymnazium-opatov.cz/files/dokumenty/SVP-GO.pdf>
- GYMNÁZIUM PÍSNICKÁ, ŠVP 79-41-K/81, 2020. *Školní vzdělávací program dle RVP* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gpisnicka.cz/docs/texty/0/43/skolni-vzdelavaci-program-vyssiho-a-ctyrlleteho-gymnazia.pdf>
- GYMNÁZIUM POSTUPICKÁ, ŠVP 79-41-K/41, 2022. *ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.postupicka.cz/wp-content/uploads/2022/08/SVP_Postupicka_6_2022-2023.pdf

- GYMNÁZIUM PROF. JANA PATOČKY, ŠVP 79-41-K/81, 2009. *Gymnázium - osmiletý (vyšší stupeň) vzdělávací program* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gpjp.cz/wp-content/uploads/2020/03/%c5%a0VP-VG.pdf>
- GYMNÁZIUM RUMBURK, ŠVP 79-41-K/41, 2022. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: http://www.gymrumburk.cz/files/svp_22_23.pdf
- GYMNÁZIUM ŠPITÁLSKÁ, ŠVP 79-41-K/81, 2022. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání ve čtyřletém oboru gymnázia a vyšším stupni víceletého oboru gymnázia* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://www.gymspit.cz/uploads/Gym_Spit_SVP_G_nove_22_23_2e01522052.pdf
- GYMNÁZIUM TŘÍDA KAPITÁNA JAROŠE, ŠVP 79-41-K/81, 2012. *OSMILETÉ VŠEOBECNÉ STUDIUM* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.jaroska.cz/files/svp/svp-8L-vseob-2021.pdf>
- GYMNÁZIUM ÚSTAVNÍ, ŠVP 79-41-K/41, 2009. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.ggg.cz/files/soubory/svp/svp-g.pdf>
- GYMNÁZIUM VODĚRADSKÁ, ŠVP 79-41-K/81, 2009. *Osmiletý vzdělávací program* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gymvod.cz/svp/>
- HABER, Václav, 1990. *Koordinální chemie: určeno pro posl. fak. přírodověd. [Díl] 1. 2. vyd. Praha: SPN. ISBN 978-80-7066-283-0.*
- HALÍK, Tomáš., 2019a. *Chemie pro spolužáky. Anorganická chemie. 1. vydání. Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s.r.o. ISBN 978-80-88255-42-0.*
- HALÍK, Tomáš., 2019b. *Chemie pro spolužáky. Anorganická chemie - Pracovní list. 1. vydání. Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s.r.o. ISBN 978-80-88255-43-7.*
- HAVLÍČEK, David, 2019a. *PedF UK, Anorganická chemie II Kód předmětu: OPNE4E011A* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?id=89856739d61c6600d8080ca74231f845&tid=&do=predmet&kod=OPNE4E011A>
- HAVLÍČEK, David, 2019b. *PedF UK, Anorganická chemie Kód předmětu: OPBE4E022A* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?id=89856739d61c6600d8080ca74231f845&tid=&do=predmet&kod=OPBE4E022A>
- HERMANN, Petr, 2020. *PřF UK, Anorganická chemie II (b) Kód předmětu: MC240P21B* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?id=89856739d61c6600d8080ca74231f845&tid=&do=predmet&kod=MC240P21B>
- HOLINKA, Jiří., 2003. *Chemie: komplexní příprava k přijímacím zkouškám na VŠ. 1. vyd. Třebíč: Radek Veselý. ISBN 978-80-86376-31-8.*

