

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI



PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA ANORGANICKÉ CHEMIE

**MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY CHEMIE A FYZIKY
V SOUČASNÝCH STŘEDOŠKOLSKÝCH UČEBNICÍCH
PRO GYMNÁZIA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce:	Alena Drábková
Studijní program:	B1407 Chemie
Studijní obor:	Chemie pro víceoborové studium - Fyzika
Vedoucí bakalářské práce:	doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.

OLOMOUC 2011

ANOTACE

Mezipředmětové vztahy jsou v současných podmínkách českého školství nejpříjemnější a nejvhodnější formou integrace přírodovědných oborů pro výuku na vyšším stupni gymnázia. Jejich uplatňování pomáhá zvyšovat efektivitu a kvalitu výukového procesu, motivuje a aktivizuje žáky. Chemie a fyzika jako přírodovědné vyučovací předměty na gymnáziu mají některé pojmy a tematické celky společné, což se odráží také v obsahu učebnic obou předmětů.

Příklady nejčastějších mezipředmětových vztahů chemie a fyziky, se kterými se žáci setkají na vyšším stupni gymnázia, jsou: stavba látek a jejich fyzikálně-chemické vlastnosti, stavba atomu a molekuly, energie a teplo, elektrolýza, veličiny a jejich jednotky, obsah a metody přírodních věd.

V rešeršní bakalářské práci je zpracován přehled mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia, je zhodnocena jejich úroveň a navržen způsob jejich optimalizace pro praktické využití ve výuce.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „**Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia**“ vypracovala samostatně, pod odborným vedením doc. RNDr. Marty Klečkové, CSc. Všechny použité prameny jsem řádně citovala a uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci dne 21. dubna 2011

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí bakalářské práce paní doc. RNDr. Martě Klečkové, CSc. za čas, který mi věnovala, za cenné rady a za výběr zajímavé problematiky. Dále bych chtěla poděkovat za pomoc paní Martě Koniřové z Oddělení dějin školství Muzea Komenského v Přerově a paní RNDr. Renatě Holubové, CSc. z Oddělení didaktiky fyziky na Katedře experimentální fyziky PřF UP v Olomouci.

OBSAH

	Seznam použitých zkratk	7
1	ÚVOD	8
2	TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia	9
2.2	Mezipředmětové vztahy	10
2.2.1	Mezipředmětové vztahy v přírodovědném vzdělávání	10
2.2.2	Integrace výuky přírodovědných předmětů	12
2.2.3	Konstruktivismus v přírodovědném vzdělávání	15
2.2.4	Realizace mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v ŠVP	15
2.3	Učebnice a jejich význam	18
2.3.1	Výběr a schvalování učebnic	19
2.3.2	Postavení učebnic chemie a fyziky na současném gymnáziu	20
2.3.3	Přehled současných učebnic chemie pro gymnázia	21
2.3.4	Přehled současných učebnic fyziky pro gymnázia	22
3	PRAKTICKÁ ČÁST	24
3.1	Analyzované učebnice chemie a fyziky	24
3.2	Společné integrující pojmy a témata v současných středoškolských učebnicích chemie a fyziky pro gymnázia	26
3.2.1	Veličiny a jednotky	26
3.2.2	Zákony zachování	28
3.2.3	Částicová stavba látek	29
3.2.4	Stavba atomu	30
3.2.5	Skupenství látek a skupenské přeměny	32
3.2.6	Vlastnosti a použití látek	33
3.2.7	Elektrický proud v kapalinách a elektrolyza	35
3.2.8	Energie a teplo	36
3.2.9	Chemická vazba a chemická reakce	39
3.2.10	Rychlost a rovnováha	40
3.2.11	Síla a interakce	41
3.2.12	Voda	41
3.2.13	Obsah, metody a význam přírodních věd	42

3.3	Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky ve vybraných učebnicích vydaných v českých zemích v průběhu 20. století	43
3.3.1	Učebnice druhé poloviny 20. let 20. století	43
3.3.2	Učebnice druhé poloviny 60. let 20. století	44
3.3.3	Učebnice druhé poloviny 80. let 20. století	46
3.4	Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky ve vybraných zahraničních učebnicích	48
3.4.1	Současné zahraniční učebnice chemie	49
3.4.2	Současné zahraniční učebnice fyziky	53
3.5	Grafické zpracování integrujících tematických celků v učebnicích chemie a fyziky	55
4	DISKUZE	62
4.1	Vyhodnocení úrovně mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v analyzovaných učebnicích	62
4.2	Návrh optimalizace mezipředmětových vztahů chemie a fyziky	63
4.3	Návrh integrovaných tematických celků pro výuku chemie a fyziky na gymnáziu	67
5	ZÁVĚR	69
	POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE	70

Seznam použitých zkratk

RVP	Rámcový vzdělávací program
ŠVP	Školní vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
GAČR	Grantová agentura České republiky
JČMF	Jednota českých matematiků a fyziků
SPN	Státní pedagogické nakladatelství
MŠMT ČR	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
SŠ	Střední škola
ZŠ	Základní škola
ChG	Chemie pro čtyřletá gymnázia (učebnicová řada)
FG	Fyzika pro gymnázia (učebnicová řada)
MŠ ČSR	Ministerstvo školství Československé republiky
SVVŠ	Střední všeobecně vzdělávací škola
ELBS	English Language Book Society
PřF UP	Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

1 ÚVOD

Cílem rešeršní bakalářské práce s názvem „Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia“ bylo provést analýzu mezipředmětových vztahů, které jsou obsaženy v současných gymnaziálních učebnicích chemie a fyziky. Dále zpracovat přehled mezipředmětových vztahů chemie a fyziky ve vybraných zahraničních učebnicích pro odpovídající typy škol, porovnat je se současnými českými učebnicemi a zhodnotit také vývoj mezipředmětových vztahů v historii česky psaných učebnic. Cílem bakalářské práce pro praktické využití ve výukovém procesu bylo podle výsledků provedené analýzy navrhnout optimalizaci mezipředmětových vztahů v současných učebnicích chemie a fyziky na vyšším stupni gymnázia.

Teoretická část bakalářské práce je věnována mezipředmětovým vztahům a významu učebnic. Je rozdělena do několika podkapitol, ve kterých jsou zpracovány požadavky na mezipředmětové vztahy v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia, je věnována pozornost mezipředmětovým vztahům a integraci v přírodovědném vzdělávání a realizaci mezipředmětových vztahů chemie a fyziky ve vybraných školních vzdělávacích programech. V podkapitolách věnovaných učebnicím je popsáno postavení učebnic na současném gymnáziu, výběr a schvalování učebnic a je uveden přehled současných učebnic chemie a fyziky pro gymnázia.

Praktická část bakalářské práce obsahuje rešerši mezipředmětových vztahů v učebnicích chemie a fyziky. Stěžejní částí práce je přehled společných integrujících pojmů a tematických celků chemie a fyziky, které jsou obsaženy v současných českých gymnaziálních učebnicích. Na něj navazují podkapitoly uvádějící výčet mezipředmětových vztahů chemie a fyziky ve starších učebnicích, mapující vývojové tendence česky psaných učebnic, a rešerši mezipředmětových vztahů v zahraničních učebnicích chemie a fyziky pro odpovídající typy škol. U všech analyzovaných učebnic je napsána jejich stručná charakteristika a v příloze bakalářské práce jsou pro názornost uvedeny také fotografie jejich obálek.

V diskuzi je zhodnocena úroveň mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v analyzovaných učebnicích a je navržena jejich optimalizace z hlediska obsahové a časové koordinace učiva obou předmětů.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Principy kurikulární politiky pro současné vzdělávání žáků od tří do devatenácti let jsou zformulovány v Národním programu rozvoje vzdělávání v České republice (tzv. Bílé knize) [1] a zakotveny v zákoně č. 561/2004 Sb. (zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání) [2]. Státní úroveň kurikulárních dokumentů představují Národní program vzdělávání a rámcové vzdělávací programy (RVP). Vzdělávání na jednotlivých školách se uskutečňuje podle školních vzdělávacích programů (ŠVP), které si vytváří každá škola v souladu se zásadami stanovenými v příslušném RVP. Vzdělávací obsah na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií je podle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G) [3] rozdělen celkem do osmi vzdělávacích oblastí. Fyzika a chemie společně s biologií, geografií a geologií tvoří v RVP G jako obsahově blízké přírodovědné obory jednu vzdělávací oblast s názvem Člověk a příroda.

Požadavky na mezipředmětové vztahy v RVP G

Mezi základní principy Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia patří podpora komplexního přístupu k realizaci vzdělávacího obsahu, včetně možnosti jeho vhodného propojování [3]. Obsah jednoho oboru může být rozdělen mezi více vyučovacích předmětů nebo je možné obsah více oborů spojit do jednoho předmětu. Je také možné integrovat tematické okruhy, celky a témata různých oborů tak, aby byly maximálně podpořeny *mezioborové (mezipředmětové) vztahy*. Přírodovědné vzdělávání na gymnáziu se má v první řadě zaměřit na hledání zákonitých souvislostí mezi poznanými aspekty přírodních objektů a jevů. Vzdělávací oblast Člověk a příroda má proto umožnit žákům poznávat, že bariéry mezi jednotlivými úrovněmi organizace přírody reálně neexistují, že jsou často jen v našem myšlení a v izolovaných přístupech [3]. Rámcový vzdělávací program se tak stává výzvou pro inovaci a modernizaci výuky (nejen) přírodovědných oborů. Nabízí učitelům volnost při tvorbě tematických plánů, využití nových a alternativních metod výuky a zřejmě nejzásadnější změnou je již výše uvedená možnost integrace výuky vzdělávacích oborů při dodržení minimální časové dotace. Minimální týdenní časová dotace za čtyři roky je v RVP G stanovena na 36 hodin společně pro oblast Člověk a příroda a oblast Člověk a společnost (zahrnující obory Dějepis a Občanský a společenskovědní základ). Je zcela v kompetenci konkrétní školy, jak hodinovou dotaci rozdělí mezi jednotlivé vyučovací předměty a ročníky studia a zda využije možnost integrace předmětů a průřezových témat.

2.2 Mezipředmětové vztahy

Problematikou mezipředmětových vztahů se v podmínkách našeho školství zabýval již v 80. letech 20. století Josef Janás [4,5] a dnes je jim v důsledku nové kurikulární politiky opět věnována zvýšená pozornost. *Mezipředmětové vztahy* jsou didaktickou modifikací vztahů mezivědních, které jsou objektivní zákonitostí integrace přírodních věd. Mezioborové vztahy mohou tedy být charakterizovány jako vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů, přesahující předmětový rámec, jako prostředek mezipředmětové integrace [6].

Mezi jednotlivými vyučovacími předměty existují obsahové, metodické a časové vazby, které umožňují a zároveň vyžadují obsahovou, metodickou a časovou koordinaci učiva. V systému vyučovacích předmětů na základní a střední škole mají mezipředmětové vztahy specifický a stále větší význam, jejich uplatňování přispívá ke zkvalitnění a zefektivnění vyučovacího procesu, k aktivizaci a motivaci žáků. Josef Janás uvádí následující *charakteristiky mezipředmětových vztahů* [4]:

- a) Jsou nezbytné k vytvoření ucelené představy žáků o přírodě a společnosti.
- b) Usnadňují systematizaci poznatků z různých předmětů.
- c) Napomáhají odstranit nežádoucí dublování učiva v jednotlivých předmětech.
- d) Umožňují vytvářet dovednost syntézy i transferu poznatků a pracovních metod z jednoho předmětu do druhého.

Zkušenosti ukazují, že je nereálné chtít po žácích, aby sami dovedli spojovat poznatky z jednotlivých předmětů. Je to důsledek jednak vytváření izolovaných didaktických systémů učiva jednotlivých vyučovacích předmětů a ne dobré koordinace učiva v učebnicích těchto předmětů, jednak nezájmu učitelů o učivo spolu souvisejících předmětů [7]. Je tedy nutné, aby sami učitelé záměrně a cíleně využívali mezipředmětové vztahy, aby používali společný pojmový aparát a podobné metody, aby spolu vzájemně spolupracovali učitelé jednotlivých předmětů a aby pro svou práci měli vytvořený potřebný didaktický materiál zdůrazňující mezipředmětové vztahy.

2.2.1 Mezipředmětové vztahy v přírodovědném vzdělávání

V systému českého školství se mezipředmětové vztahy v přírodovědném vzdělávání na 1. stupni základní školy uplatňují především v integrovaném předmětu přírodověda a částečně také v předmětu vlastivěda. Na 2. stupni základní školy a na středních školách jsou obvykle dvě základní formy uplatňování mezipředmětových vztahů:

- koordinace učiva spolu souvisejících předmětů při zavádění, rozšiřování a prohlubování integrujících pojmů

- pedagogická kooperace, tj. spolupráce učitelů při volbě vyučovacích metod a postupů, při využívání didaktických pomůcek nebo při řešení úloh s mezipředmětovým obsahem.

Všechny přírodovědné předměty mají ve svém obsahu i metodách studia mnoho společného. Používají základní integrující pojmy, mezi které patří: látka, hmota, interakce, hmotnost, látkové množství, energie, teplo, práce, čas, síla aj. Jejich zavádění, používání a rozšiřování by se měli učitelé přírodovědných předmětů věnovat ve zvýšené míře. Ve školské praxi se často významově zaměřují pojmy jako energie a teplo, energie a práce, energie a interakce. Objasnění a upřesnění těchto pojmů by měla být věnována patřičná pozornost také při přípravě budoucích učitelů na vysoké škole.

Chemie a fyzika na 2. stupni základních škol a na středních školách včetně gymnázií jsou tradičně vyučovány v oddělených předmětech. Zavádění mezipředmětových vztahů a integrace přírodovědných oborů do výuky naráží v praxi na řadu problémů, o čemž blíže pojednává kapitola 2.2.2 Integrace výuky přírodovědných předmětů.

Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky

Pro přírodovědné vzdělávání jsou obzvlášť významné mezipředmětové vztahy chemie a fyziky, které jsou tradiční součástí všeobecného vzdělávání na středních školách. Fyzikální a chemické vlastnosti látek jsou odrazem jejich vnitřní struktury. Ve vyučování se žáci s těmito vlastnostmi seznamují odděleně ve fyzice a chemii, a proto jim mnohdy dělá problémy pochopit jejich souvislosti. Jako typický příklad výše uvedeného jevu může sloužit výklad 1. termodynamického principu v obou předmětech. V chemii se žáci naučí, že změny chemické struktury látek souvisejí se změnami vazebných poměrů mezi atomy prvků v reagujících látkách a označují se jako chemické reakce. Při nich jsou rozhodující změny energie a jejich podstata se objasňuje veličinou vazebná energie. Experimentálně se prokazují exotermické a endotermické děje (např. exotermická reakce zinku a kyseliny chlorovodíkové nebo rozpouštění thiosíranu sodného ve vodě jako příklad endotermického děje). Tato skutečnost však ve fyzice při probírání 1. principu termodynamiky není nijak připomenuta. Změna vnitřní energie soustavy (ΔU) je ve fyzice vyjádřena pouze při konání práce (W) a při dodání tepla (Q).

$$\Delta U = W + Q$$

V tomto matematickém vyjádření však chybí ještě třetí člen, a to zobecněná energie chemické či jaderné reakce ΔR , který by žákům pomohl pochopit souvislost změny vnitřní energie soustavy s chemickou reakcí. Pokud by 1. princip termodynamiky měl následující tvar

$$\Delta U = W + Q + \Delta R,$$

bylo by pro žáky snazší propojení poznatků z obou předmětů, z fyziky i z chemie.

Takových případů je možné najít více, oba předměty mají obsahově i metodicky k sobě velmi blízko. Mezi nejdůležitější *společné pojmy a témata chemie a fyziky* patří:

- struktura hmoty, látka a pole, těleso
- částicová stavba látky, atom, molekula, iont, složení a stavba atomu
- základní fyzikální veličiny a jejich jednotky (hmotnost, čas, látkové množství, objem, hustota, rychlost, síla, teplota aj.)
- energie, práce, teplo, změny energie, zákon zachování energie
- elektrolyza, elektrický náboj, elektrický proud a jeho průchod látkovým prostředím, Faradayovy zákony elektrolyzy
- fyzikální a chemické vlastnosti látek (mechanické, tepelné, elektrické, magnetické a optické vlastnosti látek)
- skupenství látek a skupenské přeměny, pevné látky, kapaliny a plyny
- síla a interakce, chemická vazba, chemická reakce
- soustava, rovnovážný stav soustavy
- prvky, jejich vlastnosti a postavení v periodické tabulce prvků, izotopy
- radioaktivita, radioaktivní záření, radionuklidy, rozpadový zákon.

Z uvedeného stručného přehledu společných pojmů, veličin a témat je zřejmé, že chemie a fyzika mají ve středoškolské výuce společného mnohem více, než by se na první pohled mohlo zdát. Také rozvoj vědeckovýzkumných metod stále více stírá rozdíly mezi přírodovědnými obory, dnes existují obory jako biofyzika, chemická fyzika, bioanorganická chemie, bioorganická chemie apod. To je také jedním z důvodů, proč se v současnosti tak často diskutuje otázka integrované výuky přírodovědných předmětů nebo konkrétně integrace chemie a fyziky.

2.2.2 Integrace výuky přírodovědných předmětů

Charakteristickým znakem rozvoje přírodních věd v 18. století byla diferenciací vědeckých poznatků, která vedla ke vzniku specializovaných vědních oborů. Ve školských systémech se to později projevilo zavedením jednotlivých vyučovacích předmětů. Od druhé poloviny 20. století dochází k postupné integraci přírodních věd, což je také jednou z příčin stále naléhavější otázky integrace výuky přírodovědných předmětů [8]. Mezi další důvody patří snaha o jednotný pohled žáků na přírodu a v neposlední řadě ekonomické důvody související s redukcí vyučovacích hodin v rámci úsporných programů ministerstev školství [9].