- HONZA, Jaroslav a Aleš. MAREČEK, 2002. *Chemie pro čtyřletá gymnázia. Díl 2. 3. přeprac. vyd.* Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-141-0.
- HONZA, Jaroslav a Aleš. MAREČEK, 2014. *Chemie pro čtyřletá gymnázia. Díl 2. 4. oprav. vyd.* Brno: Dataprint Brno. ISBN 978-80-902402-5-4.
- HOUSECROFT, Catherine E. a A. G. SHARPE, 2012. *Inorganic chemistry*. 4th ed. Harlow, England ; New York: Pearson. ISBN 978-0-273-74275-3.
- JANČAŘÍKOVÁ, Kateřina, 2022. *Didaktické zásady v přírodovědném vzdělávání: metodická příručka pro učitele biologie, chemie, fyziky, geografie, informatiky, matematiky a lektory environmentální výchovy*. První vydání. Praha: Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova. ISBN 978-80-7603-322-1.
- KARLÍNSKÉ GYMNÁZIUM, ŠVP 79-41-K/81, 2009. „*Naše škola*“ [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://www.gyperner.cz/svp/>
- KLIKORKA, Jiří, Bohumil HÁJEK a Jiří VOTINSKÝ, 1989. *Obecná a anorganická chemie*. 2. B.m.: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury.
- KOPEL, Pavel, 2023. *UPOL, Anorganická chemie II Kód předmětu: AFC/AGC2* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://stag.upol.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- KŘEŠŤANSKÉ GYMNÁZIUM, ŠVP 79-41-K/41, 2020. *Osmiletý vzdělávací program – vyšší stupeň Gymnázium všeobecné* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <http://www.krestanskegymnazium.cz/Vyssi-gymnazium-2020-146.htm>
- LAWRANCE, Geoffrey A., 2010. *Introduction to coordination chemistry*. Chichester, U.K: Wiley. Inorganic chemistry. ISBN 978-0-470-51930-1.
- LIN, Song, Song LIN a Xiong HUANG, 2011. *Advances in computer science, environment, ecoinformatics, and education: International Conference, CSEE 2011, Wuhan, China, August 21-22, 2011, proceedings*. Berlin New York: Springer. Communications in computer and information science, 218. ISBN 978-3-642-23357-9.
- LOJDOVÁ, Kateřina, 2019. Rozhovor s Janem Tupým o tom, jak a proč (ne)revidovat rámcové vzdělávací programy [online]. Dostupné z: https://www.ped.muni.cz/komensky/clanky/rozhovor-s-janem-tupym-o-tom-jak-a-proc-nerevidovat-ramcove-vzdelavaci-programy#_ftn1
- LUKEŠ, Ivan a Zdeněk MIČKA, 1998. *Anorganická chemie II.: (systematická část)*. 1. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-7184-663-5.
- LYČKA, Antonín, 2023a. *UHK, Anorganická chemie, Kód předmětu: KCH/BANOV* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://stag.uhk.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- LYČKA, Antonín, 2023b. *UHK, Pokročilá anorganická chemie, Kód předmětu: KCH/NPANC* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://stag.uhk.cz/portal/studium/prohlizeni.html>

- MAREČEK, Aleš. a Jaroslav HONZA, 1995. *Chemie pro čtyřletá gymnázia. Díl 2.* Vyd. 1. Brno: Vl.nákl. ISBN 978-80-902200-4-1.
- MAREČEK, Aleš. a Jaroslav HONZA, 2013. *Chemie pro čtyřletá gymnázia. Díl 1. 3.* oprav. vyd. Brno: Dataprint Brno. ISBN 80-902402-0-8.
- MÍKA, Luděk, 2019. *PřF UK, Anorganická chemie III (b) Kód předmětu: MC280P22* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?id=89856739d61c6600d8080ca74231f845&tid=&do=predmet&kod=MC280P22>
- MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY, MŠMT, 2022. *RVP G* - Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia* [online] [vid. 2023-07-20]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>
- MORAVEC, Zdeněk, 2023. *PřF MUNI, Anorganická chemie II, Kód předmětu: C2062* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/predmet/1431/C2062?lang=cs>
- NOLEN-HOEKSEMA, Susan, Barbara Lee FREDRICKSON a Geoffrey LOFTUS, 2012. *Psychologie Atkinsonové a Hilgarda.* Vyd. 3., přeprac. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0083-3.
- PRAŽSKÉ HUMANITNÍ GYMNAZIUM, ŠVP 79-41-K/41, 2022. *Vzdělání pro 3. tisíciletí* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: https://phgymnazium.cz/media/filer_public/61/96/6196f386-6750-4614-ab72-d71f8fd76d46/phg_svp_001.pdf
- PROKEŠ, Lubomír, 2023. *PdF MUNI, Anorganická chemie, Kód předmětu: FC3005* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/predmet/1441/FC3005?lang=cs>
- PRVNÍ ČESKÉ GYMNAZIUM V KARLOVÝCH VARECH, ŠVP 79-41-K/41, 2018. *Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání na vyšším stupni osmiletého gymnázia a na gymnáziu čtyřletém* [online] [vid. 2023-07-17]. Dostupné z: <https://gymkvary.cz/cs/skolni-vzdelavaci-program>
- RŮŽIČKOVÁ, Květoslava a Bohumír KOTLÍK, 2009. *Chemie v kostce : pro střední školy | 2009.* 1. Praha 10: FRAGMENT s.r.o. ISBN 978-80-253-0599-7.
- RŮŽIČKOVÁ, Květoslava a Bohumír KOTLÍK, 2012. *Chemické názvosloví v kostce pro SŠ.* 1. ISBN 978-80-253-1225-4.
- SIROTEK, Vladimír, 2023. *ZČU, Anorganická chemie Kód předmětu: KCH/AGCH* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- SLOVÁK, Václav, 2023. *OSU, Anorganická chemie II, Kód předmětu: KCH/7ACH2* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://portal.osu.cz/wps/portal/prohlizeni>