Podstatou integrace obsahu vzdělání je vytváření těsných vazeb mezi učivem různých vyučovacích předmětů i mezi učivem v rámci jednoho předmětu. Integrovanou výukou je chápána výuka realizující mezipředmětové vztahy a spojení teoretických činností s praktickými. Jednou

z jejich forem jsou integrované předměty či kurzy. Podle stupně integrace lze integraci přírodovědných předmětů rozdělit následovně [10]:

1. Koordinovaná (interdisciplinární) výuka – jednotlivé přírodní vědy tvoří samostatné vyučovací předměty, které jsou koncipovány tak, že vytváří jednotný obraz světa a směřují ke stejnému cíli.
2. Kombinovaná výuka – v počáteční fázi je sjednocená výuka přírodovědných předmětů, které se v další fázi diferencují jako samostatné předměty. Je možný i obrácený postup, tedy od diferencovaných předmětů k jejich sjednocení.
3. Sjednocená výuka – hranice jednotlivých učebních předmětů mizí, výuka probíhá formou témat a problémů, které jsou společné všem přírodním vědám.

Při hledání odpovědí na otázky integrace přírodovědných předmětů je třeba důsledně rozlišovat, o jaký typ integrace se jedná. Je jistě rozdíl, diskutuje-li se o integraci v souvislosti se zachováním jednotné přírodovědy po celou dobu sekundárního vzdělávání, nebo o integraci již vybudovaných poznatků z chemie, fyziky a dalších přírodovědných předmětů ve vyšších ročnících gymnázia.

Integrace výuky přírodovědných předmětů v zahraničí

V některých zemích je společná výuka přírodovědných předmětů přirozená do poměrně vysokého věku školní docházky, příkladem může být předmět Science v angloamerických zemích nebo model Integrované tematické výuky ve Spojených státech amerických [11]. V řadě evropských států je tradicí dělení přírodovědeckých poznatků do samostatných předmětů. Z údajů o kurikulu sekundárního vzdělávání jednotlivých evropských zemí, které přináší The Information Database on Education Systems in Europe (Eurydice), je možné zjistit a orientačně porovnat míru integrace výuky přírodovědných předmětů ve vybraných evropských zemích. Podle přehledu, který zpracoval Jiří Škoda [6], jsou např. v Itálii, v Portugalsku, ve Španělsku a v Litvě všechny přírodní vědy vyučovány v jednom integrovaném předmětu. Integrovaná výuka fyziky a chemie probíhá např. ve Francii, v Lichtenštejnsku a v Nizozemí. V Dánsku probíhá integrovaná výuka přírodovědných předmětů jen v jazykové větvi gymnázia. Integrovaná výuka přírodovědných předmětů ve Finsku, v Irsku, ve Slovinsku, v Řecku a na Maltě probíhá pouze na nižším sekundárním stupni. Samostatné předměty chemie a fyzika (stejně jako ostatní přírodovědné předměty) mají tradičně své místo ve školních programech na Slovensku, v Polsku, v Rakousku, v Rumunsku, v Estonsku a na Kypru. V Irsku je dále nabízena integrovaná výuka fyziky a chemie na vyšším sekundárním stupni ve volitelném předmětu.

Přehled integrace výuky přírodovědných předmětů nemůže být prezentován u všech evropských zemí, protože v zemích s výrazně autonomními územně správními celky (Velká Británie, Spolková republika Německo a Belgie) uvádí databáze Eurydice pouze obecné rámce vzdělávací politiky státu [6]. Konkrétní stupeň integrace přírodovědných předmětů se u těchto zemí liší v jednotlivých správních celcích a spolkových zemích.

Integrace výuky přírodovědných předmětů v České republice

V České republice probíhá výuka přírodovědných předmětů na nižším i vyšším sekundárním stupni odděleně. Po uvedení rámcových vzdělávacích programů v platnost se školám otevírá možnost integrované výuky (nejen) přírodovědných předmětů. Zatím však zůstává ve většině případů jen v rovině teoretické. Pouze na nižším stupni vícejazyčných gymnázií se ojediněle objevují integrované přírodovědné předměty, např. na osmiletém Gymnáziu Nový PORG v Praze je v primě a sekundě vyučován v angličtině předmět Integrated Science [12] a na Gymnáziu Globe v Brně je do výuky v tercií a kvartě zařazen anglicky vyučovaný předmět Science [13]. Na základních školách se jeví zařazení jednotné přírodovědy přijatelnější a jednodušší, začínají dokonce pro tento účel vznikat první didaktické materiály. Plzeňské nakladatelství Fraus vydalo komplet šesti učebnic pro integrovanou výuku na základních školách Člověk a příroda – Energie, Informace a komunikace, Půda, Voda, Vzduch a Zdraví - přeložených z německého originálu Naturwissenschaften [14-19]. Ve stejném nakladatelství vyšla také metodická příručka pro učitele Jak využívat integrované učební texty ve výuce [20]. Zatím však (pokud vůbec) jsou tyto učebnice používány spíše jako doplňkové nebo jako podpůrné materiály pro školní projekty. Na vyšším stupni gymnázia jsou fyzika, chemie, biologie a geografie samostatnými předměty s různými hodinovými dotacemi v jednotlivých ročnících, podle profilace a možností konkrétní školy.

Podle průzkumu, který při elektronické konferenci Člověk a příroda: První krok k integraci výuky přírodovědných předmětů publikovali Jiří Škoda a Pavel Doulík [21], by učitelé na českých gymnáziích uvítali větší míru integrace, zejména formou většího důrazu na mezipředmětové vztahy v rámci samostatných předmětů. Jako největší problémy ale uvádějí:

- nedostatečnou odbornou způsobilost učitelů pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů, profilaci na jeden až dva předměty
- chybějící vhodné učebnice
- nedostatek finančních prostředků na vybavení specializovaných učeben
- časovou náročnost, náročnost tvorby rozvrhu
- neochotu učitelů měnit zažité způsoby výuky
- nedostatečnou motivaci
- chybějící spolupráci mezi učiteli jednotlivých předmětů.

Je tedy zřejmé, že v současných podmínkách je pro gymnázia v České republice nejschůdnější cestou zachování samostatných přírodovědných předmětů a posílení mezipředmětových vztahů mezi nimi.

2.2.3 Konstruktivismus v přírodovědném vzdělávání

Mezipředmětové vztahy jsou ústřední otázkou jednoho z možných způsobů uvažování o poznání, a tím je *konstruktivismus*. Konstruktivistický přístup integruje obsah vzdělávání do smysluplných celků a klade důraz na osvojení klíčových kompetencí definovaných v kurikulárních dokumentech (u nás v RVP). Důkazem aktuality tohoto přístupu pro současné školství je řada řešených projektů a udělených grantů, např. projekt Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání řešený s podporou grantu GAČR 406/05/0188 na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci v letech 2005-2007. V úvodní studii k výše uvedenému projektu se uvádí: „Pro efektivní přírodovědné vzdělávání je podstatná preference výukových metod založených především na vlastním poznávání, měření, experimentování a hodnocení reálných dějů, objektů či stavů, na vizualizaci a modelování, na aktivním vyhledávání a zpracování informací žákem“ [22]. Právě cílené využívání mezipředmětových vztahů výrazně napomáhá aplikaci těchto zásad do školské praxe, a tak zvyšuje efektivitu přírodovědného vzdělávání.

2.2.4 Realizace mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v ŠVP

Školní vzdělávací programy (ŠVP) jsou dokumenty, které si v souladu s příslušnými rámcovými vzdělávacími programy vytváří každá škola samostatně a od 1. 9. 2009 podle nich povinně realizuje výuku žáků od prvních ročníků na vyšších gymnáziích. Školní vzdělávací programy kromě základních identifikačních údajů a charakteristiky školy, učebního plánu, školních projektů a kurzů, hodnocení žáků a autoevaluace školy obsahují podrobně rozepsané učební osnovy jednotlivých předmětů rozdělených do vzdělávacích oblastí. Tyto učební osnovy kromě samotného učiva obsahují očekávané výstupy žáka, průřezová témata a *mezipředmětové přesahy*. Právě v této části ŠVP by se měly objevit poznámky o mezipředmětových vztazích, díky nimž je poměrně zřetelně a názorně vidět, jak velká pozornost je mezipředmětovým vztahům věnována na dané škole (alespoň podle jejích oficiálních dokumentů, které by měly odrážet realitu výuky na škole).

Na konkrétním vybraném Gymnáziu Josefa Ressela v Chrudimi jsou fyzika a chemie vyučovány v samostatných předmětech v prvním až třetím ročníku s časovou dotací chemie 3-2-2 (hodin týdně v daném ročníku) a fyziky 2-2-3 (hodin týdně v daném ročníku). Ve třetím a čtvrtém ročníku je možnost výběru semináře z chemie a semináře z fyziky jako volitelných předmětů s časovou dotací dvě hodiny týdně v obou předmětech a ročnících. V následující tabulce je uveden

souhrn všech přesahů chemie do předmětu fyzika, které je možné najít v ŠVP na Gymnáziu Josefa Ressela v Chrudimi [23] včetně zařazení učiva do ročníků:

Tabulka 2.1 Přesahy chemie do předmětu fyzika v ŠVP na Gymnáziu v Chrudimi [23]

Tematický celek ve fyzice	Ročník	Přesah
Základní poznatky molekulové fyziky a termiky	F II, CH I	Důležité chemické veličiny a základní výpočty
Struktura a vlastnosti pevných látek	F II, CH I	Složení a struktura chemických látek
Elektrický proud v kapalinách	F III, CH I	Chemický děj a jeho zákonitosti

V další tabulce je analogicky uveden souhrn všech přesahů fyziky do předmětu chemie, které je možné najít v ŠVP na Gymnáziu Josefa Ressela v Chrudimi [23] včetně zařazení učiva do ročníků:

Tabulka 2.2 Přesahy fyziky do předmětu chemie v ŠVP na Gymnáziu v Chrudimi [23]

Tematický celek v chemii	Ročník	Přesah
Látky a soustavy látek	CH I, F II	Struktura a vlastnosti plynů
Látky a soustavy látek	CH I, F II	Struktura a vlastnosti pevných látek
Látky a soustavy látek	CH I, F II	Struktura a vlastnosti kapalin
Látky a soustavy látek	CH I, F II	Změny skupenství látek
Důležité chemické veličiny a základní výpočty	CH I, F I	Fyzikální veličiny a jednotky
Složení a struktura chemických látek	CH I, F II	Struktura a vlastnosti pevných látek
Složení a struktura chemických látek	CH I, F III sem.	Jaderná fyzika
Chemický děj a jeho zákonitosti	CH I, F III	Elektrický proud v kapalinách
Chemická rovnováha	CH I, F III	Elektrický proud v kapalinách
Chemická rovnováha	CH I, F II	Vnitřní energie, práce, teplo
d-prvky a f-prvky	CH II, F III sem.	Jaderná fyzika
Biochemie	CH III, F IV sem.	Vlnová optika

Poznámka: F III sem. - učivo je probíráno ve 3. ročníku ve volitelném semináři z fyziky

F IV sem. - učivo je probíráno ve 4. ročníku ve volitelném semináři z fyziky

Z porovnání údajů je zřejmé, že v ŠVP Gymnázia Josefa Ressela v Chrudimi jsou přesahy fyziky do vyučovacího předmětu chemie (dvanáct případů) mnohem častější než přesahy chemie do vyučovacího předmětu fyzika (tři případy). Časová koordinace učiva není vhodná, z patnácti přesahů je pouze v jednom případě společné učivo probíráno ve stejném ročníku v chemii i ve

fyzice, jedná se o kapitolu fyzikálních a chemických veličin v prvním ročníku (zvýrazněno v tabulce).

Podobně je možné provést analýzu školního vzdělávacího programu dalších škol, zajímavé může být např. porovnání s programem Gymnázia Olomouc - Hejčín. Zde jsou fyzika a chemie vyučovány v samostatných předmětech s týdenními časovými dotacemi v jednotlivých ročnících pro fyziku 3-2-3-3 a pro chemii 2-3-2-0. V následující tabulce je uveden souhrn všech přesahů chemie do předmětu fyzika, které je možné najít v ŠVP na Gymnáziu Olomouc - Hejčín [24] včetně zařazení učiva do ročníků:

Tabulka 2.3 Přesahy chemie do předmětu fyzika v ŠVP na Gymnáziu Olomouc - Hejčín [24]

Tematický celek ve fyzice	Ročník	Přesah
Základní poznatky molekulové fyziky a termiky	F II, CH I	Molární veličiny
Struktura a vlastnosti pevných látek	F II, CH I	Chemické vazby
Elektrický proud v polovodičích	F III, CH I	Periodická soustava, chemické vazby
Elektrický proud v kapalinách	F III, CH I	Elektrolytická disociace, elektrochemický potenciál
Vlnová optika	F IV, CH III	Spektrální analýza
Atomová fyzika	F IV, CH I	Elektronový obal atomu, chemické vazby, periodická soustava prvků

V další tabulce je analogicky uveden souhrn všech přesahů fyziky do předmětu chemie, které je možné najít v ŠVP na Gymnáziu Olomouc - Hejčín [24] včetně zařazení učiva do ročníků:

Tabulka 2.4 Přesahy fyziky do předmětu chemie v ŠVP na Gymnáziu Olomouc - Hejčín [24]

Tematický celek v chemii	Ročník	Přesah
Prvky a sloučeniny	CH I, F II	Molární veličiny
Chemické veličiny a výpočty	CH I, F I	Jednotky SI, měření hustoty, převody jednotek
Chemická vazba	CH I, F III	Elektrické vlastnosti
Prvky VIII. skupiny	CH I, F IV	Radioaktivita radonu
Kovy - obecná charakteristika	CH II, F III	Magnetismus, elektrická vodivost kovů
Kinetika chemických reakcí	CH II, F I	Rychlost

Ve školním vzdělávacím programu na Gymnáziu Olomouc - Hejčín jsou mezipředmětové vazby chemie a fyziky vyrovnané co do počtu vzájemných přesahů obou předmětů (v obou vyučovacích předmětech je šest přesahů). Bohužel ani v tomto ŠVP není časová koordinace učiva vždy vyhovující, s výjimkou fyzikálních a chemických veličin (zvýrazněno v tabulce) je učivo obou předmětů probíráno v různých ročnících. V tomto ohledu jsou si školní vzdělávací programy obou gymnázií podobné.

Ne všechny školy mají ve svých programech mezipředmětové vztahy a přesahy učiva podrobně rozpracované. Příkladem může být Slovanské gymnázium v Olomouci, v jeho ŠVP je zmíněn jediný přesah chemie do fyziky a jediný přesah fyziky do chemie [25]. Informace, které poskytují školní vzdělávací programy, nemusí nutně odrážet skutečný stav výuky na dané škole, přesto však je možné porovnáním ŠVP alespoň orientačně zjistit, jak velkou pozornost konkrétní škola mezipředmětovým vztahům věnuje a do jaké míry je aplikuje.

2.3 Učebnice a jejich význam

Učebnice velmi dlouhou dobu byly a stále jsou nejvíce používanou a rozšířenou vyučovací pomůckou. Jejich význam ani na počátku 21. století rozhodně neklesá, učebnice stále zůstávají i v technologicky velmi vyspělých zemích jako USA nebo Japonsko nezbytnou součástí výuky [26]. Odpovědi na otázky, v čem jsou učebnice tak výjimečné, v čem mohou učitelé pomoci a proč mají tak výlučné postavení mezi ostatními edukačními médii, přináší *teorie a výzkum učebnic*, které se v našich podmínkách věnoval zejména Jan Průcha [27,28]. Tento pedagogický obor je v zahraničí velmi rozsáhlý a rozvinutý, mezi největší světové odborníky v oblasti výzkumu učebnic patří Jaan Mikk z univerzity v estonském Tartu [29,30] nebo Jürgen Bortz a Nicola Döring z Institutu pro výzkum učebnic v Berlíně [31]. U nás však po roce 1990 došlo u odborníků k poklesu zájmu o učebnice, v současné době v České republice neexistuje pro výzkum učebnic žádné specializované pracoviště [32] a hodnocení učebnic se věnují pouze jednotliví autoři [26,33] bez spolupráce s centrálním institutem.

Učebnice se od jiných knih nemusí nutně lišit svojí podobou, ale zásadní charakteristikou je její způsob užívání, role, kterou plní ve výuce. Učebnice je pramenem informací, které jsou obsahem komunikace ve škole, základním prostředkem organizace kurikula [34] a základním nástrojem pro vyučování a učení [26]. Učebnicová řada je soubor učebnic pro následné ročníky, který vznikl na základě jedné koncepce a byl obvykle vytvořen jedním autorským kolektivem. Mezi další didaktické texty používané při výuce přírodovědných předmětů na gymnáziu patří kromě učebnic sbírky úloh, testy a testové manuály, příručky pro učitele, pracovní sešity, atlasy a mapy, didaktické příručky a odborné tabulky.

Mezi základní *funkce učebnice* řadí Zuzana Sikorová [26]:

- informační funkce: vymezení obsahu a rozsahu vzdělávání v určitém předmětu
- transformační funkce: poskytnutí didakticky zpracované informace z určitého vědního oboru způsobem přístupným pro žáky
- motivační funkce: podněcování a povzbuzení k učení atraktivní a zajímavou formou
- řídicí (kontrolní) funkce: navození a řízení učební činnosti žáků
- systematizační funkce: rozčlenění učiva do systému a vymezení posloupnosti jednotlivých částí učiva
- koordinační funkce: zajištění koordinace při využívání dalších didaktických prostředků
- integrační funkce: poskytování základu pro chápání a integrování informací
- sebezvzdělávací funkce: stimulování žáků k samostatné práci
- diferenciační funkce: poskytování dalšího materiálu pro nadané žáky se zájmem o daný předmět, rozlišení základního a rozšiřujícího učiva
- hodnotová funkce: utváření hodnot a postojů u žáků.

Konkrétní učebnice může realizovat jednotlivé funkce v odlišné intenzitě a v odlišném rozsahu. Míra zastoupení jednotlivých funkcí závisí na stupni a ročníku školy a na vyučovacím předmětu.

Tato práce se v další části zabývá zejména integrační funkcí učebnic chemie a fyziky na vyšším stupni gymnázia (na čtyřletém gymnáziu).

2.3.1 Výběr a schvalování učebnic

V současné době jsou u nás učebnice komerčním zbožím a obecně se projevuje značná míra liberalizace na trhu učebnic. Zatímco před rokem 1990 byly Státním pedagogickým nakladatelstvím (SPN) vydávány jednotné učebnice pro danou etapu studia, dnes vydává učebnice a jiné didaktické materiály velké množství vzájemně si konkurujících nakladatelství, např. Prometheus, Fragment, Rubico, Státní pedagogické nakladatelství, Didaktis, Albra, Fortuna, Scientia, Prodos atd. Soukromí nakladatelé si do tvorby učebnic příliš zasahovat nenechávají [35] a schvalovací řízení Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (MŠMT ČR) je rovněž dosti liberální, na což poukazuje i Jan Průcha ve svém příspěvku o teorii a výzkumu učebnic [36].

Stát prostřednictvím ministerstva školství uděluje učebnicím základních a středních škol *schvalovací doložku*, která má však praktický význam zejména pro základní školy. Učitelé si mohou vybrat i neschválenou učebnici [2], avšak pouze učebnice s platnou doložkou jsou dotovány státem a žáci na základních školách je dostanou zapůjčeny. Situace na středních školách je ale jiná,

žáci si většinou učebnice kupují sami na doporučení učitelů a schvalovací doložka tak pro učebnice středních škol postrádá regulační funkci ze strany státu.

Didaktická kvalita nových učebnic často není ověřována, zejména z hlediska jejich uživatelů, tj. žáků. O použití učebnic a učebních textů rozhoduje ředitel školy, který zodpovídá za splnění podmínek uvedených ve školském zákoně [2]. Učitelé středních škol dnes mají poměrně značnou možnost podílet se na výběru učebnic pro předměty, které vyučují, ale většina z nich by uvítala pomoc při hodnocení a výběru učebnic [37]. Velmi vhodnou pomůckou by pro to bylo vytvoření celostátní databáze učebnic, která by monitorovala trh, obsahovala recenze dostupných učebnic a zprostředkovala tak potřebný servis učitelům vybírajícím učebnice pro své žáky.

2.3.2 Postavení učebnic chemie a fyziky na současném gymnáziu

V souvislosti s novými reformami školství v České republice a se všemi důsledky, které pro vzdělávání přinášejí, se nabízí otázka, zda budou ještě potřebné učebnice? Jedním z hlavních znaků kurikulární politiky je totiž důraz na uplatnění specifických možností dané školy, učitelského kolektivu a využití místních specifických podmínek. Nebude potom snazší a výhodnější, aby si každá škola vytvářela samostatně učební texty a další materiály pro své žáky? Nebo aby podle konkrétní potřeby využívala již připravené materiály z jiných zdrojů? Ve výuce přírodovědných předmětů navíc vstupuje do hry množství jiných způsobů získávání a sdělování informací a poznatků – vlastní pozorování a experimentování žáků, výklad učitele, projektová výuka, názorné prezentace, videa či animace, modelování a simulace, e-learning, výuková CD a DVD apod. Mají tedy učebnice chemie a fyziky ještě nějakou budoucnost? Zkušenost a mnohé výzkumy, které uvádí např. Jan Průcha nebo Zuzana Sikorová [26,27], ukazují, že doba klasických učebnic zdaleka neskončila. Ani v době vyspělých informačně-komunikačních technologií není žádné médium schopné plně nahradit funkce učebnice jak pro učitele, tak pro žáky. Také anglický pedagog Geoffrey Petty uvádí, že obliba a význam klasických učebnic v posledních letech roste, což je v případě přírodovědných předmětů částečně podmíněno širším využíváním projektové metody ve výuce [38]. Současnou i budoucí rolí a podobou učebnic pro přírodovědné vzdělávání se zabývá americký pedagog Arthur Stinner [39], také on se přiklání k názoru, že klasické učebnice jsou pro výuku přírodovědných předmětů nezbytnou pomůckou.

Míra četnosti a způsoby využívání učebnic chemie a fyziky na českých gymnáziích se liší [40]. Někteří učitelé používají učebnice jako hlavní pomůcku pro výuku a vyžadují práci s nimi i od svých žáků, jiní učitelé učebnice žákům pouze doporučují a při přípravě výuky z nich využívají jen určité části, např. příklady, pokusy, schémata či návody na laboratorní cvičení. Každý učitel by však měl mít přehled o dostupných učebnicích a měl by být schopen posoudit, jaká učebnice je pro výuku jeho předmětu vhodná.

2.3.3 Přehled současných učebnic chemie pro gymnázia

Pro výběr gymnaziálních učebnic chemie je situace na českém trhu komplikovanější než pro učebnice fyziky a to zejména v tom smyslu, že pro chemii existují tři ucelené učebnicové řady a navíc vycházejí jednotlivé učebnice zahrnující jen část středoškolského učiva. Nejpoužívanější ucelenou řadou učebnic chemie pro gymnázia [40] je trojice učebnic *Chemie pro čtyřletá gymnázia* (1., 2. a 3. díl) autorů Jaroslav Honza, Aleš Mareček, která vyšla v nakladatelství Olomouc [41-43]. Tyto učebnice pokrývají v plném rozsahu učivo pro gymnázia, nebyla jim však udělena schvalovací doložka MŠMT ČR. Na komplet učebnic navazuje *Chemie: Sbírka příkladů pro studenty středních škol* od stejných autorů, kterou vydalo nakladatelství Proton [44].

Druhou ucelenou učebnicovou řadou pro výuku chemie na gymnáziu je dvojice učebnic *Chemie I pro gymnázia (Obecná a anorganická)* a *Chemie II pro gymnázia (Organická a biochemie)* [45,46]. Obě učebnice vydalo Státní pedagogické nakladatelství, autory první z nich jsou Vratislav Flemr a Bohuslav Dušek, hlavními autory druhého dílu jsou Karel Kolář, Milan Kodíček a Jiří Pospíšil. Oběma učebnicím byla udělena schvalovací doložka MŠMT ČR.

Třetím kompletem učebnic chemie, který se však pro výuku na gymnáziích používá nejméně [40], je čtyřdílná řada učebnic *Chemie pro střední školy* (1a, 1b, 2a, 2b), která vyšla v pražském nakladatelství Scientia [47-50]. Tyto učebnice jsou přeloženy z německého originálu *Elemente Chemie* z nakladatelství Ernsta Kletta ve Stuttgartu, jejími hlavními autory jsou Werner Eisner a Wolfgang Amann. Odborným garantem učebnic je Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, všechny čtyři díly jsou opatřeny schvalovací doložkou MŠMT ČR.

V následujícím přehledu jsou uvedeny příklady dalších monotematických učebnic chemie a přehledů středoškolské chemie, které mohou být použity pro výuku na gymnáziu:

- *Chemie obecná a anorganická* – autor Vratislav Šrámek, nakladatelství Olomouc [51]
- *Učebnice středoškolské chemie a biochemie* – autoři Pavel Peč, Danuše Pečová, nakladatelství Olomouc [52]
- *Organická chemie pro gymnázia* – autorka Danuše Pečová, nakladatelství Olomouc [53]
- *Přehled středoškolské chemie* – autor Jiří Vacík a kol., Státní pedagogické nakladatelství [54]
- *Chemie (I a II) v kostce pro střední školy* – autoři Bohumír Kotlík, Květoslava Růžičková, nakladatelství Fragment [55,56]
- *Cvičení k chemii v kostce pro střední školy* – autoři Bohumír Kotlík, Květoslava Růžičková, nakladatelství Fragment [57]
- *Chemie pro střední školy* – autor Jiří Banýr a kol., Státní pedagogické nakladatelství [58].

Dále se na českém trhu nachází velké množství učebnic a příruček pro přípravu k maturitě nebo k přijímacím zkouškám z chemie, tyto knihy vydávají různá nakladatelství v různých edicích. Pro příklad je možno uvést následující publikace:

- *Odmaturuj z chemie* – autorky Marika Benešová, Hana Satrapová, nakladatelství Didaktis [59]
- *Maturitní otázky: Chemie* – autoři Milan Bárta, Libuše Bartošová, nakladatelství Fragment [60]
- *Chemie v testových otázkách a odpovědích* – autorka Svatava Dvořáčková, nakladatelství Rubico [61]
- *Chemie na dlani* - autorka Svatava Dvořáčková, nakladatelství Rubico [62]
- *Chemie pro gymnázia v testových úlohách* – autor Milan Kodíček a kol., Státní pedagogické nakladatelství [63].

Nedílnou součástí didaktických textů pro výuku chemie na vyšších gymnáziích jsou metodické příručky a příručky pro učitele (např. sbírky pokusů z chemie na střední škole [64], učebnice a cvičebnice názvosloví chemických sloučenin [65], sbírky příkladů [44], chemické tabulky [66]) a jiná doplňková a zájmová literatura.

2.3.4 Přehled současných učebnic fyziky pro gymnázia

V současné době je na trhu k dispozici jediná ucelená učebnicová řada, která kompletně pokrývá učivo fyziky na vyšším gymnáziu v plném rozsahu. Jedná se o osmidílný soubor *Fyzika pro gymnázia* vydaný pražským nakladatelstvím Prometheus [67-74]. Učebnice jsou zpracovány podle tematických celků a lze je využít pro třídy s vyšší i nižší hodinovou dotací. Grafická úprava textu umožňuje učitelům snadno vybrat učivo podle potřeby (úroveň žáků ve třídě a hodinové dotaci fyziky). Učebnice byly připraveny ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků, což je známkou vysoké odborné i metodické úrovně učebnic. Všechny jsou opatřeny schvalovací doložkou MŠMT ČR. Učebnice vycházejí v opakovaných vydáních a výtiscích, nejnovější přepracovaná vydání obsahují klíčové kompetence požadované v RVP G. Do učebnicové řady *Fyzika pro gymnázia* patří následující učebnice:

1. *Mechanika* – autoři Milan Bednařík, Miroslava Šíroková, Petr Bujok [67]
2. *Molekulová fyzika a termika* - autoři Karel Bartuška, Emanuel Svoboda [68]
3. *Mechanické kmitání a vlnění* – autor Oldřich Lepil [69]
4. *Elektřina a magnetismus* – autoři Oldřich Lepil, Přemysl Šedivý [70]
5. *Optika* – autor Oldřich Lepil [71]
6. *Fyzika mikrosvěta* – autor Ivan Štoll [72]

7. *Speciální teorie relativity* – autor Karel Bartuška [73]
8. *Astrofyzika* – autor Martin Macháček [74].

V návaznosti na výše uvedenou řadu učebnic vyšla rovněž v nakladatelství Prometheus sbírka řešených i neřešených příkladů *Fyzika: Sbíрка úloh pro střední školy*, jejímž autorem je Oldřich Lepil [75]. Další používané sbírky příkladů byly vydané stejným nakladatelstvím pod názvem *Sbíрка řešených úloh z fyziky pro střední školy I, II, III a IV*, jejich autorem je Karel Bartuška [76-79].

Pro výuku na gymnáziích s nižší hodinovou dotací fyziky je možné použít dvojdílnou řadu učebnic *Fyzika pro střední školy (1. a 2. díl)*, jejímž autorem je Oldřich Lepil a která vyšla taktéž v nakladatelství Prometheus [80,81].

Stejně jako v chemii, i ve fyzice vychází v současnosti velké množství přehledů středoškolské fyziky, učebnic pro přípravu k maturitě nebo k přijímacím zkouškám na vysoké školy. Tyto knihy vycházejí v mnoha edicích v různých nakladatelstvích a některé z nich mohou být použity jako doplňkové učebnice pro výuku na gymnáziu. Pro příklad je možno uvést následující publikace:

- *Fyzika v kostce pro střední školy* – autoři Vladimír Lank, Miroslav Vondra, nakladatelství Fragment [82]
- *Přehled středoškolské fyziky* – autor Emanuel Svoboda a kol., nakladatelství Prometheus [83]
- *Fyzika na dlani* – autoři Milan Láska, Roman Kubínek, nakladatelství Rubico [84]
- *Odmaturuj z fyziky* – autor Pavol Tarábek a kol., nakladatelství Didaktis [85]
- *Středoškolská fyzika* – autor Jiří Vlček, nakladatelství Jiří Vlček [86]
- *Maturitní otázky: Fyzika* – autoři Václav Soukup, Josef Veselý, nakladatelství Fragment [87]
- *Fyzika: Maturita v kapse* – autoři Petr Pudivít, Ivan Teplička, nakladatelství Enigma [88]
- *Sbíрка testových úloh k maturitě z fyziky* – autoři Oldřich Lepil, Miroslava Široká, nakladatelství Prometheus [89]
- *Fyzika: Příprava k přijímacím zkouškám na vysoké školy* – autoři Ivan Šantavý, Aleš Trojánek, nakladatelství Prometheus [90].

Další část didaktických textů pro výuku fyziky na vyšších gymnáziích tvoří metodické příručky a příručky pro učitele (např. sbírky pokusů z fyziky na střední škole [91-93], sbírky příkladů [75-79], fyzikální tabulky [66]) a jiná doplňková a zájmová literatura.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Analyzované učebnice chemie a fyziky

Pro analýzu a hodnocení mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia byla vybrána jedna učebnicová řada z každého vyučovacího předmětu. Pro chemii to byl trojdílný komplet učebnic, který je pro výuku na čtyřletých gymnáziích nejpoužívanější [40]. Tím je **Chemie pro čtyřletá gymnázia** [41-43], jejímiž autory jsou Jaroslav Honza a Aleš Mareček. První díl učebnice obsahuje učivo obecné a anorganické chemie, na něj navazující druhý díl pokračuje ve výkladu vybraných kapitol obecné a anorganické chemie, dále obsahuje úvod do analytické a organické chemie. Třetí díl se věnuje dalším kapitolám z organické chemie (deriváty uhlovodíků) a biochemii. Na trojici učebnic navazuje sbírka řešených i neřešených příkladů Chemie: sbírka příkladů pro studenty středních škol [44]. Samotné učebnice obsahují otázky a úkoly jen za vybranými kapitolami a v ostatních případech se odkazují na výše uvedenou sbírku. Na konci každého dílu je samostatná kapitola věnovaná názvosloví a volné stránky pro poznámky studenta. Žádná z učebnic neobsahuje experimenty ani návody na laboratorní cvičení. Grafická podoba učebnic je jednoduchá, zahrnující černobílé obrázky a schémata, několik modelů a grafů, učebnice neobsahují fotografie ani obrázkové přílohy. Klíčová slova jsou zvýrazněna v textu a na okrajích stran, rozšiřující text je graficky odlišen.

Pro analýzu učebnic fyziky byl vybrán komplet osmi monotematických učebnic **Fyzika pro gymnázia** [67-74], který je v současnosti jedinou ucelenou řadou učebnic pokrývajících učivo fyziky na vyšším gymnáziu v plném rozsahu. Všechny díly učebnicové řady Fyzika pro gymnázia mají jednotný styl, strukturu kapitol a podkapitol, grafickou podobu i způsob psaní výkladového textu. Každá kapitola obsahuje úlohy a příklady k samostatnému řešení a závěrečné shrnutí, v některých kapitolách jsou též řešené příklady. Na výkladový text navazují laboratorní úlohy a teoretická cvičení obsahující příklady k dalšímu procvičení a prohloubení probrané látky. Ve výkladovém textu jsou tučně a barevně zvýrazněny klíčové pojmy a zákony, rozšiřující učivo je rovněž graficky odlišeno. Učebnice jsou bohatě ilustrovány, obsahují názorné grafy, tabulky, schémata a černobílé fotografie.

Po provedení analýzy mezipředmětových vztahů v současných středoškolských učebnicích chemie a fyziky pro gymnázia byly tyto dvě řady učebnic porovnány s dostupnými zahraničními učebnicemi pro odpovídající typy škol a s historickými učebnicemi chemie a fyziky vydanými v českých zemích v průběhu 20. století.

Učebnice chemie a fyziky, které vyšly v českých zemích od počátku 20. století, byly pro analýzu mezipředmětových vztahů vybrány ve spolupráci s Oddělením dějin školství při Muzeu

Komenského v Přerově tak, aby tvořily kompletní učebnicové řady pokrývající celé učivo odpovídajícího typu škol v daném období. Pro snadnou orientaci je možné tyto učebnice rozdělit následujícím způsobem:

1. Učebnice druhé poloviny 20. let 20. století:
 - a) Učebnice chemie: *Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia (I. – III. díl)* – autoři F. Mašek a H. Němeček, Praha, Československá grafická unie, 1924-1929. [94-96]
 - b) Učebnice fyziky: *Přehled fyziky (I. a II. díl)* – autor Otokar Maška, Brno, Dědictví Havlíčkovo, 1928. [97,98]
2. Učebnice druhé poloviny 60. let 20. století:
 - a) Učebnice chemie: *Anorganická a organická chemie pro I. – III. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol* – kolektiv autorů, Praha, SPN, 1966-1968. [99,100]
 - b) Učebnice fyziky: *Fyzika pro I. – III. ročník střední všeobecně vzdělávací školy* – kolektiv autorů, Praha, SPN, 1964-1972. [101-103]
3. Učebnice druhé poloviny 80. let 20. století (poslední jednotné československé učebnice):
 - a) Učebnice chemie: *Chemie pro I. – III. ročník gymnázií* – kolektiv autorů, Praha, SPN, 1984-1986. [104-106]
 - b) Učebnice fyziky: *Fyzika pro I. – IV. ročník gymnázií* – kolektiv autorů, Praha, SPN, 1984-1990. [107-110]

Tento výčet učebnic vydaných v českých zemích ve 20. století završují současné učebnice chemie a fyziky – např. komplety *Chemie pro čtyřletá gymnázia* [41-43] a *Fyzika pro gymnázia* [67-74] uvedené na začátku této kapitoly.