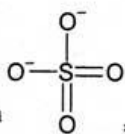
- SMATANOVÁ KUTÁ, Ivana, 2023. *Př JČU, Anorganická chemie II, Kód předmětu: UCH/101* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- SMEKALOVÁ, Monika, 2021. Jak můžeme dosáhnout vynikající úrovně výuky? *EPALE* [online] [vid. 2023-07-28]. Dostupné z: <https://epale.ec.europa.eu/cs/blog/jak-muzeme-dosahnout-vynikajici-urovne-vyuky>
- ŠÍCHA, Václav, 2022a. *UJEP, Anorganická chemie, Kód předmětu: KCH/B104* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://portal.ujep.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- ŠÍCHA, Václav, 2022b. *UJEP, Anorganická chemie Nmgr., Kód předmětu: KCH/N117* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://portal.ujep.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- ŠÍMA, Jan, 2023. *PedF JČU, Anorganická chemie II, Kód předmětu: KCH/ACH2C* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- ŠRÁMEK, Vratislav, 2005. *Obecná a anorganická chemie*. 2. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-099-4.
- ŠRÁMEK, Vratislav a Ludvík KOSINA, 1992. *Přehled středoškolského učiva chemie II. soubor*. Praha 8: Orfeus, Szalai & Smolan. ISBN 80-85522-21-7.
- ŠTARHA, Pavel, 2023. *UPOL, Vybrané kapitoly z anorganické chemie Kód předmětu: AFC/VKAGC* [online] [vid. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://stag.upol.cz/portal/studium/prohlizeni.html>
- VACÍK, Jiří, Jana BARTHOVÁ, Josef PACÁK, Bohuslav STRAUCH, Miloslava SVOBODOVÁ a František ZEMÁNEK, 1990. *Přehled středoškolské chemie*. 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN 80-04-22463-6.
- ZORMANOVÁ, Lucie, 2014. *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4590-9.