Ze zahraničních učebnic chemie a fyziky byly vybrány následující dostupné učebnice a učebnicové řady:

- *Chemistry in Context* – autoři Graham Hill a John Holman, London, ELBS Nelson, 1989. [111]
- *Chimie: Ire S Programme 2001* - autor Adolphe Tomasino a kol., Paris, Nathan, 2001. [112]
- *Chemie für die Sekundarstufe I: Band I, Band II* – autor Werner Geiger a kol., Berlin, Cornelsen, 1991. [113,114]
- *Chemie (1, 2) für die Oberstufe* - autoři Januschewsky W. a Jarisch E., Wien, Ueberreuter-Deuticke, 1989. [115,116]
- *Physique – Chimie: 2de Programme 2000* - autor Adolphe Tomasino a kol., Paris, Nathan, 2000. [117]
- *Physik* – autor Rüdiger Lawaczek, Stuttgart, Deutscher Apotheker, 1997. [118]
- *Physique: Term S Obligatoire Programme 2002* – autor Adolphe Tomasino a kol., Paris, Nathan, 2002. [119]

- *Physique: Term S enseignement obligatoire* – autor Adolphe Tomasino a kol., Paris, Nathan, 1995. [120]
- *Prehľad chémie (1, 2)* – autoři Beáta Brestenská a Peter Silný, Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2000-2002. [121,122]
- *Prehľad fyziky (1, 2)* – autor Jozef Zámečník, Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1999-2000. [123,124]

Bližší informace o analyzovaných historických a zahraničních učebnicích jsou uvedeny v kapitolách 3.3 a 3.4.

Přehled všech učebnic chemie a fyziky, které byly podrobeny analýze mezipředmětových vztahů, je uveden v Příloze 1 na konci této práce. Fotografie obálek těchto učebnic jsou součástí obrazové přílohy (Příloha 2), obálky historických učebnic jsou publikovány se souhlasem Oddělení dějin školství Muzea Komenského v Přerově.

3.2 Společné integrující pojmy a témata v současných středoškolských učebnicích chemie a fyziky pro gymnázia

V analyzovaných učebnicích *Chemie pro čtyřletá gymnázia* (dále ChG) [41-43] a *Fyzika pro gymnázia* (dále FG) [67-74] se vyskytují pojmy a témata, kapitoly nebo části kapitol, které jsou společné oběma předmětům, a proto se jim věnuje výkladový text učebnic chemie i fyziky. Často však daný pojem není v učebnicích obou předmětů zaveden a definován stejným způsobem a taktéž na společná témata je pohlíženo z různých úhlů pohledu a v odlišných souvislostech. Učebnice každého předmětu logicky kladou větší důraz na tu část učiva, kterou příslušný obor dále rozvíjí a na které staví další poznatky. V následujících podkapitolách jsou uvedeny nejdůležitější společné integrující pojmy a témata, které byly při analýze nalezeny v současných gymnaziálních učebnicích chemie a fyziky. U každého z nich je uvedeno, co je pro oba předměty společné a v čem se naopak výklad chemie a fyziky liší.

Všechny pojmy a definice jsou v dalších kapitolách pro autentičnost uvedeny v takové podobě, ve které se vyskytují v analyzovaných učebnicích, a to i za cenu odborné nesprávnosti či nepřesnosti.

3.2.1 Veličiny a jednotky

Fyzikální veličiny a jejich jednotky tvoří jednu z úvodních kapitol první učebnice kompletu FG. Žáci se tak na začátku prvního ročníku studia seznámí s tím, že „fyzikální vlastnosti, stavy

a změny hmotných objektů, které je možno změřit, vyjadřujeme fyzikálními veličinami“ [67] a „hodnota fyzikální veličiny je určena číselnou hodnotou a příslušnou měřicí jednotkou“ [67]. V další kapitole FG je zavedena Mezinárodní soustava jednotek SI a definovány jsou základní, odvozené a vedlejší jednotky, násobky a díly jednotek a předpony pro jejich tvoření. V úlohách a cvičeních se žáci naučí, jak se jednotky převádějí a odvozují. Na závěr úvodní kapitoly jsou popsány metody měření fyzikálních veličin, postup měření a příklady měřicích principů a přístrojů.

V gymnaziálních učebnicích chemie [41-43] není veličinám a jejich jednotkám věnována samostatná kapitola, předpokládá se obecná znalost problematiky z předmětu fyzika. Ve výkladovém textu i v úlohách kompletu ChG se běžně používají veličiny hmotnost, objem, teplota, elektrický náboj, elektrický proud a napětí, hustota, energie, teplo, tlak, čas, délka, plocha atd. včetně jejich jednotek a převodů mezi nimi. Zvláštní pozornost a samostatná kapitola je věnována pouze veličinám popisujícím hmotnost atomů a molekul, látkovému množství a molárním veličinám.

Veličiny popisující hmotnost atomů a molekul – relativní atomová hmotnost A_r a relativní molekulová hmotnost M_r jsou v obou učebnicových řadách (ChG a FG) definovány stejným způsobem jako poměr skutečné hmotnosti atomu (molekuly) k atomové hmotnostní konstantě m_u . Obě řady učebnic také zavádějí pojem střední relativní atomová hmotnost jako tabelovanou hodnotu A_r a vysvětlují její význam pro prvky s více izotopy. Po obsahové stránce je tedy koordinace učiva o hmotnosti atomů a molekul v učebnicích ChG a FG velmi dobrá, což se bohužel nedá říci o koordinaci časové – v učebnicích ChG je kapitola „Hmotnost atomů“ zařazena v úvodní části prvního dílu, v učebnicích FG je obdobná kapitola součástí teoretického cvičení v závěru druhého dílu učebnice Molekulová fyzika a termika. Znalost relativních atomových hmotností prvků je dále ve druhém dílu učebnice chemie použita při stanovení stechiometrických a molekulových vzorců organických sloučenin, v učebnicích fyziky jsou veličiny popisující hmotnost atomů a molekul pouze zopakovány a připomenuty v úvodní kapitole šestého dílu FG.

Látkové množství a molární veličiny – definice látkového množství a jednotky *mol* je v učebnicích obou předmětů podobná, přesná formulace má však drobné odlišnosti: „1 mol je množina, která má stejný počet prvků, jako je atomů ve 12 g nuklidu uhlíku ^{12}C “ [41] v učebnici chemie; v učebnici fyziky: „O stejnorodé soustavě říkáme, že má látkové množství 1 mol, jestliže obsahuje právě tolik částic (např. atomů, molekul, iontů), kolik je atomů v nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ o hmotnosti 12 g“ [68]. V obou předmětech je dále zavedena Avogadrova konstanta N_A a molární hmotnost, její označení je ale různé: M v učebnici ChG a M_m v učebnici FG. Tyto odchylky ve značení společné veličiny mohou způsobit u žáků zmatenost a nepochopení. V učebnici fyziky je dále definován molární objem V_m a jeho jednotka, v učebnici chemie tento pojem zaveden není,

pouze je zde uvedeno, že „za normálních podmínek zaujímá 1 mol kteréhokoliv plynu objem 22,4 dm³“ [41]. O časové koordinaci učiva v obou učebnicových řadách platí totéž jako u veličin popisujících hmotnost atomů a molekul – není zcela optimální. Učebnice ChG v dalších kapitolách zavádí pro vyjádření složení roztoků veličinu molární koncentrace c_A s jednotkou mol/l, ta již v učebnicích FG definována a používána není, protože pro další učivo fyziky je nepodstatná.

V učebnicích chemie jsou dále definovány veličiny termodynamické (entalpie, reakční teplo, standardní slučovací teplo a standardní spalné teplo), veličiny kinetické (rychlost chemické reakce) a elektrochemické (standardní redukční potenciál). Těmi se podrobněji zabývají podkapitoly 3.2.7, 3.2.8 a 3.2.10.

3.2.2 Zákony zachování

Zákony zachování (energie, hmotnosti, hybnosti, momentu hybnosti, elektrického náboje, počtu nukleonů aj.) patří mezi základní univerzálně platné zákony ve všech přírodních vědách. Ne všechny učebnice však tyto zákony uvádějí, současné české učebnice chemie (ChG) a fyziky (FG) jsou toho názorným příkladem.

V učebnicích fyziky se žáci postupně seznamují nejprve v prvním dílu FG se zákonem zachování hybnosti: „Celková hybnost izolované soustavy těles se vzájemným silovým působením těles nemění“ [67], se zákonem zachování hmotnosti: „Celková hmotnost izolované soustavy těles je konstantní“ [67] a se zákonem zachování mechanické energie: „Při všech mechanických dějích se mění kinetická energie v potenciální energii a naopak, celková mechanická energie soustavy je však konstantní“ [67]. Následuje kapitola o obecném zákonu zachování energie, která uvádí, že „při všech dějích v izolované soustavě těles se mění jedna forma energie v jinou, nebo přechází energie z jednoho tělesa na druhé, celková energie soustavy se však nemění“ [67]. Ve druhém dílu FG je po zavedení pojmu vnitřní energie tělesa doplněn zákon zachování energie na podobu: „Při dějích probíhajících v izolované soustavě zůstává součet kinetické, potenciální a vnitřní energie těles konstantní“ [68], tento zákon je poté aplikován na tepelnou výměnu mezi tělesy tvořícími izolovanou soustavu těles a na odvození kalorimetrické rovnice. Ve čtvrtém dílu učebnic FG je uveden zákon zachování elektrického náboje: „Celkový elektrický náboj se vzájemným zelektrováním v izolované soustavě těles nemění“ [70]. Šestý díl učebnic FG vyjmenovává zákony zachování, které musí být splněny u jaderných reakcí: zákon zachování energie, zákon zachování hybnosti, zákon zachování elektrického náboje a zákon zachování počtu nukleonů. Jako doplňující a rozšiřující učivo jsou uvedeny zákony zachování podivnosti, půvabu, krásy a pravdivosti elementárních částic v mikrosvětě. V sedmém dílu učebnic FG je zákon zachování hmotnosti, hybnosti a energie zobrazen pro relativistické veličiny a je zde vysvětlena těsná souvislost mezi zákonem zachování hmotnosti a energie ve speciální teorii relativity.

V analyzovaných učebnicích chemie se mohou žáci setkat s důsledky a aplikacemi zákonů zachování v různých kapitolách (např. jaderné rozpady a jaderné reakce, elektrolýza, přeměny energie v živých organismech), málokdy jsou tam však tyto zákony definovány a vysvětleny. Pouze v prvním dílu učebnic ChG je uvedeno, že „chemické rovnice vycházejí ze zákona zachování hmotnosti – to znamená, že součet hmotností reaktantů se rovná součtu hmotností produktů“ [41]. Ve třetím dílu učebnic ChG se dále žáci mohou dozvědět, že „energie nemůže být v průběhu metabolických dějů ztracena nebo zničena, může být pouze přeměněna z jedné formy na formu jinou“ [43], pojem zákon zachování energie však v učebnicích ChG v této souvislosti ani v jiných případech zaveden není. Zůstává tedy otázkou, zda sami žáci pochopí, že se jedná pouze o jinou formulaci téhož zákona zachování energie, jakému se naučili ve fyzice.

3.2.3 Částicová stavba látek

U většiny kapitol a témat ze světa částic a mikročástic hranice mezi chemií a fyzikou v učebnicích obou předmětů mizí. Učebnicové řady ChG a FG shodně uvádí, že látky kteréhokoli skupenství se skládají z částic – atomů, molekul nebo iontů. Obsahově je problematika částicové stavby látek v učebnicích ChG a FG velmi podobná, oba předměty se věnují atomové teorii, zmiňují i přehled historických názorů na strukturu hmoty, vyjmenovávají a charakterizují elementární částice, vysvětlují vznik kationtů a aniontů a definují shodně pojmy prvek, nuklid, izotop, protonové (atomové) číslo Z , neutronové číslo N a nukleonové (hmotnostní) číslo A . Problematická je časová koordinace příslušného učiva. V chemii se s částicovou stavbou látek seznámí žáci na začátku prvního dílu učebnice ChG, ve fyzice až ve druhém dílu FG a další poznatky získají až v prvních kapitolách šestého dílu učebnice FG.

Podrobnější výklad tématu dále podávají jen učebnice fyziky, které obsahují kapitoly o kinetické teorii látek, o vzájemném silovém působení mezi částicemi a o tepelném pohybu částic, který dokazuje osmóza, difuze, tlak plynu a Brownův pohyb. V šestém dílu řady FG jsou jako nepřímé důkazy existence atomů uvedeny zákony stálých a násobných poměrů slučovacích a Avogadrův zákon. Učebnice chemie se spokojí s konstatováním, že „počty atomů určitého druhu musí být na obou stranách chemické rovnice shodné“ [41]. Díky názorným příkladům v učebnici FG si žáci mohou vytvořit představu o počtu, rozměrech a hmotnosti atomů v různých látkách. V téže učebnici je také vysvětlen princip hmotnostního spektrometru jako přístroje k určování hmotnosti jednotlivých nuklidů, princip elektronového mikroskopu jako přístroje pro pozorování mikrosvěta a princip různých detektorů a urychlovačů mikročástic. Popsány a vysvětleny jsou v šestém dílu FG též pokusy, které vedly k objevení jádra atomu a elementárních částic (Rutherfordův pokus, objev katodových paprsků a Thomsonův objev elektronu, Chadwickův objev neutronu, Millikanův pokus pro určení náboje a hmotnosti elektronu a další pokusy určující

charakteristiky elementárních částic). Kapitola o elementárních částicích je v učebnici fyziky velmi podrobná a jsou v ní zavedeny a definovány pojmy, se kterými se žáci v chemii vůbec nesetkají, např. antičástice, leptony, hadrony, bosony, fermiony, mezony, baryony, kvarky, piony, kaony, neutrino, antineutrino aj. Učivo o elementárních částicích je ve fyzice zařazeno na konci šestého dílu kompletu FG, proto může být pro žáky překvapením, když hned na začátku prvního dílu řady ChG narazí v souvislosti s jaderným zářením β na pozitron ${}_{+1}^0e$ bez bližšího vysvětlení, o jakou částici se jedná. I zde je tedy na místě otázka vhodné časové koordinace učiva nebo alespoň důraz na uplatňování mezipředmětových vztahů samotným učitelem.

3.2.4 Stavba atomu

Učivo o stavbě atomu navazuje v učebnicích chemie i fyziky na kapitoly o částicové povaze látek. V obou předmětech je téma rozděleno na poznatky o *atomovém jádru* a *atomovém obalu*. Zatímco pro chemii je podstatná a pro další kapitoly důležitá problematika elektronového obalu, fyzika věnuje větší pozornost jádru atomu a dějům s jádrem spojených. Objevu atomů a důkazům jejich existence se blíže věnuje kapitola 3.2.3. Základní modely atomu, Bohrov model atomu vodíku a kvantově mechanický model atomu, jsou podrobněji popsány pouze v učebnicích fyziky, konkrétně v šestém dílu kompletu FG. Na základě poznatků o kvantování energie atomů jsou zde také vysvětleny vztahy mezi emisním a absorpčním spektrem a stavbou atomu. Ačkoliv je spektrální analýza důležitou metodou poznávání struktury chemických sloučenin, v učebnicích ChG její princip není vůbec zmíněn. Naopak v učebnicích FG je problematice spekter atomů věnováno i jedno laboratorní cvičení v šestém dílu analyzovaného kompletu.

Atomové jádro a radioaktivita

Jaderná fyzika tvoří v šestém dílu učebnice FG rozsáhlou kapitolu s pěti podkapitolami. V nich jsou žáci seznámeni s vlastnostmi atomových jader, s existencí a charakterem jaderných sil a s modely jádra (kapkovým a slupkovým). Velká pozornost je věnována radioaktivitě, podrobně jsou charakterizovány druhy jaderného záření, jejich vlastnosti a použití, přirozená a umělá radioaktivita, stabilní nuklidy a radionuklidy a hlavní přeměnové řady. Následující podkapitola odvozuje a vysvětluje zákony radioaktivních přeměn, definován je poločas přeměny T , přeměnová konstanta λ , aktivita zářiče A a její jednotka becquerel Bq . Další obsáhlou kapitolu tvoří učivo o jaderných reakcích, žáci jsou seznámeni s konkrétními příklady jaderných reakcí, reakcí jaderného slučování a jaderného štěpení, s řízenou štěpnou reakcí a se základy jaderné energetiky. Poslední podkapitola jaderné fyziky se věnuje ochraně před ionizujícím zářením, problematice radioaktivních odpadů a využití radionuklidů v praxi (pro diagnostické a terapeutické účely v medicíně, uhlíková metoda pro určení stáří organických materiálů). Zkoumání vlastností

radioaktivity, monitorování a ochrana před radioaktivním zářením je také náplní jednoho z laboratorních cvičení uvedených na konci šestého dílu učebnic FG.

V učebnicích chemie tvoří atomové jádro méně obsáhlou kapitolu. V prvním dílu učebnic ChG je věnována pozornost zejména radioaktivitě, jadernému záření a radioaktivním rozpadům, vždy je uvedena pouze stručná charakteristika. Žáci se v kapitole o radioaktivitě v chemii dozvědí navíc o elektronovém K-záchytu, tento typ přeměny jádra v učebnicích fyziky uveden není. Krátký odstavec je v učebnici ChG (podobně jako ve FG) věnován radiouhlíkové metodě pro určování stáří archeologických nálezů. Pojem poločas přeměny je v učebnici chemie nahrazen pojmem poločas rozpadu s označením $\tau_{1/2}$. Ačkoliv definice pojmů je v obou předmětech stejná, shodné označení by jistě žákům pomohlo ke snazšímu transferu poznatků mezi oběma předměty, stejně jako vhodnější časová koordinace učiva - v chemii je atomové jádro náplní první kapitoly prvního dílu řady ChG, ve fyzice se s ním žáci blíže seznámí až ve druhé polovině šestého dílu kompletu FG.

Atomový obal

Atomový obal je jedním z mála společných témat chemie a fyziky, kterému se podrobněji věnuje učebnice chemie, protože „stavba elektronového obalu atomu podmiňuje chemické vlastnosti každého prvku“ [41]. Přesto i učebnice kompletu FG v šestém dílu zavádí a dále prohlubuje většinu pojmů, se kterými se žáci seznámili na začátku prvního dílu učebnice ChG. Oba předměty ve svých učebnicích zmiňují korpuskulárně-vlnový dualismus elementárních částic a z něj vyplývající nutnost popisu mikročástic pomocí kvantové fyziky. Ve fyzice je zavedena vlnová funkce ψ a hustota pravděpodobnosti výskytu elektronů $|\psi^2|$. V obou předmětech je dále velmi podobně definovaný pojem orbital: „Místa nejpravděpodobnějšího výskytu elektronů se znázorňují geometrickým útvarem, který označujeme jako atomový orbital“ v učebnici FG [72] a v učebnici ChG: „Orbital je definován jako část prostoru v okolí jádra atomu, ve kterém se elektron vyskytuje s 95% pravděpodobností“ [41]. V obou učebnicích jsou popsány tvary a prostorové orientace orbitalů a stejným způsobem jsou v chemii i ve fyzice zavedena čtyři kvantová čísla: hlavní kvantové číslo n , vedlejší (orbitální) kvantové číslo l , magnetické kvantové číslo (označené m nebo m_l) a spinové kvantové číslo m_s . Znázorňováním orbitalů a jejich zápisu pomocí rámečků a pomocí hlavního a vedlejšího kvantového čísla se podrobněji zabývá už jen učebnice chemie. V obou předmětech jsou vysvětlena základní pravidla pro zaplňování atomového obalu elektrony: výstavbový princip, Pauliho vylučovací princip a Hundovo pravidlo.

Nejdůležitější částí učiva o atomovém obalu v prvním dílu ChG je vztah mezi stavbou elektronového obalu a polohou prvku v periodické soustavě. V učebnici ChG je formulován periodický zákon: „Vlastnosti prvků se periodicky mění v závislosti na vzrůstajícím protonovém

číslé“ [41]. Charakterizovány jsou periody a skupiny v tabulce prvků a definovány jsou s-prvky, p-prvky, d-prvky a f-prvky, valenční a vnitřní elektrony, dále přechodné, nepřechodné a vnitřně přechodné prvky. Uvedeny jsou skupinové názvy prvků a jejich vlastnosti vyplývající z postavení prvků v periodické tabulce. Vysvětlen je pojem elektronový oktet a způsob zkráceného zápisu elektronové konfigurace s pomocí konfigurace nejbližšího vzácného plynu. Na konci kapitoly jsou v učebnici ChG zařazeny otázky a úkoly k procvičení a prohloubení učiva, které je pro další studium chemie nepostradatelné. Kapitola o periodické soustavě prvků je v šestém dílu kompletu FG trochu stručnější, v zásadě však zahrnuje stejné pojmy a základní poznatky jako výše uvedená učebnice chemie. Jediným problémem tak opět zůstává rozdílná časová koordinace společného tématu v učebnicích obou předmětů.

3.2.5 Skupenství látek a skupenské přeměny

V učebnicích chemie je téměř u všech prvků a jejich sloučenin (anorganických i organických) uveden jejich skupenský stav, často též teplota tání a teplota varu, u pevných látek údaj o tom, zda se jedná o látku krystalickou či amorfni, popř. v jaké krystalografické soustavě se nachází. Přesto však v učebnicové řadě ChG podrobnější kapitoly o struktuře pevných látek, o kapalinách a plynech a o vzájemných skupenských přeměnách chybí. Předpokládá se znalost problematiky částečně ze základní školy a částečně z předmětu fyzika. Jedinými zmínkami o skupenství látek je v prvním dílu ChG základní rozdělení roztoků na roztoky pevné, kapalné a plynné, rozdělení chemických reakcí podle skupenského stavu reaktantů a v kapitole o vodě vyjmenování jejich skupenských stavů – led, voda a pára.

Naproti tomu ve fyzice je učivu o *skupenství látek* a jejich přeměnách věnována více než polovina druhého dílu řady FG. Žáci jsou zpravidla ve druhém ročníku ve fyzice seznámeni s modely struktury pevných látek a se základními vlastnostmi jednotlivých skupenství vyplývajících z jejich stavby. V kapitole o plynném skupenství je definován ideální plyn a je pro něj odvozena stavová rovnice, dále jsou vysvětleny izotermický, izochorický, izobarický a adiabatický děj s ideálním plynem. U pevných látek jsou objasněny rozdíly a vlastnosti krystalických a amorfních látek, včetně příkladů, zavádí se pojem ideální krystalová mřížka a její poruchy (vakance, intersticiální poloha, příměsi a čárové poruchy). Na závěr kapitoly je zmíněna teplotní roztažnost pevných těles a její praktické důsledky: „Odměrné nádobí odměřuje správně objem jen při dané teplotě“ [68]. V kapitole o vlastnostech kapalin je v učebnici FG vysvětleno povrchové napětí, jevy na rozhraní pevného tělesa a kapaliny (smáčivost a nesmáčivost), kapilární jevy, síly vnitřního tření v reálné kapalině (viskozita), teplotní objemová roztažnost kapalin a změna hustoty kapalin v závislosti na teplotě. Nakonec je vysvětlena anomálie vody. Tento

pojem, ačkoliv je tematicky společný chemii i fyzice, v učebnici ChG chybí, konstatuje se zde pouze, že „hustota vody je při 4 °C = 1,0 g.cm⁻³“ [41].

Změny skupenství látek jsou obecně probírány pouze v učebnicích fyziky, konkrétně ve druhém dílu řady FG. Pro porozumění změnám fází v chemii se předpokládá, že žáci dokážou přenést poznatky o skupenských přeměnách z fyziky, problémem může být opět rozdílná časová koordinace. V učebnici fyziky jsou podrobně a na mikroskopické úrovni vysvětleny všechny skupenské přeměny. Zavádí se pojmy skupenské teplo, měrné skupenské teplo (tání, tuhnutí, varu, kondenzace a sublimace) a teploty skupenských přechodů (teplota tání, teplota tuhnutí, teplota varu a teplota sublimace). Vysvětlen je proces krystalizace a dále závislost teploty tání a teploty varu na tlaku a na složení látek (měknutí amorfních látek, nízké teploty tání některých slitin, snížení teploty tání ledu rozpouštěním solí). Zmíněny jsou také změny objemu těles při tání a tuhnutí a podrobně je popsán a vysvětlen fázový diagram a jeho části (křivka syté páry, křivka tání a sublimační křivka), definován je kritický bod a trojný bod s konkrétním příkladem trojného bodu vody. V učebnicích chemie se v kapitolách o dusíku, kyslíku a vzácných plynech žáci seznámí s faktem, že uvedené plyny se připravují frakční destilací zkapalněného vzduchu. Pouze v učebnicích fyziky je jim však vysvětleno, jak a kdy ke zkapalnění plynu může dojít: „Má-li být plynná látka zkapalněna, je třeba ji před kompresí ochladit pod kritickou teplotu“ [68], uvedeny jsou též příklady kritických teplot některých plynů. Poměrně často se v učebnicích chemie uvádí charakteristická vůně nebo zápach sloučenin, v učebnici fyziky je vysvětlen důvod tohoto jevu: „Všechny vonící nebo páchnoucí pevné látky sublimují“ [68]. Společných pojmů a témat o skupenských stavech a přeměnách je tedy v chemii a ve fyzice poměrně velké množství, zdaleka ne všechny jsou však žákům prostřednictvím učebnic obou předmětů systematicky zprostředkovány.

3.2.6 Vlastnosti a použití látek

„Chceme-li vlastnosti látek vysvětlit, musíme se zabývat jejich strukturou, protože vlastnosti látek jsou na struktuře závislé. Tento poznatek se využívá také v chemii a biologii“ [68]. Těmito větami jsou žáci v úvodu druhého dílu učebnice FG seznámeni s významem studia molekulové fyziky a tím také motivováni pro pochopení hlubších souvislostí mezi strukturou, vlastnostmi a z nich plynoucího použitím různých látek. Ve všech dílech učebnic Chemie pro gymnázia (ChG) jsou u prvků a jejich sloučenin uváděny jejich konkrétní vlastnosti a použití. Pouze výjimečně však u těchto informací bývá objasněno, proč tomu tak je. Naopak v učebnicích kompletu FG je obecně vysvětlena souvislost struktury látek a jejich fyzikálně-chemických vlastností, konkrétní příklady sloučenin jsou uvedeny pouze pro názornost a pochopení.

Mechanické vlastnosti pevných látek jako tvrdost, pružnost, křehkost, pevnost, kujnost, tažnost a mechanická odolnost jsou ve druhém dílu učebnic FG vysvětleny společně s krystalickou mřížkou a uspořádáním atomů v pevných látkách. Pro praktické použití jsou tyto vlastnosti (uvedené v učebnicích ChG) důležité např. u slitin titanu a hliníku, ze kterých se vyrábí lehké sportovní a dopravní prostředky, u diamantu, kterým se brousí a řezou tvrdé materiály, nebo u snadno zpracovatelných kovů, např. zlata a stříbra při výrobě šperků a elektronických součástek. U kapalin (popř. plynů) je důležitou vlastností jejich hustota a viskozita. V učebnicích chemie se často u vlastností plynů objevuje formulace „je lehčí nebo těžší než vzduch“, vhodnější by však bylo použití přesnější terminologie „má menší nebo větší hustotu než vzduch“.

Tepelné vlastnosti pevných látek a kapalin, které se často využívají v praxi, jsou teplotní roztažnost a tepelná vodivost. V učebnicích chemie i fyziky se žáci mohou setkat se sloučeninami, které se používají pro konstrukci teploměrů (rtuť, gallium, ethanol) a s dobrými tepelnými vodiči (např. měď a stříbro). Se skupenstvím látek a s dalšími vlastnostmi jako těkavost a vůně souvisí teploty skupenských přechodů, nejčastěji udávané jsou u anorganických i organických sloučenin teplota tání a teplota varu, u některých látek také teplota sublimace, o čemž blíže pojednává kapitola 3.2.5.

Velmi důležité jsou **elektrické vlastnosti** látek. Ve čtvrtém dílu učebnic FG je vysvětlen princip vedení elektrického proudu v kovovém vodiči, ve vlastních i příměsových polovodičích a v kapalinách (elektrolytech, podrobněji v kapitole 3.2.7). S praktickými důsledky těchto vlastností se mohou žáci setkat u mnoha sloučenin uvedených v učebnicích chemie, např. použití mědi nebo stříbra jako výborných vodičů elektrického proudu, použití grafitu na výrobu elektrod pro elektrolýzu, použití křemíku, germania, gallia a jejich sloučenin pro polovodičové součástky, galvanické pokovování zinkem, niklem nebo kobaltem, plasty a sklo jako příklady izolantů, použití rtuti při polarografii atd. Pro posouzení rozpustnosti a reaktivity látek jsou rozhodující posuny elektronů v molekule a vznik elektrických dipólů. V učebnicích chemie i fyziky je objasněn princip elektrolytické disociace, je uvedena polarita molekuly vody a z ní vyplývající rozdílná rozpustnost polárních a nepolárních sloučenin ve vodě a dalších rozpouštědlech.

Krátká zmínka je ve druhém dílu ChG věnována **magnetickým vlastnostem** železa: „Železo je feromagnetické, ale při vyšších teplotách (nad 798 °C) tuto vlastnost ztrácí“ [42]. Vysvětlení tohoto jevu včetně dalších příkladů mohou žáci najít ve čtvrtém dílu učebnice FG, kde jsou látky podle svých magnetických vlastností rozděleny na látky diamagnetické, paramagnetické a feromagnetické a definována je Curieova teplota jako teplota přechodu feromagnetika v paramagnetikum.

Charakteristická barva látky je v učebnicích chemie uvedena u velkého množství anorganických a zejména organických sloučenin. Co je však příčinou barevnosti látek? Na to dává

odpověď pátý díl učebnice FG v kapitolách o barvě světla a absorpce světla v látkovém prostředí: „Barvu předmětů určuje, v jakém poměru se světelná vlnění jednotlivých vlnových délek na povrchu předmětu odrážejí a pohlcují“ [71]. Barevnost komplexů přechodných kovů a doplňkové barvy vysvětluje stručně také druhý díl učebnice ChG. Příkladem praktického využití elektromagnetického záření, který uvádí pouze učebnice fyziky, je spektrální analýza a rentgenová strukturní analýza, naopak s učivem o černobílé fotografii se žáci mohou setkat v učebnicích obou předmětů. Velmi důležitou **optickou vlastností** je schopnost některých látek stáčet rovinu polarizovaného světla. Optická aktivita je názorným příkladem společného tématu chemie a fyziky, ke kterému gymnaziální učebnice přistupují zcela odlišným způsobem. Chemie ve třetím dílu učebnic ChG uvádí příklady sloučenin, které jsou opticky aktivní, zavádí pojmy optická izomerie, asymetrický uhlík, chiralita, antipody a racemická směs. Naproti tomu fyzika v pátém dílu učebnic FG vysvětluje, co je polarizované světlo a jak vzniká, jak se dá stáčet rovina polarizovaného světla a jak se může polarimetrem měřit úhel stočení kmitové roviny polarizovaného světla. Jediným poznatkem, který získají žáci o optické aktivitě z učebnic obou předmětů, tak zůstává pouhé úvodní konstatování, že opticky aktivní látky mají schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla.

3.2.7 Elektrický proud v kapalinách a elektrolyza

Správné pochopení elektrolyzy pomáhá žákům prohlubovat znalosti o částicové stavbě látek. Ve čtvrtém dílu učebnic FG je v kapitole elektrický proud v kapalinách nejprve zaveden pojem elektrolyt: „Roztoky kyselin, zásad a solí, popř. jejich taveniny, které vedou elektrický proud, se nazývají elektrolyty“ [70]. Poté je vysvětlena elektrolytická disociace a definována je anoda a katoda. Na závěr první podkapitoly je zavedena elektrolyza jako „látkové změny vyvolané při průchodu proudu elektrolytem na elektrodách“ [70]. „Při elektrolyze se na katodě vždy vylučuje vodík nebo kov“ [70], jako příklad je uvedena elektrolyza vodného roztoku CuSO_4 a elektrolyza zředěné kyseliny sírové v Hofmannově přístroji s platinovými elektrodami. V další podkapitole jsou vysvětleny a částečně odvozeny dva zákony (Faradayovy zákony) pro kvantitativní popis dějů při elektrolyze včetně řešených i neřešených příkladů. Uvedeno je také „široké technické využití elektrolyzy při galvanickém pokovování, galvanickém leptání, v elektrometalurgii (např. při výrobě hliníku elektrolyzou taveniny oxidu hlinitého Al_2O_3 nebo sodíku elektrolyzou taveniny NaCl) a v elektrolytickém kondenzátoru“ [70]. V poslední podkapitole se učebnice fyziky věnuje voltampérové charakteristice elektrolytického vodiče a galvanickým článkům. Definováno je rozkladné napětí, elektrická dvojrstva, polarizace elektrod a polarizační napětí. Jako příklady praktického využití výše uvedených jevů jsou popsány suché články, alkalické články a akumulátory. Galvanický článek obecně vzniká podle učebnice fyziky „ponořením dvou chemicky různých elektrod do elektrolytu“ [70].

Také gymnaziální učebnice chemie věnují tématu elektrolyza a elektrochemie patřičnou pozornost. Zatímco v prvním dílu řady ChG jsou uvedeny pouze konkrétní příklady přípravy látek pomocí elektrolyzy (např. elektrolyza taveniny solí pro výrobu alkalických kovů a hořčíku, elektrolytická výroba boru a hliníku, elektrolyza zředěného roztoku H_2SO_4 pro přípravu vodíku a kyslíku nebo elektrolyza taveniny NaCl pro přípravu chloru), ve druhém dílu ChG tvoří elektrochemie samostatnou kapitolu se čtyřmi podkapitolami. Nejprve je definovaná elektrická dvojrstva a poté poločlánek a článek: „Soustava vzniklá ponořením kovu do roztoku vlastní soli se nazývá poločlánek. Vodivým propojením dvou poločláneků získáme článek“ [42]. Jako příklad je uveden Daniellův článek a článek s vodíkovou elektrodou. Elektrolyza je ve druhém dílu učebnic ChG definována jako „souhrn dějů spojených s průchodem stejnosměrného elektrického proudu roztoky a taveninami elektrolytů“ [42]. Pojmy anoda a katoda jsou zavedeny stejným způsobem jako v učebnicích fyziky: „Anoda je elektroda, na které probíhá oxidace, zatímco na katodě se uskutečňuje redukce“ [42]. Také podkapitoly o galvanických člancích a akumulátorech jsou obsahově i strukturou velmi podobné jako odpovídající podkapitoly v učebnicích FG. Naproti tomu se standardními redoxními potenciály, řadou napětí kovů a posouzením průběhu oxidačně redukčních reakcí se žáci mohou seznámit pouze ve druhém dílu učebnice ChG, pro další studium fyziky nejsou tyto pojmy a děje podstatné.

Elektrolyza, elektrochemie a elektrický proud v kapalinách jsou integrujícím tématem chemie a fyziky, u něhož (jako jednoho z mála) zařazení učiva v učebnicích obou předmětů alespoň částečně umožňuje vhodnou časovou koordinaci. V trojdílném kompletu ChG je téma zařazeno na začátek druhého dílu, v osmidílné řadě FG uprostřed čtvrtého dílu učebnice.

3.2.8 Energie a teplo

Energie je jedním z nejdůležitějších integrujících pojmů pro všechny přírodní vědy. V gymnaziálních učebnicích chemie a fyziky se s energií, s přeměnami energie a s teplem setkávají žáci v různých souvislostech a v průběhu studia jsou postupně seznámeni s různými druhy energie. V prvním dílu učebnic ChG je nejprve v kapitole chemická vazba definována *energie chemické vazby* a *disociační energie vazby*: „Energie chemické vazby je energie, která se uvolní při vzniku dané vazby. Udává se v kJ/mol. Energie potřebná ke zrušení chemické vazby se označuje jako disociační energie. Má stejnou hodnotu jako energie vazebná, ale opačné znaménko“ [41]. V úvodu do studia organické chemie učebnice ChG uvádí, že „jednou z příčin velké stability uhlíkových řetězců je vysoká energie vazby mezi atomy uhlíku“ [42] a dokládá to údaji o střední vazebné energii vybraných jednoduchých vazeb v přehledné tabulce. V další části výkladového textu jsou porovnány vazebné energie jednoduché, dvojnásobné a trojnásobné vazby mezi atomy uhlíku. V kapitole o kinetice chemických reakcí je zavedena *aktivační energie* jako „minimální energie, kterou musí

mít částice, aby srážka mezi nimi byla účinná“ [41]. Pro snazší pochopení jsou v této kapitole změny energie soustavy v průběhu chemické reakce znázorněny také graficky. Ve druhém dílu ChG je jedna podkapitola věnována *jaderné energii* („energii, která se uvolňuje při samovolném štěpení jádra“ [42]), jejímu vzniku a praktickému využití. V souvislosti s aromatickými uhlovodíky je definována *delokalizační energie* jako „energie spojená se vznikem delokalizovaného π elektronového systému“ [42]. Ve třetím dílu učebnice ChG je celá kapitola věnována energetickému metabolismu, jsou zde popsány přeměny energie v buňce, makroergické sloučeniny a zavedena je *volná energie*: „Samovolnost průběhu chemických dějů je charakterizována tzv. volnou energií“ [43]. V kapitole biosyntéza sacharidů je zmíněna přeměna světelné energie na energii chemickou při fotosyntéze.