8. Přílohy

Příloha 1: Modelové otázky k přijímacím zkouškám na 1. UK

Příloha 2: Modelové otázky k přijímacím zkouškám na 2. LF UK

Příloha 3: Modelové otázky chemie k přijímacím zkouškám na PřF UK



15. Tato struktura
- je chemicky nestabilní
 - znázorňuje síran
 - představuje koordinační komplex kyslíku se sírou
 - je příkladem molekulového iontu
16. Pro iontové krystaly platí že:
- elektrostatické síly mezi ionty jsou velké a teploty tání iontových sloučenin jsou vysoké
 - i v pevném skupenství dobře vedou elektrický proud
 - v nich mezi jednotlivými molekulami vznikají kovalentní vazby
 - se skládají z iontů pravidelně uspořádaných v prostoru
17. Koordinačně kovalentní vazbu obsahuje např.:
- H₂SO₄
 - NH₄⁺
 - H₃O⁺
 - H₂S
169. Vyberte pravdivá tvrzení:
- vápenaté ionty se nacházejí rozpuštěné v plasmě
 - kyslík je typické redukční činidlo
 - voda je nepolární rozpouštědlo
 - hořečnatý kation je centrální atom tetrapyrrolu v molekule kobalaminu (vitamín B12)
227. Které z těchto látek obsahují heterocyklické složky?
- chlorofyl
 - ATP
 - NAD
 - vitamín A
498. Rovnice $\text{CuSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ vyjadřuje děj, který patří mezi
- komplexotvorné reakce
 - redoxní reakce
 - homogenní reakce
 - reakce, ve kterých dochází k zapojení volných elektronových párů na kyslíku v molekule vody do komplexní vazby
499. Vyberte správná tvrzení. V komplexním kationtu $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- je centrálním atomem ion Cu^{2+}
 - ligandy jsou molekuly NH_3
 - donory elektronových párů (donorové atomy) jsou atomy dusíku čtyř molekul amoniaku
 - donory elektronových párů jsou vazby NH_2
500. Koordinační sloučenina s větším počtem centrálních atomů či iontů se nazývá
- multiplex
 - polycentrický (vícejaderný) komplex
 - klatrát
 - hydrát
501. V názvu koordinační sloučeniny se
- název ligandu uvádí až po názvu centrálního atomu
 - se název centrálního atomu uvádí až po názvu ligandu
 - se pořadí názvu ligandu nebo centrálního atomu určuje podle abecedního pořadí
 - se uvádí název centrálního atomu v 1. pádě, pokud je centrální atom v nulovém oxidačním stupni

 N

533. Komplexní vazba

- A) je donor-akceptorová kovalentní vazba
- B) vysvětluje existenci koordinačních sloučenin přechodných kovů
- c) je nevazebná interakce, která ovlivňuje terciární strukturu bílkovin
- d) je kovalentní vazba, kterou se vysvětluje existence krystalických anorganických sloučenin

556. Mezi kovalentní vazby nepatří – vyberte možnosti, kde jsou jen nekovalentní vazby

- a) elektrostatické síly, koordinační vazby, van de Waalsovy síly a vodíkové můstky
- B) elektrostatické interakce a van der Waalsovy síly
- c) vodíkové můstky, van der Waalsovy síly a násobné vazby u nenasycených uhlovodíků
- d) konjugované vazby, vodíkové můstky a van der Waalsovy síly

Příloha 2: Modelové otázky k přijímacím zkouškám na 2. LF UK

Koordinační číslo udává počet:

- A) atomů vázaných kovovou vazbou na centrální atom
- B) atomů v molekule
- C) atomů vázaných iontovou vazbou na centrální atom
- D) atomů vázaných koordinační vazbou na centrální atom

Čím je disociační konstanta komplexu při komplexotvorné reakci menší, tím je daný komplex:

- A) více ionizovaný
- B) rozpustnější
- C) nestálější
- D) stálější

Modré skalici přísluší vzorec:

- A) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- B) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- C) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- D) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Pod názvem "bílá skalice" rozumíme:

- A) $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- B) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- C) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- D) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Reakcí $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH}$ ve vodném roztoku vzniká:

- A) hašené vápno
- B) bělící louh
- C) fosgen
- D) chlorové vápno

Které z následujících vzorců náleží neexistujícím koordinačním sloučeninám?

- A) $\text{K}_3[\text{FeCN}_6]$
- B) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- C) $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- D) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Reakcí AlF_3 s fluoridy kovů vznikají komplexní fluorohlinitaný obsahující aniont:

- A) $[\text{AlF}_3]^{3+}$
- B) $[\text{AlF}_6]^{3+}$
- C) $[\text{AlF}]^{2+}$
- D) $[\text{AlF}_6]^{3-}$

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ je kationt:

- A) diaminměďnatý
- B) triaminměďnatý
- C) tetraaminměďný
- D) tetraaminměďnatý

$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ je síran:

- A) hexaaminnikelnatý
- B) podvojný
- C) hexaaminniklitý
- D) triaminnikelnatý

Příloha 3: Modelové otázky chemie k přijímacím zkouškám na PřF UK

11. Ve které z dvojic sloučenin jsou oxidační čísla přechodných prvků stejná?
- $\text{NaFeO}_2, \text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$
 - $\text{BaFeO}_4, \text{K}_2\text{MnO}_4$
 - $\text{Ag}_2\text{SO}_4, \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 - $\text{Na}_2\text{CrO}_4, \text{Ti}(\text{SO}_4)_2$
12. Ve které z dvojic sloučenin jsou oxidační čísla přechodných prvků stejná?
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{K}_2\text{MnO}_4$
 - $\text{KMnO}_4, \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 - $\text{ZnCl}_2, \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
 - $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2, \text{Co}_2\text{O}_3$
13. Ve které z dvojic sloučenin jsou oxidační čísla přechodných prvků stejná?
- $\text{TiO}_2, \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 - $\text{K}_2\text{MnO}_4, \text{Cr}_2\text{O}_3$
 - $\text{HgCl}_2, \text{AgNO}_3$
 - $\text{Au}_2\text{Cl}_6, \text{HAuCl}_4$
14. Ve které z dvojic sloučenin jsou oxidační čísla přechodných prvků stejná?
- $\text{Zn}(\text{OH})_2, \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
 - $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{CrO}_3$
 - $(\text{NH}_4)_3[\text{CoCl}_6], \text{Na}_2\text{CrO}_4$
 - $\text{CuCl}_2, \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
15. Ve které z dvojic sloučenin jsou oxidační čísla přechodných prvků stejná?
- $\text{ZnO}, \text{K}_2\text{MnO}_4$
 - $\text{FeCl}_3, \text{Na}_3[\text{CoCl}_6]$
 - $\text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{NiSO}_4$
 - $\text{K}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2, \text{Cr}_2\text{O}_3$
186. Nalezňte **nesprávné** tvrzení.
- Každá perioda systému prvků s výjimkou 1. a 7. obsahuje dva s-prvky a šest p-prvků.
 - V periodickém systému je umístěno více než 18 přechodných prvků.
 - Ve sloučeninách mají kovy pouze kladná oxidační čísla a nekovy pouze záporná oxidační čísla.
 - Maximální oxidační číslo nepřechodného prvku nepřesahuje číslo jeho skupiny udané v tabulce římskou číslicí.
189. Určete **správné** tvrzení.
- V kationtu H_3O^+ je jedna vazba O—H (ta, která je koordinačně kovalentní) kratší než ostatní vazby O—H.
 - Kation H_3O^+ může být přítomen ve vodném roztoku současně s aniontem CH_3COO^- .
 - Kation H_3O^+ obsahuje dva volné elektronové páry.
 - Kation H_3O^+ vzniká pouze disociací silných anorganických kyselin ve vodě.
190. Určete **správné** tvrzení.
- V kationtu NH_4^+ je koordinačně kovalentní vazba N—H delší než ostatní vazby N—H.
 - Kation NH_4^+ obsahuje jeden volný elektronový pár.
 - Kation NH_4^+ může být přítomen i v solích organických kyselin.
 - V kationtu NH_4^+ jsou tři kovalentní a jedna iontová vazba.
191. Vyberte **nesprávné** tvrzení.
- Kyslík v H_3O^+ je trojvazný.
 - Uhlík je v CO_2 čtyřvazný.
 - Fosfor je v $[\text{PF}_6]^-$ šestivazný.
 - Dusík může být ve sloučeninách i pětivazný.

193. Jaký typ vazby mezi atomy je v "molekule He₂"?

- a) iontová
- b) kovalentní
- c) koordinačně kovalentní
- d) molekuly He₂ neexistují

345. Ve které z následujících látek má tellur nejvyšší oxidační číslo?

- a) [TeCl₆]²⁻
- b) H₆TeO₆
- c) Te₂F₁₀
- d) H₂Te

380. Vyberte správné řešení.

- a) Chlorid cíničitý má vzorec SnCl₂.
- b) Tavenina chloridu olovnatého vede elektrický proud.
- c) Anion trichloridocínatanový má vzorec [SnCl₃]³⁻.
- d) Anion hexachloridogermaničitanový má vzorec [GeCl₆]³⁻.