„**Termodynamika** – vědní obor zabývající se studiem fyzikálních a chemických dějů spojených s energetickými změnami“ [41] je náplní jedné z kapitol v prvním dílu učebnic ChG. Nejprve jsou v ní vysvětleny základní pojmy: soustava (otevřená, uzavřená a izolovaná), stavové veličiny (extenzivní a intenzivní) a standardní stav. Následuje učivo **termochemie**, která „se zabývá studiem tepelného zabarvení chemických reakcí“ [41]. Definována je *entalpie H* jako extenzivní stavová veličina popisující výměnu tepla s okolím za podmínek izobarického děje. Dále je zaveden pojem *reakční teplo* s označením ΔH a podle jeho velikosti jsou rozlišeny děje exotermní a endotermní. V závěru kapitoly jsou vysvětleny pojmy *standardní slučovací teplo* $(\Delta H_{298}^0)_{sluč}$ a *standardní spalné teplo* $(\Delta H_{298}^0)_{spal}$. Teoreticky a na řešených příkladech je objasněn I. termochemický zákon (Laplaceův-Lavoisierův) a II. termochemický zákon (Hessův).

V učebnicích fyziky se žáci nejprve seznámí s *mechanickou energií*, její jednotkou joule (J) a se změnami energie spojenými s mechanickou prací. Zavedena je kinetická energie E_k pro pohybující se hmotný bod a *tíhová potenciální energie* E_p pro hmotný bod v silovém poli Země. V dalších kapitolách prvního dílu FG je definována *potenciální energie pružnosti* deformovaného pružného tělesa a *tlaková potenciální energie* související s tlakem proudící kapaliny. Druhý díl FG seznamuje žáky s energií ideálního plynu, se střední kinetickou energií a potenciální energií částic, s povrchovou energií a s vnitřní energií: „*Vnitřní energie* tělesa je rovna součtu celkové kinetické energie neuspořádaně se pohybujících částic tělesa (molekul, atomů a iontů) a celkové potenciální energie vzájemné polohy těchto částic“ [68]. *Vazebná energie* je podle učebnic FG „rovna práci, kterou by bylo třeba vykonat působením vnějších sil, aby došlo k rozrušení vazby mezi částicemi“ [68]. Názorně je ve druhém dílu FG vysvětlen rozdíl mezi interakcí a energií: „Z existence vzájemného působení mezi částicemi vyplývá, že soustava má vnitřní potenciální energii“ [68]. Ve čtvrtém dílu kompletu FG je definována energie elektrického pole, energie magnetického pole a *ionizační energie*: „Ionizační energie je energie, která musí být dodána

elektronům, aby došlo k jejich odtržení, obvykle se udává v elektronvoltech ($1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)“ [70]. Analyzované učebnice chemie pojem ani definici ionizační energie neuvádějí. V šestém dílu FG je zavedena *energie reakce a disociační energie* pro charakteristiku energetické bilance reakce, bez přesnější definice. Podobně jako v učebnicích chemie, i v učebnicích FG jsou podle reakční energie rozděleny chemické reakce na exoenergetické a endoenergetické (učebnice ChG používá pojmy exotermní a endotermní). V kapitole o jaderné fyzice je zavedena *vazebná energie připadající na jeden nukleon* jako míra stability nuklidů. *Aktivační energie* je v souvislosti s jaderným slučováním definována jako „energie, která musí být dodána jádrům, aby mohlo dojít k jejich spojení a byly překonány odpuzivé elektrostatische síly mezi nimi“ [72]. Sedmý díl kompletu FG zavádí *klidovou a relativistickou energii* a objasňuje vzájemný vztah mezi energií a hmotností.

Podle definice uvedené ve druhém dílu FG je „**teplo** Q určeno energií, kterou při tepelné výměně odevzdá teplejší těleso studenějšímu. Jednotkou tepla je *joule* (J)“ [68]. „Tepelná výměna je děj, při němž neuspořádaně se pohybující částice teplejšího tělesa narážejí na částice dotýkajícího se studenějšího tělesa a předávají jim část své energie“ [68]. Pomocí prvního termodynamického zákona je v učebnici FG vysvětlena změna *vnitřní energie* soustavy ΔU konáním práce nebo tepelnou výměnou. Dále jsou uvedeny základní způsoby přenosu vnitřní energie (tepelná výměna vedením, zářením a prouděním), odvozena je kalorimetrická rovnice a zavedena měrná tepelná kapacita C . V kapitole o skupenských přeměnách jsou žáci seznámeni se *skupenským teplem a měrným skupenským teplem* jednotlivých skupenských přechodů, ve čtvrtém dílu FG s *Joulovým teplem*, které souvisí se změnami vnitřní energie vodičů při průchodu elektrického proudu.

Z uvedeného přehledu je zřejmé, že učebnice chemie a fyziky pohlíží na pojem *teplo* z různých úhlů pohledu. Jediným společným tématem z termodynamiky je v učebnicích chemie (ChG) a fyziky (FG) rozdělení chemických reakcí podle jejich tepelného zabarvení. Oběma předmětům jsou společné pojmy: *vazebná energie, disociační energie, reakční energie, jaderná energie a aktivační energie*. Zejména v učebnicích fyziky se žáci mohou dozvědět o existenci dalších druhů energie (mechanická energie kinetická a potenciální, vnitřní energie, ionizační energie aj.) a jejich přeměnách.

Zákonem zachování energie, univerzálně platným zákonem pro vzájemné přeměny energie, a jeho pojetím v současných gymnaziálních učebnicích chemie a fyziky se podrobněji zabývá kapitola 3.2.2.

3.2.9 Chemická vazba a chemická reakce

Již ze samotného názvu kapitoly vyplývá, že vazba mezi atomy a její zánik a vznik při chemické reakci jsou důležitější pro chemii než pro fyziku. V prvním dílu učebnice ChG je nejprve definována molekula jako „částice chemických látek složená ze dvou nebo více atomů vzájemně vázaných chemickou vazbou“ [41]. V dalších podkapitolách je podrobně vysvětlen vznik a vlastnosti kovalentní, polární, iontové, kovové a koordinačně kovalentní vazby a slabých vazebných interakcí (van der Waalsových sil a vodíkových můstků). U všech typů vazeb jsou uvedeny příklady konkrétních sloučenin a jejich charakteristické vlastnosti. Objasněny jsou pojmy jednoduchá a násobná vazba, vazba σ a π , elektronegativita, dipólový moment, donor a akceptor elektronového páru, coulombické, indukční a disperzní síly. Diskutována je také délka a stabilita chemické vazby, vazebná a disociační energie, polarita molekul a bod varu sloučenin v souvislosti s existencí vodíkových můstků. U kapitoly o prvcích III. skupiny je v prvním dílu učebnic ChG na příkladu diboranu vysvětlen vznik a vlastnosti elektronově deficitní vazby. Ve druhém dílu učebnic ChG se celá jedna kapitola zabývá hybridizací a odvozením tvarů molekul. Ve fyzice (ve druhém dílu FG) jsou pomocí modelů znázorněny pouze tvary molekul vodíku, vody a amoniaku.

Chemická reakce je v samostatné kapitole prvního dílu učebnice ChG definována jako „děj, při kterém v molekulách reagujících látek dochází k zániku některých vazeb a ke vzniku vazeb nových“ [41]. Zavádí se klasifikace chemických reakcí podle vnějších změn, podle skupenského stavu reaktantů, podle přenášených částic a podle tepelného zabarvení. Studenti se tak v chemii naučí rozpoznávat reakce skladné, rozkladné a substituční, podvojně záměny, neutralizace, srážecí reakce, homogenní a heterogenní reakce, exotermní a endotermní reakce. Samostatnou kapitolu v učebnicích ChG tvoří chemické rovnice, jejich vyčíslování a výpočty z chemických rovnic.

Ve druhém dílu učebnic FG jsou uvedeny typy krystalů podle vazeb mezi částicemi, v rámci této kapitoly jsou zařazeny stručné charakteristiky kovalentní, iontové, kovové, van der Waalsovy a vodíkové vazby a důležité vlastnosti a příklady látek, které tyto vazby obsahují. Kapitola o chemických vazbách je v učebnici FG sice obsahově poměrně stručná, ale velmi dobře je v ní vysvětlena souvislost mezi typem vazby a vlastnostmi sloučenin (např. u kovů, karbidů, u diamantu a grafitu). Zvláštní pozornost je věnována vodíkovým můstkům, jejich vzniku a důsledkům jejich existence pro vlastnosti vody. Ve čtvrtém dílu FG je podrobně vysvětlena kovová vazba a vedení elektrického proudu v kovovém vodiči. V šestém dílu učebnice FG je zavedena vazebná energie, energie reakce a reakce exoenergetická a endoenergetická. Podrobněji se učebnice fyziky o chemických reakcích nezmiňují.

Učivo o chemických vazbách a reakcích v učebnicích chemie předchází stejné téma v učebnicích fyziky, kde jsou jen zopakovány některé základní pojmy a poznatky z obecné chemie v souvislosti se strukturou a vlastnostmi pevných látek.

3.2.10 Rychlost a rovnováha

S rychlostí chemické reakce a chemickou rovnováhou jsou žáci seznámeni v prvním dílu učebnic ChG v kapitole o kinetice chemických reakcí. Pojmy rychlost a rovnovážná poloha tuhého tělesa si žáci osvojují v učebnici mechaniky v prvním dílu kompletu FG a rovnovážným stavem soustavy se zabývá molekulová fyzika ve druhém dílu učebnic FG.

„*Rychlost chemické reakce* je definována jako časový úbytek molární koncentrace některého z reaktantů nebo přírůstek molární koncentrace libovolného produktu dělený jeho stechiometrickým koeficientem“ [41]. Naproti tomu okamžitá *rychlost hmotného bodu* je v učebnicích FG zavedena jako vektorová veličina, která je dána podílem změny polohového vektoru a velmi malého časového intervalu [67]. Pro snazší transfer poznatků mezi chemií a fyzikou by žákům pomohla alespoň stručná zmínka o tom, že rychlost je obecně časová změna veličiny (pojem derivace žáci v prvních ročnících gymnázia z matematiky ještě neznají). Potom by souvislost mezi rychlostí v chemii a ve fyzice byla lépe patrná.

V prvním dílu FG je zavedena *rovnovážná poloha tuhého tělesa* jako poloha s nulovým vektorovým součtem sil a momentů sil působících na těleso. Rozlišena je stálá (stabilní), vratká (labilní) a volná (indiferentní) rovnovážná poloha tělesa. Ve druhém dílu FG je učivo o rovnováze doplněno o *rovnovážný stav termodynamické soustavy*: „Každá soustava, která je od určitého okamžiku v neměnných vnějších podmínkách, přejde samovolně po určité době do stavu, v němž zůstávají stavové veličiny konstantní. Tento stav se nazývá rovnovážný stav. V tomto stavu soustava setrvává, pokud zůstanou tyto podmínky zachovány“ [68]. V následující kapitole je ve FG odvozeno pomocí jednoduchého příkladu, že rovnovážný stav soustavy je stavem s největší pravděpodobností výskytu. Rovnovážený děj je v učebnici FG definován jako děj, při němž soustava prochází řadou na sebe navazujících rovnovážných stavů [68]. V učebnici chemie je *dynamická rovnováha* popsána jako stav soustavy, v němž se rychlosti přímé a zpětné reakce vyrovnají [41], přičemž obě reakce probíhají neustále, ale celkové koncentrace látek v systému se nemění. Pro kvantitativní popis chemické rovnováhy je zavedena rovnovážná konstanta a definovány jsou rovnovážné koncentrace. Na závěr kapitoly o kinetice chemických reakcí je diskutován vliv teploty na rovnovážnou konstantu reakce a zkrácení času potřebného k dosažení chemické rovnováhy při použití katalyzátorů.

Téma rychlosti a rovnováhy netvoří v učebnicích chemie a fyziky nejobsáhlejší kapitoly, ale je názorným příkladem faktu, že mezipředmětové vztahy se dají nalézt a uplatňovat i v učivu, v němž na první pohled nemusí být zcela zřejmé.

3.2.11 Síla a interakce

Zatímco v učebnicích fyziky jsou pojmy síla a interakce rozlišeny a mají svoje přesné definice, v učebnicích chemie se většinou tyto pojmy zaměňují, vzájemně zastupují a není mezi nimi významový rozdíl: „Kromě chemických vazeb existují i *interakce* podstatně slabší. Tyto *síly* při nižších teplotách sdružují molekuly do tzv. agregátních stavů“ [41]. Mezi slabé vazebné *interakce* jsou v prvním dílu učebnic ChG zařazeny van der Waalovy *síly* a vodíkové můstky. Pod pojem van der Waalovy síly zahrnuje učebnice síly coulombické, síly indukční a síly disperzní, jejichž podstata a základní charakteristika je uvedena v kapitole slabé vazebné interakce v učebnici ChG.

Interakcí se v učebnicích fyziky rozumí vzájemné silové působení částic, zprostředkované kvanty silových polí. V šestém dílu FG jsou uvedeny čtyři základní **interakce** mezi částicemi: gravitační, elektromagnetické, silné a slabé. Diskutovány jsou také zprostředkující kvanta těchto interakcí (hypotetické gravitony, fotony a intermediální bosony) a snahy fyziků o nalezení jednotné teorie pole. Pojem **síla** je definován v prvním dílu řady FG: „Síla je vektorová fyzikální veličina, která je příčinou změn pohybového stavu tělesa, případně jeho deformace“ [67]. Silami se projevuje vzájemné působení těles, síla je tedy projevem interakce. V učebnicích FG se žáci postupně seznamují s různými silami. V mechanice je to síla tíhová, gravitační, třecí, odporová, tlaková, vztlaková, dostředivá, odstředivá, setrvačná a aerodynamická. Samostatná kapitola se v prvním dílu FG zabývá složkami síly a skládáním sil. Ve druhém dílu FG je žákům objasněna přitažlivá a odpudivá elektrická síla mezi částicemi v závislosti na jejich vzdálenosti, další kapitoly pak zavádí povrchovou sílu a sílu pružnosti. Ve čtvrtém dílu řady FG je definována elektrická, magnetická a Lorentzova elektromagnetická síla. O jaderných silách se zmiňuje podrobněji pouze kapitola vlastnosti atomových jader v šestém dílu učebnic FG, která také vysvětluje podstatu a vlastnosti jaderných sil. V učebnicích ChG zavedení a prohloubení pojmu jaderné síly zcela chybí.

3.2.12 Voda

Voda je typickým příkladem integrujícího tématu společného všem přírodním vědám. V chemii a ve fyzice, ale i v biologii, geologii a geografii se žáci mohou setkat s vodou v různých souvislostech. Učebnicové řady ChG a FG věnují vodě část výkladového textu nebo samostatnou kapitolu. Pro fyziku jsou důležité zejména skupenské stavy vody a přechody mezi nimi, vysvětlena

je závislost teploty tání ledu na vnějším tlaku (pokus na regelaci, tj. znovuzmrznutí ledu), fázový diagram vody a trojný bod vody jako základ pro jednotku termodynamické teploty. Samostatná kapitola je ve FG věnována vodní páře v atmosféře, definována je absolutní a relativní vlhkost vzduchu a rosný bod. V učebnicích FG je vysvětlena anomálie vody, povrchové napětí vody, vodíkové můstky mezi molekulami vody a vlastnosti z nich vyplývající. V jednom laboratorním cvičení uvedeném na konci druhého dílu FG žáci sledují tepelnou výměnu při tání ledu v kalorimetru, další laboratorní cvičení se věnuje určení povrchového napětí vody z kapilární elevace a pomocí kapkové metody.

Také v učebnicích chemie se žáci setkají s vodou v různých kapitolách. Důležitá je voda jako nejběžnější rozpouštědlo a s tím související různá rozpustnost anorganických a organických sloučenin ve vodě. Vodným roztokům a jejich koncentraci je v prvním dílu ChG věnována samostatná kapitola stejně jako acidobazickým reakcím ve vodném prostředí. V poslední jmenované kapitole jsou uvedeny základní teorie kyselin a zásad (Arrheniova, Brønsted-Lowryho a Lewisova teorie kyselin a zásad), autoprotolýza vody a její amfolytické vlastnosti, definováno je pH a vysvětlena hydrolyza solí a vznik vody při neutralizačních reakcích. V kapitole o prvcích II. skupiny je zmíněna tvrdost vody a způsoby jejího odstranění. U sloučenin hliníku je popsáno čiření vody v čistírnách odpadních vod. V kapitole o kyslíku je vodě věnována celá podkapitola, v níž jsou podobně jako v učebnicích FG uvedeny fyzikální vlastnosti a skupenské stavy vody a vliv vodíkových vazeb na teplotu varu vody. Ve třetím dílu učebnic ChG je zařazena podkapitola o významu vody pro živé organismy, v níž je mimo jiné uvedeno tvrzení: „Kde není vody, není života“ [43]. To jen potvrzuje důležitost vody v učivu chemie a fyziky, ale i v biologii a ve všech ostatních přírodních vědách, jak je uvedeno v úvodu této kapitoly.