385. Vyberte nesprávné tvrzení.

- a) Atom boru je ve sloučeninách vázán kovalentními vazbami.
- b) Tvoří-li bor ve sloučeninách tři σ vazby je v hybridním stavu sp² (vazby leží v rovině, vazebný úhel je 120°).
- c) V komplexu BF₄⁻ je bor trojvazný.
- d) Diboran B₂H₆ je nejjednodušší stabilní boran.

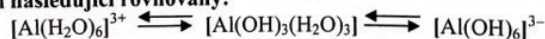
388. Vyber alternativu, kde je uvedena sloučenina, označovaná jako hlinitan.

- a) AlCl₃ · 6H₂O
- b) Na₃[Al(OH)₆]
- c) KAl(SO₄)₂ · 12H₂O
- d) Al₂Cl₆

389. K roztoku síranu hlinitého postupně přidáváme roztok hydroxidu draselného. Pozorujeme vznik suspenze látky A. Suspenzi rozdělíme na dvě části. K první přidáváme roztok kyseliny dusičné a ke druhé roztok hydroxidu draselného. V obou případech vzniknou čiré roztoky. První obsahuje látku B, druhý látku C. Vyberte správné tvrzení.

- a) Látkou A je Al₂O₃.
- b) Látkou A je [Al(OH)₃(H₂O)₃].
- c) Látkou C je [Al(H₂O)₆](NO₃)₃.
- d) Látkou B je K₃[Al(OH)₆].

390. Ve vodném prostředí látek obsahujících Al^{III} se ustaví, v závislosti na pH prostředí následující rovnováhy:



Vyberte správné tvrzení o posunu těchto rovnováh.

- a) Okyselením suspenze hydroxidu hlinitého vznikne hlinitan.
- b) Zalkalizováním roztoků hlinitých solí nejdříve vznikne hydroxid hlinitý.
- c) Zalkalizováním roztoků hlinitanů vznikne hydroxid hlinitý.
- d) Okyselením roztoků hlinitých solí vznikne nejdříve hydroxid hlinitý.

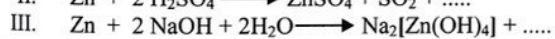
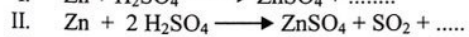
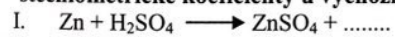
391. Výsledky experimentů prokazují, že gallium reaguje s roztoky hydroxidů alkalických kovů za vzniku gallitanů analogicky jako hliník. Vyberte správné tvrzení o této reakci.
- Při reakci se uvolňuje kyslík.
 - Reakcí vzniká anion $[\text{Ga}(\text{OH})_6]^{3-}$.
 - Reakcí vzniká $[\text{Ga}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3]$.
 - Reakcí vzniká kation $[\text{Ga}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.
392. Vyberte správné tvrzení o vlastnostech prvků 2. skupiny.
- Atomový poloměr vápníku je menší než beryllia.
 - Druhá ionizační energie barya je větší, než druhá ionizační energie stroncia.
 - Teplota tání barya je větší než hořčíku.
 - Všechny výše zmíněné prvky mají dva valenční elektrony v orbitalu s.
393. Které tvrzení o vlastnostech prvků 2. skupiny a o vlastnostech jejich sloučenin je správné?
- Ve sloučeninách mají tyto prvky oxidační číslo $-I$.
 - Reakcí jejich oxidů s vodou vznikají hydroxidy.
 - Všechny sírany jsou velmi dobře rozpustné ve vodě.
 - Žádné z těchto prvků nelze vyrábět elektrolýzou.
394. Beryllium reaguje se zředěnými kyselinami a s hydroxidy. Vyberte nesprávné tvrzení o následujících reakcích I a II.
- I. $\text{Be} + 2 \text{HCl} + 4 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots + \dots$
- II. $\text{Be} + 2 \text{NaOH} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \dots + \dots$
- Při reakcích se uvolňuje kyslík.
 - Beryllium má amfoterní charakter.
 - Produktem první reakce je $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$.
 - Produktem druhé reakce je $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$.
413. Vyberte nesprávné tvrzení.
- Protonové číslo chromu je menší než protonové číslo stříbra.
 - Nukleonové číslo jakéhokoliv nuklidu manganu je menší než nukleonové číslo jakéhokoliv nuklidu platiny.
 - Poloměr kationtu železitého je větší než kationtu železnatého.
 - Přechodné prvky tvoří řadu komplexních sloučenin.