3.2.13 Obsah, metody a význam přírodních věd

Chemie a fyzika jako přírodovědecké disciplíny mají ve svém obsahu a metodách mnoho společného. Z toho vyplývají i společné pojmy a témata, které se bohužel ne vždy objeví v učebnicích příslušných předmětů. Všechny pojmy uvedené v této kapitole jsou pro žáky gymnázií přiblíženy v úvodní kapitole prvního dílu učebnic fyziky (FG), v učebnicích chemie (ChG) však tyto pojmy obecně definovány nejsou. Patří mezi ně pojem hmota, její dvě základní formy: látka a pole; a formy existence hmoty: prostor a čas. Dále jsou to metody získávání poznatků v přírodních vědách: pozorování a experiment (pokus). Metodám měření veličin je v učebnicích FG věnována samostatná kapitola a jedno laboratorní cvičení, ve kterém se žáci seznámí s chybami a nejistotou měření, se střední hodnotou měření a se způsobem zápisu výsledku měření. Dále jsou v úvodní kapitole FG zavedeny pojmy hypotéza, teorie, zákon a model. Z hlediska mezipředmětových vztahů je v prvním dílu FG velmi důležitá podkapitola o významu fyziky pro

další přírodní vědy (chemii, biologii, geologii, meteorologii, ekologii a medicínu) a pro rozvoj techniky. Právě tyto informace by měly být pro žáky motivací pro hledání a objevování vztahů a vzájemných souvislostí mezi jednotlivými vyučovacími předměty.

3.3 Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky ve vybraných učebnicích vydaných v českých zemích v průběhu 20. století

Na mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve výuce je kladen důraz zejména od počátku 21. století v souvislosti s kurikulární reformou českého školství. I v minulosti však byly mezipředmětové vazby ve větší či menší míře součástí dobových učebnic. Následující podkapitoly shrnují výsledky analýzy mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v historických učebnicích pro gymnázia a jim odpovídající typy škol v daném období [125], které byly na našem území vydané od počátku 20. století. Učebnicové řady byly pro analýzu vybrány ve spolupráci s Oddělením dějin školství Muzea Komenského v Přerově [126-128] tak, aby byl zachycen vývoj česky psaných učebnic pro gymnázia od prvních samostatných učebnic chemie a fyziky (po rozdělení integrovaného předmětu přírodopis) po poslední jednotné československé učebnice chemie a fyziky vydané na konci 80. let 20. století.

U všech historických učebnic je uvedena jejich stručná obecná charakteristika a dále pouze ty mezipředmětové vztahy chemie a fyziky, které jsou odlišné od pojmů a témat uvedených v kapitole 3.2 (vyskytující se v současných učebnicích chemie ChG a fyziky FG).

Podobně jako u analýzy současných učebnic chemie a fyziky - kompletů ChG [41-43] a FG [67-74] - také v následujících kapitolách jsou používány pojmy a definice ve stejné podobě a ve stejném znění, v jakém jsou uvedeny v analyzovaných dobových učebnicích [94-110] a to i v případě, že tyto informace nejsou podle současných poznatků (nebo pravidel pravopisu) zcela správné.

3.3.1 Učebnice druhé poloviny 20. let 20. století

Trojdílná učebnicová řada **Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia** [94-96] autorů Maška a Němečka vydaná v letech 1924-1929 je na svou dobu poměrně moderně zpracovaná, obsahuje v textu řadu názorných vyobrazení (schémat, fotografií a nákrešů aparatur) a návodů na experimenty. Na konci každé kapitoly jsou otázky a úlohy pro zopakování učiva. Náplní učebnic je učivo anorganické chemie, mineralogie a organické chemie. Ve výkladovém textu se nacházejí vysvětlující poznámky a souvislosti s jinými předměty, v učebnicích je možné najít mezipředmětové vztahy nejen s fyzikou, ale i s biologií, geologií, geografii, historií a průmyslovými technologiemi.

V prvním dílu učebnice [94] je velký důraz kladen na učivo mineralogie, podrobně jsou popsány krystalografické soustavy, uvedena je *Mohsova stupnice tvrdosti nerostů* a další mineralogické znaky sloučenin (vryp, lesk, barva atd.). Učebnice také uvádí základní fyzikálně-chemické metody studia látek – destilaci, elektrolysu, krystalizaci, spektrální rozbor – a jejich fyzikální princip. Ve druhém dílu učebnicové řady [95] je celá jedna podkapitola věnována skupenským přeměnám, struktuře pevných látek, kapalinám a plynům, vysvětlen je kritický stav (kritická teplota a kritický tlak) a princip zkapalňování plynů. Kapitola o vzduchu zavádí pojem difuze a parciální tlak, uveden je *Daltonův zákon* parciálních tlaků. V části věnované elektrolyse jsou objasněny Faradayovy zákony a definován pojem elektrochemický ekvivalent. Do třetího dílu učebnice [96] jsou zařazeny kapitoly z organické chemie a další vybrané kapitoly. V nich jsou uvedeny zákony ideálních plynů (*Gay-Lussacův* a *Boylův zákon*), Raoultův zákon pro snížení bodu tuhnutí a zvýšení bodu varu roztoku a objasněny jsou principy metod používaných v organické chemii - rektifikace a extrakce. V mnoha ohledech je míra zastoupení mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v učebnicích chemie z druhé poloviny 20. let 20. století srovnatelná se současnými učebnicemi chemie [41-43], pro některé fyzikální zákony je dokonce starší učebnice podrobnější.

Dvojdílný komplet učebnic **Přehled fyziky** [97,98] od autora Otokara Mašky je určen pro studující středních a odborných škol a učitelských ústavů, obě publikace vyšly v roce 1928. První díl [97] obsahuje kapitoly o mechanice, astronomii a thermice, náplní druhého dílu [98] je nauka o vlnění, akustice, optice, magnetismu a elektřině. Obě učebnice mají podobu a formu přehledové publikace, neobsahují žádné pokusy ani úlohy a příklady a je v nich jen velmi málo grafických prvků. Drobné písmo textu a nepřehledné řazení stran (rozkládací formát) znesnadňují orientaci ve výkladovém textu.

Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky jsou v Přehledu fyziky poměrně vzácné. Pouze v prvním dílu [97] je uvedena (stejně jako v učebnicích chemie druhé poloviny 20. let 20. století) *Mohsova stupnice tvrdosti minerálů*, dále je v kapitole o aerostatice uveden *Boylův zákon* a *Daltonův zákon*. Míra zastoupení a uplatňování mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v učebnicích z 20. let 20. století je tedy daleko větší u učebnicové řady Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia [94-96].

3.3.2 Učebnice druhé poloviny 60. let 20. století

Dvojdílná řada učebnic **Anorganická a organická chemie pro střední všeobecně vzdělávací školy** [99,100] vydaná Státním pedagogickým nakladatelstvím v letech 1966-1968 byla později doplněna o tři monotematické učebnice [129-131], jejichž náplní je učivo o základech chemické výroby (pro první ročník střední všeobecně vzdělávací školy), o chemickém ději

a elektrochemii (druhý díl pokusného učebního textu pro 4. ročník gymnázií) a o základech analytické chemie (třetí díl pokusného učebního textu pro 4. ročník gymnázií). Základní učebnicová řada [99,100] obsahuje srozumitelný a logicky řazený výkladový text, na který navazují úlohy a příklady k samostatnému řešení žáků, součástí kapitol jsou graficky zvýrazněné návody k pokusům s názornými nákresy aparatur. V učebnicích jsou početné černobílé obrázky, fotografie, modely a schémata, oba díly učebnic obsahují barevnou přílohu. Velký důraz je ve výkladu učiva kladen na metody a principy chemických technologií.

Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky jsou v učebnicích chemie z druhé poloviny 60. let 20. století [99,100] zastoupeny v daleko větší míře než ve starších učebnicích z 20. let [94-96], ale také ve větší míře než v současných učebnicích chemie [41-43]. Úvodní kapitola Anorganické chemie uvádí základní metody chemie, pozorování a experiment, a věnuje se vztahu chemie k ostatním přírodovědným oborům: „Fyzika (z řec. *fysis* - příroda) byla původně jednotnou vědou o přírodě. Až postupem času se z ní vyčlenila samostatná chemie“ [99]. Teoreticky i jako součást laboratorních cvičení jsou v Anorganické chemii [99] srozumitelně a podrobně vysvětleny fyzikální principy chemických metod (destilace, filtrace, krystalizace, extrakce, tepelné procesy - zahřívání a chlazení, skupenské přeměny, odstředování, rektifikace a deflegmace, adsorpce atd.). Přehled fyzikálně-chemických principů využívaných v chemickém průmyslu a metod oddělování složek ze soustav tvoří navíc v prvním dílu učebnice [99] samostatné přílohy. Praktická cvičení se také podrobně věnují základním zásadám pro měření v laboratoři, pro vážení a odměřování objemu. Velmi obsáhlá je v prvním dílu učebnice [99] kapitola o stavbě atomu, v ní jsou zavedeny pojmy, které současné učebnice chemie [41-43] vůbec neuvádějí – např. antičástice, neutrino, mezony, hmotnostní schodek, antihmota, antiproton. Samostatná kapitola se v prvním dílu učebnice [99] věnuje kinetické teorii plynů, kterou dnes studenti mohou najít pouze v analyzovaných učebnicích fyziky [67-74]. Podrobně jsou také v Anorganické chemii [99] vysvětleny vlastnosti polovodičů a princip polovodičových elektronických součástek (diody, tranzistory, termočlánky, fotočlánky, termistory aj.). Ve druhém dílu učebnice Organická chemie [100] je objasněn fyzikální princip polarizace světla a použití polarimetru. V kapitole o koloidních roztocích jsou zavedeny pojmy opalescence a rozptyl světla, uveden je princip Tyndalova jevu. Samostatná kapitola druhého dílu učebnice chemie [100] se zabývá spektrálním rozbořením, zavádí pojmy spojité a čárové spektrum, vlnová délka, spektrometr, světelné spektrum a rozklad světla, které jsou v současných učebnicích definovány pouze ve fyzice [71].

Trojdílný komplet učebnic **Fyzika pro I.-III. ročník všeobecně vzdělávací školy** [101-103] vydal kolektiv autorů ve Státním pedagogickém nakladatelství v letech 1964-1972, později byl v tomtéž nakladatelství vydán ještě Doplněk k učivu fyziky pro III. ročník gymnasia [132].

Všechny učebnice mají jednotný styl a strukturu kapitol, obsahují černobílé obrázky, fotografie a schémata, důležité pojmy a zákony jsou v textu graficky zvýrazněny. Součástí každé kapitoly jsou řešené i neřešené příklady, na konci každého dílu učebnice jsou zařazeny laboratorní úlohy a teoretická cvičení k dalšímu prohloubení učiva. Výkladový text učebnic [101-103] je poměrně obsáhlý, v některých kapitolách je podrobnější než současné učebnice fyziky [67-74].

Míra zastoupení *mezipředmětových vztahů chemie a fyziky* je v učebnicích fyziky z druhé poloviny 60. let 20. století [101-103] daleko větší než ve starším Přehledu fyziky z druhé poloviny 20. let 20. století [97,98]. V porovnání se současnými učebnicemi fyziky [67-74] však věnuje Fyzika pro I.-III. ročník všeobecně vzdělávací školy [101-103] mezipředmětovým vztahům menší pozornost. Analýzou mezipředmětových vztahů chemie a fyziky nebyly v učebnicích fyziky z druhé poloviny 60. let 20. století [101-103] zjištěny žádné integrující pojmy ani témata, které by chyběly v současných učebnicích Fyzika pro gymnázia [67-74].

3.3.3 Učebnice druhé poloviny 80. let 20. století

Ve druhé polovině 80. let 20. století vyšly v tehdejším československém Státním pedagogickém nakladatelství poslední jednotné učebnice, které byly závazné pro výuku na daném typu škol. Pro výuku chemie na gymnáziích to byla trojdílná učebnicová řada **Chemie pro I.-III. ročník gymnázií** [104-106] autorského kolektivu pod vedením Jiřího Vacíka, Josefa Pacáka a Jozefa Čárského. Všechny tři díly mají schvalovací doložku Ministerstva školství Československé republiky (MŠ ČSR), jsou psány jednotným stylem a mají podobné grafické zpracování a strukturu výkladového textu. Na konci všech učebnic jsou laboratorní cvičení, součástí výkladového textu jsou návody na pokusy, úkoly a úlohy pro žáky k samostatnému řešení. Učebnice obsahují názorné obrázky, schémata, grafy a černobílé fotografie (ve větším počtu než současný analyzovaný komplet ChG [41-43]), klíčové pojmy jsou stejně jako doplňující učivo graficky odlišeny.

Míra zastoupení *mezipředmětových vztahů chemie a fyziky* je v učebnicích chemie z druhé poloviny 80. let 20. století [104-106] porovnatelná s učebnicemi chemie z 60. let 20. století [99,100]. V obou případech je na uplatňování mezipředmětových vztahů kladen větší důraz než v současných analyzovaných učebnicích chemie [41-43].

Učebnicová řada Chemie pro I.-III. ročník gymnázií [104-106] v úvodní kapitole definuje základní integrující pojmy - hmota, látka a pole – a vymezuje postavení chemie mezi ostatními přírodními vědami. Ve výkladu poznatků o atomovém jádře je popsán Rutherfordův pokus, díky němuž bylo atomové jádro objeveno. Podrobně je v prvním dílu učebnice [104] vysvětlen fyzikální princip barevnosti látek a velká pozornost je věnována vztahu periodického zákona ke struktuře a vlastnostem látek, v textu a v některých případech i graficky jsou objasněny závislosti atomového

poloměru, ionizační energie, elektronegativity, reaktivity, kovového charakteru a dalších vlastností prvků na protonovém čísle. Laboratorní cvičení v závěru prvního dílu učebnice chemie [104] teoreticky i na konkrétních experimentech objasňují fyzikální principy základních metod přípravy a izolace anorganických sloučenin. Žáci se tak prostřednictvím pokusů seznámí se skupenskými změnami látek, s destilací, s filtrací (prostou a za sníženého tlaku), s elektrolýzou vodného roztoku NaCl, s dekantací, s krystalizací (volnou, rušenou a vyvolanou změnou složení rozpouštědla) a se základními poznatky o korozi železa, o chemii černobílé fotografie a o důkazu iontů některých s-prvků (např. Li, Na, K, Rb, Ca, Sr) v roztocích podle zbarvení plamene. Jedno laboratorní cvičení je věnováno také zásadám správného vážení a odměřování objemu.

Ve druhém dílu učebnicového kompletu chemie [105] je uveden princip akce a reakce (Le Chatelier-Braunův princip) pro chemickou rovnováhu. Stejný pojem – princip akce a reakce – je v odlišných souvislostech definován také v učebnici fyziky [107] v kapitole o Newtonových pohybových zákonech. V další kapitole uvádí druhý díl učebnice chemie přesnější definici elektrického dipólu jako „součinu náboje a vzdálenosti těžišť obou elektrických center“ [105]. Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky jsou v rámci laboratorních cvičení v učebnici chemie [105] uplatňovány při studiu endotermických a exotermických dějů (např. změny teploty při rozpouštění NaOH), při studiu činitelů ovlivňujících rychlost chemických reakcí, při stanovení teploty varu ethylacetátu a stanovení teploty tání kyseliny benzoové.

Třetí díl učebnic chemie z druhé poloviny 80. let 20. století [106] podrobně popisuje fyzikálně-chemické vlastnosti syntetických polymerů (např. závislost hustoty polytetrafluorethylenu na polymeračním stupni). V úvodní kapitole biochemie je zmíněna jednota všech chemických dějů: „Chemické procesy v živé i neživé hmotě se řídí společnými chemickými zákony a stejnými vzájemnými vztahy (fyzikálními i chemickými) mezi molekulami přítomných látek“ [106]. V souvislosti s fyzikálně-chemickými procesy v živých soustavách jsou v učebnici chemie [106] definovány pojmy difuze, osmóza a osmotický tlak, objasněn je také vliv elektrického náboje na povrchu koloidních částic na jejich stabilitu. V kapitole o výpočtech z chemických rovnic je uvedena stavová rovnice ideálního plynu, která se v současných učebnicích chemie [41-43] již nevyskytuje. Závěrečná kapitola kompletu Chemie pro I.-III. ročník gymnázií [104-106] se věnuje základním procesům používaným v chemické výrobě, fyzikální procesy jsou zde rozděleny na děje mechanické (drcení, mletí, sedimentace, centrifugace a filtrace), děje tepelné (zahřívání a chlazení) a děje difuzní (destilace, absorpce, adsorpce, extrakce, sušení, sublimace a krystalizace). Vybrané metody jsou součástí laboratorních cvičení v závěru učebnicového kompletu [106], takže žáci mají možnost ověřit si v praxi pomocí pokusů fyzikální principy jednoduchých chemických metod.

Učebnicovou řadu pro výuku fyziky na gymnáziích ve druhé polovině 80. let 20. století tvořil čtyřdílný komplet **Fyzika pro I.-IV. ročník gymnázií** [107-110], který byl vydán Státním pedagogickým nakladatelstvím v letech 1984-1990. Všechny učebnice byly opatřeny schvalovací doložkou MŠ ČSR, vyšly ve spolupráci s Jednotou československých matematiků a fyziků (obdobně jako současná řada učebnic fyziky [67-74]) a s Československou akademií věd, díky čemuž mají vysokou metodickou i odbornou úroveň. Všechny čtyři díly učebnic [107-110] mají jednotnou strukturu, jsou psány podobným stylem a s jednotnou grafickou úpravou. Obsahují černobílé fotografie, obrázky, grafy a schémata, tučně zvýrazněné jsou důležité pojmy a zákony. Na konci každého dílu jsou zařazeny teoretické a laboratorní úlohy, také v samotném výkladovém textu se nachází řešené i neřešené příklady a cvičení. V mnoha ohledech je tato učebnicová řada [107-110] podobná učebnicovému kompletu Fyzika pro I.-III. ročník všeobecně vzdělávací školy z druhé poloviny 60. let 20. století [101-103] a to i v otázce míry zastoupení *mezipředmětových vztahů chemie a fyziky*. Ty jsou v učebnicích Fyzika pro I.-IV. ročník gymnázií [107-110] méně časté než v současných analyzovaných učebnicích fyziky [67-74]. Jediným společným učivem, které je v učebnicích fyziky z druhé poloviny 80. let 20. století [107-110] popsáno podrobněji a obsáhleji než v současném kompletu FG [67-74], je elektronová konfigurace prvků. Ta je vysvětlena na rozdělení elektronů v obalech atomů vodíku, helia, lithia, beryllia, uhlíku, neonu a sodíku a jsou z ní odvozeny další vlastnosti těchto prvků, např. vaznost, stabilní oxidační čísla ve sloučeninách a reaktivita.