415. V které z následujících sloučenin má přechodný prvek oxidační číslo II?
- $[\text{CuO}_2]^-$
 - $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$
 - $[\text{FeO}_4]^{2-}$
 - $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
416. Vyberte správné tvrzení o reakci, kterou vzniká chlorid titaničitý.
- $$\text{TiO}_2 + 2 \text{CHCl}_3 \longrightarrow \dots + \dots + 2 \text{HCl}$$
- Uvedená reakce není redoxní.
 - Reakcí vznikají dva moly CO_2 .
 - Reakcí vzniká jeden mol TiCl_4 .
 - Při reakci se redukuje vodík.
417. Nejstálější sloučeniny vanadu mají oxidační číslo V. Vyberte alternativu, ve které vanad ve sloučeninách nemá oxidační číslo V.
- VO_4^{3-}
 - NH_4VO_3
 - VOF_2
 - VOCl_3
418. Z oxidu vanadičného se vanad vyrábí reakcí s křemíkem. Vyberte správnou alternativu o dané reakci a chování určitých látek. Reakce je zapsána pouze neúplným schématem.
- $$2 \text{V}_2\text{O}_5 + 5 \text{Si} \longrightarrow \dots \text{V} + \dots \text{SiO}_2$$
- Křemík má vlastnosti oxidačního činidla.
 - Reakcí vznikají 4 moly V a 5 molů SiO_2 .
 - Reakcí vzniká oxid VO.
 - Žádná alternativa není správná.
419. Hydroxid chromitý má analogické vlastnosti jako hydroxid hlinitý. Vyberte správné tvrzení.
- Hydroxid chromitý má amfoterní charakter.
 - Hydroxid chromitý má vzorec $[\text{Cr}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_6]$.
 - Reakcí hydroxidu chromitého s roztoky alkalických hydroxidů vznikají soli chromité o složení $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.
 - Reakcí hydroxidu chromitého s roztoky kyselin vznikají chromitany.
428. V které z následujících sloučenin má kobalt oxidační číslo -I?
- $[\text{Co}(\text{CN})_3\text{CO}]^{2-}$
 - $\text{K}_4[\text{Co}(\text{CN})_4]$,
 - $[\text{Co}(\text{CO})_4]^-$
 - v žádné z uvedených sloučenin
429. V které z následujících sloučenin má nikel oxidační číslo 0?
- $[\text{Ni}_2(\text{CO})_6]^{2-}$
 - $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{4-}$
 - $\text{K}_4[\text{Ni}(\text{CN})_6]$
 - v žádné z uvedených sloučenin
430. Vyberte správnou alternativu, ve které vzorec sloučeniny odpovídá chemickému názvu nebo naopak.
- Oxid rutheničelý - RuO_2 .
 - Dihydrogenosmičelan didraselný - $\text{K}_2\text{H}_2\text{OsO}_8$.
 - H_2PtCl_4 - kyselina tetrachloridoplaticitá.
 - $\text{H}_2[\text{Pt}(\text{OH})_6]$ - kyselina hexahydroxidoplaticitá.

435. Vyberte alternativu, ve které má přechodný prvek ve sloučeninách oxidační číslo I.

- a) $[\text{HgI}_4]^{2-}$
- b) Hg_2Cl_2
- c) $[\text{CdCl}]^+$
- d) $[\text{CdF}_3]^-$

436. Vyberte správné tvrzení o následujících reakcích zinku, ve kterých jsou vyčísleny stechiometrické koeficienty u výchozích látek:



- a) V první reakci reaguje zinek s koncentrovanou kyselinou sírovou.
- b) V druhé reakci reaguje zinek se zředěnou kyselinou sírovou.
- c) V první a třetí reakci vzniká voda.
- d) V třetí reakci vzniká zinečnan.