Současné analyzované učebnice fyziky [67-74] navazují na tradici kompletů z 60. let 20. století [101-103] a z 80. let 20. století [107-110], ale v otázce mezipředmětových vztahů chemie a fyziky u současných učebnic dochází k podstatnému zlepšení situace. Vývojové tendence u učebnic chemie jsou bohužel (alespoň pro analyzovaný komplet ChG) zcela opačné, v současných učebnicích chemie [41-43] jsou mezipředmětové vztahy chemie a fyziky uplatňovány v daleko menší míře, než tomu bylo v učebnicových řadách v druhé polovině 60. let 20. století [99-100] a v druhé polovině 80. let 20. století [104-106].

3.4 Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky ve vybraných zahraničních učebnicích

Důraz na uplatňování mezipředmětových vztahů ve výuce je celosvětovým fenoménem, v zahraničí je mu věnována zvýšená pozornost a integrace přírodovědných předmětů se v různých zemích světa vyskytuje v různých stupních, jak o tom blíže pojednává kapitola 2.2.2 v teoretické části této práce. Proto byla pro porovnání mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v současných

učebnicích pro gymnázia (a jim odpovídající typy škol v zahraničí [133]) provedena analýza vybraných dostupných zahraničních učebnic, které jsou souhrnně uvedeny v kapitole 3.1. Následující podkapitoly uvádějí stručnou charakteristiku těchto učebnic a mezipředmětové vztahy chemie a fyziky, které jsou odlišné od pojmů a témat uvedených v kapitole 3.2 (vyskytujících se v analyzovaných současných učebnicích chemie [41-43] a fyziky [67-74] pro gymnázia v České republice).

Pro porovnání vývoje mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v českých a slovenských učebnicích po rozdělení obou států a po vydání posledních jednotných československých učebnic uvedených v kapitole 3.3.3 byly vybrány slovenské dvojdielné přehledové učebnice *Prehľad chémie* a *Prehľad fyziky* [121-124]. Důvodem tohoto výběru byla současná situace na trhu se slovenskými učebnicemi pro gymnázia, kdy od počátku 90. let 20. století zatím nebyly vydány ucelené komplety učebnic chemie ani fyziky, vychází pouze v nových vydáních poslední československé učebnice nebo jsou překládány současné učebnicové řady z České republiky.

3.4.1 Současné zahraniční učebnice chemie

Učebnice **Chemistry in Context** [111] vydaná londýnským nakladatelstvím ELBS Nelson poprvé v roce 1978 a poté v mnoha přepracovaných a aktualizovaných vydáních je příkladem učebnice chemie, která dává mezipředmětovým vztahům ve výkladovém textu mimořádně velký prostor. V učebnici je možné nalézt souvislosti nejen s fyzikou, ale také s biologií, geologií, geografii, historií, medicínou, ekologií a technikou. Díky širším souvislostem a mezioborovým vazbám je text učebnice pro žáky snadno pochopitelný, ačkoliv je rozsahově poměrně náročný. Učebnice zahrnuje v pětatřiceti kapitolách celé gymnaziální učivo, od obecné chemie přes anorganickou a organickou chemii až po vybrané partie z biochemie. Na závěr každé kapitoly jsou uvedeny nejdůležitější poznatky, úlohy a otázky pro žáky k samostatnému řešení, experimenty jsou v učebnici obsaženy v relativně nízkém počtu, protože na ni navazuje druhá část s praktickými cvičeními *Chemistry in Context: Laboratory Manual and Study Guide* [134]. Častými grafickými prvky jsou v učebnici [111] názorné grafy, dále černobílé i barevné fotografie, obrázky, modely a schémata.

Výčet všech *mezipředmětových vztahů chemie a fyziky* v učebnici *Chemistry in Context* [111] by byl velmi dlouhý a není účelem této práce vyjmenovat všechny pojmy a témata v této učebnici společné s fyzikou. Pro ukázkou je možné uvést např. srozumitelně vysvětlené fyzikální principy chemických metod (spektrální analýza, rentgenová strukturní analýza, nukleární magnetická rezonance, hmotnostní spektrometrie, infračervená spektroskopie, potenciometrické měření pH-metrem aj.). Učebnice [111] obsahuje řadu fyzikálních vztahů a vzorců, např. stavovou rovnici ideálního plynu, van der Waalovu stavovou rovnici reálného plynu, vztah pro elektrický

odpor a vodivost, Braggovu rovnici pro rentgenovou difrakci a Planckovu rovnici pro kvantum energie. Velmi podrobná je v učebnici *Chemistry in Context* [111] kapitola o stavbě atomu, objasněny jsou pokusy, které vedly k objevu a poznání stavby atomu a elementárních částic (Marsdenův a Geigerův pokus, Chadwickův objev neutronu, Rutherfordův pokus, Thomsonův objev katodových paprsků a elektronu nebo Moseleyho pokus s rentgenovými paprsky). Učebnice [111] zavádí a vysvětluje řadu fyzikálních pojmů jako polarizace, difrakce a interference světla, teploty skupenských přeměn, kinetická teorie plynů nebo kalorimetrické měření při tepelné výměně. Uvedeny jsou fyzikální zákony pro děje s ideálním plynem a Daltonův zákon parciálních tlaků. Celá kapitola se v učebnici *Chemistry in Context* [111] zabývá rovnováhou a uvádí také příklady rovnováhy ve fyzikálních dějích: rovnováhu na páce, rovnovážnou polohu tuhého tělesa a rovnováhu mezi skupenskými stavy v uzavřených soustavách.

Francouzská učebnice **Chimie 1reS Programme 2001** [112] byla vydána v nakladatelství Nathan kolektivem autorů pod vedením Adolphe Tomasina v roce 2001. Učebnice je celobarevná, obsahuje velké množství fotografií, motivačních obrázků, modelů a schémat, pro žáky je velmi atraktivní a názorná. Kromě stručného výkladového textu získávají žáci značnou část informací z početných pokusů a pozorování, z řešených a komentovaných příkladů a z aktivního řešení kontrolních otázek a úloh. Učebnice je rozdělena na tři části: měření v chemii (základy obecné a analytické chemie), chemie tvořitelka (organická chemie) a každodenní energie (termochemie).

Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky jsou ve francouzské učebnici [112] zastoupeny v menší míře než v anglické *Chemistry in Context* [111], v porovnání se současnými českými učebnicemi pro gymnázia [41-43] je však francouzská učebnice v ohledu mezipředmětových vztahů zpracována vhodnějším způsobem. Celá první kapitola v učebnici *Chimie* [112] je věnována měření, vysvětlen je fyzikální princip potenciometrie a konduktometrie a jejich využití pro stanovení bodu ekvivalence při titracích. V popsáných experimentech s roztoky elektrolytů o různých koncentracích se žáci naučí měřit voltmetrem a ampérmetrem. V úvodu kapitoly o organické chemii jsou uvedeny základní metody izolace a separace organických sloučenin včetně jejich fyzikálního principu (extrakce, dekantace, chromatografie, prostá destilace a filtrace, destilace a filtrace za sníženého tlaku, zahřívání pod zpětným chladičem atd.). Ve třetí části učebnice [112] věnované termochemii je uveden fyzikální vzorec pro výpočet Joulova tepla, na který navazuje pokus na zjištění Joulova tepla při průchodu elektrického proudu kovovým vodičem. Velká část poslední kapitoly se zabývá tepelnou výměnou, uvedeny jsou příklady tepelné výměny při acidobazické reakci nebo při rozpouštění pevných látek s iontovou vazbou, podrobně jsou také popsány skupenské přeměny a jejich tepelné zbarvení.

Německá dvojdílná učebnicová řada **Chemie für die Sekundarstufe** [113,114] byla vydána v berlínském nakladatelství Cornelsen Verlag v letech 1991-1992 kolektivem autorů pod vedením Wenera Geigera. Oba díly učebnic jsou zpracovány pro žáky velmi atraktivním způsobem, jsou barevné a obsahují velký počet názorných schémat, obrázků a fotografií, motivující novinové články, zajímavosti z běžného života, techniky, historie a jiných oblastí, zábavné úkoly a doplňovačky a velké množství návodů na pozorování a pokusy rozdělených podle náročnosti. V učebnicích [113,114] je kladen velký důraz na mezipředmětové vztahy s biologií a ekologií, ale i mezipředmětové vztahy chemie a fyziky jsou v ní zastoupeny ve větší míře, než je tomu u současných analyzovaných českých učebnic chemie pro gymnázia [41-43].

Nejzajímavější je z hlediska *mezipředmětových vztahů* poslední kapitola učebnicového kompletu Chemie für die Sekundarstufe, která je věnována projektovému vyučování tématu „voda“ [114]. Zde jsou shrnuty poznatky o vodě napříč různými vyučovacími předměty (kromě chemie a fyziky také učivo biologie, geografie, geologie, dějepisu a ekologie), objasněny jsou např. chemické a fyzikální pojmy sedimentace, dialýza, osmóza, povrchové napětí, elektrolýza, hygroskopické vlastnosti, adsorpce, dekantace, tvrdost vody, emulze, skupenské přeměny vody, čištění odpadních vod atd. V prvním dílu učebnice [113] je velmi obsáhlá také kapitola o stavbě atomu, v ní jsou popsány modely atomů (Thomsonův, Rutherfordův a Bohrův model atomu) a pokusy, které vedly k objasnění stavby atomu. Výkladový text učebnice [113] se v dalších kapitolách podrobně věnuje principu využití solární energie a energie termionukleárních reakcí, popsán a srozumitelně vysvětlen je fotovoltaiický článek a kolektor z křemíku. Ve druhém dílu učebnice [114] je v souvislosti s výkladem o ropě a pohonných hmotách objasněn princip činnosti spalovacího motoru (zážehového i vznětového). V kapitole o zákonitostech průběhu chemických reakcí je porovnán pojem rychlost chemické reakce s pojmem rychlosti ve fyzice a uveden je Le Chatelier-Braunův princip akce a reakce pro chemickou rovnováhu.

Ještě lépe a ve větší míře než v německém kompletu učebnic [113,114] jsou mezipředmětové vztahy chemie a fyziky zpracovány v rakouské dvojdílné učebnicové řadě **Chemie für die Oberstufe** [115,116]. Ta byla vydána vídeňským nakladatelstvím Ueberreuter-Deuticke v roce 1989, jejími autory jsou Januschewsky a Jarisch. První díl učebnice zahrnuje učivo obecné a anorganické chemie, druhý díl učivo organické chemie a biochemie a v dodatku jsou zařazeny základy analytické chemie. Učebnice [115,116] obsahují v každé kapitole velké množství názorných černobílých fotografií, schémat a obrázků, modelů chemických sloučenin, úkolů a cvičení pro žáky, neobsahují však žádné návody k pokusům.

Pro oba díly rakouské učebnice Chemie für die Oberstufe [115,116] je charakteristické, že výkladový text klade velký důraz na vysvětlení podstaty a příčiny probíraných jevů a objasnění

širších souvislostí. Velmi podrobně jsou vysvětleny např. fyzikálně-chemické vlastnosti anorganických i organických sloučenin. V souvislosti s optickou aktivitou je uveden fyzikální princip polarizace světla, kapitola o světelném spektru a barevnosti látek je v rakouských učebnicích chemie [115,116] ještě podrobnější než v současných českých učebnicích fyziky pro gymnázia [67-74]. V prvním dílu učebnice [115] jsou uvedeny termodynamické zákony, Faradayovy zákony elektrolýzy, základy kvantové fyziky a Schrödingerův kvantově-mechanický model atomu, vysvětlen je vznik rentgenového záření a vlnově-částicový dualismus. Druhý díl učebnice chemie [116] objasňuje fyzikální principy základních analytických metod (elektroforéza, hmotnostní spektrometrie, nukleární magnetická rezonance, rentgenostrukturální analýza, infračervená spektroskopie aj.). V kapitole o energetice chemických reakcí je definován obecný zákon zachování energie a zavedena je entropie pro posouzení samovolnosti dějů. Velká pozornost je ve druhém dílu učebnice [116] věnována popisu mikroskopické stavby pevných látek, kapalin a plynů a jejím změnám při skupenských přeměnách.

Slovenskou dvojdílnou učebnicovou řadu **Prehľad chémie** [121,122] autorů Beáty Brestenské a Petera Silného vydalo v letech 2000-2002 Slovenské pedagogické nakladatelstvo. Oba díly učebnice mají charakter přehledu středoškolského učiva a jsou vhodné jako pomůcka pro semináře z chemie a pro přípravu k maturitě z chemie nebo k přijímacím zkouškám na vysokou školu. Na stručný výkladový text navazuje velké množství řešených i neřešených otázek a úloh kvantitativního i kvalitativního charakteru. Učebnice neobsahují žádné návody k pokusům a jejich grafická podoba je jednoduchá, zahrnující černobílé grafy, schémata a tabulky. První díl učebnice [121] obsahuje učivo obecné chemie, jejíž poznatky aplikuje na anorganické sloučeniny, druhý díl [122] se zabývá učivem organické chemie a biochemie.

Pro oba díly učebnice **Prehľad chémie** [121,122] je charakteristický velký důraz na vysvětlení souvislostí mezi obecnými zákonitostmi a konkrétními anorganickými nebo organickými sloučeninami (jejich vlastnostmi, reaktivitou a použitím). Proto kapitoly obecné chemie podrobně objasňují periodicitu fyzikálních vlastností atomů prvků a celá podkapitola je věnována dipólovému momentu a jeho významu pro vlastnosti a reaktivitu látek. V kapitole obsahující učivo termochemie je zaveden pojem entropie a uveden je důvod, proč mohou probíhat endotermické reakce: „Každý systém se snaží nabýt nejen stav s minimální energií, ale i stav s maximální neuspořádaností“ [121]. V souvislosti s chemickou rovnováhou je zaveden a vysvětlen Le Chatelier-Braunův princip akce a reakce: „Směr, kterým se posune rovnováha vnějším vlivem, určuje princip akce a reakce, který se též nazývá princip pohyblivé rovnováhy“ [121]. Ve druhém dílu **Prehľadu chémie** [122] se mezipředmětové vztahy chemie a fyziky uplatňují v menší míře, což platí obecně pro většinu výkladového textu, který se zabývá organickou chemií a biochemií. I zde

je však velká pozornost věnována vysvětlení principů a obecných zákonitostí, tedy reakčních mechanismů v organické chemii. Uvedena je souvislost reaktivity organických sloučenin s posuny elektrického náboje uvnitř molekul, objasněn je význam vodíkových můstků pro organické a biochemické látky (např. princip komplementarity purinových a pyrimidinových bází v nukleových kyselinách). V kapitole o optické izomerii je také stručně vysvětlen fyzikální princip polarizace světla a měření otáčivosti sloučenin pomocí polarimetru.

3.4.2 Současné zahraniční učebnice fyziky

Francouzské učebnice fyziky pro vyšší sekundární vzdělávání, odpovídající našemu vyššímu stupni gymnázia, **Physique – Chimie 2de Programme 2000** [117], **Physique Term S Obligatoire Programme 2002** [119] a **Physique Term S enseignement obligatoire** [120] byly všechny vydány v pařížském nakladatelství Nathan kolektivem autorů pod vedením Adolphe Tomasina. Mají jednotnou strukturu, grafickou podobu a styl psaní didaktického textu. Všechny tři francouzské učebnice fyziky jsou (podobně jako francouzská učebnice chemie [112]) celobarevné, pro žáky atraktivní, moderní a názorné, obsahují velké množství pokusů a návodů na pozorování, barevné motivující fotografie, obrázky, modely a schémata, články z novin a publikací, zajímavé úlohy a úkoly. Část poznatků získávají žáci kromě výkladového textu také z řešených a komentovaných příkladů a ze samostatného řešení úloh uvedených v závěru kapitol. Řazení učiva do kapitol a jejich návaznost je v porovnání s českými učebnicemi nezvyklá a poměrně chaotická (např. kapitola o mechanickém vlnění předchází kapitole o mechanickém kmitání, která je zařazena v jiném dílu učebnic). Po okrajích stran jsou ve všech učebnicích [117,119,120] uvedeny poznámky a souvislosti s jinými vyučovacími předměty. Díky nim je tak míra zastoupení mezipředmětových vztahů v učebnicích obecně velmi vysoká, žáci díky učebnicím fyziky získávají potřebné a doplňující informace např. z matematiky, biologie, chemie, geologie, geografie, meteorologie, astronomie, medicíny nebo techniky.

V oblasti *mezipředmětových vztahů chemie a fyziky* jsou francouzské učebnice [117,119,120] porovnatelné s analyzovanými současnými českými učebnicemi fyziky pro gymnázia [67-74]. První díl učebnic [117] vykládá integrovaně učivo o stavbě hmoty a stavbě atomu a nerozlišuje přitom pohled chemie a fyziky. Učebnice Physique Term S Obligatoire Programme 2002 [119] obsahuje učivo o vlnění, o změnách jádra, o mechanice a o pohybech částic v homogenních polích. V kapitole o periodických postupných vlnách jsou zmíněny reakce chemických oscilátorů, popsána je Bělousovova-Žabotinského reakce a Brayova reakce. V kapitole o radioaktivních přeměnách je názorně vysvětleno, jak se u jednotlivých typů přeměn mění protonové číslo prvků a tedy k jakému posunu v periodické tabulce dochází při příslušné jaderné přeměně. Učebnice Physique Term S enseignement obligatoire [120] zahrnuje učivo o základních interakcích, o kmitání a o světle.

Jedinou kapitolou společnou s chemií, kterou neuvádí současné české učebnice fyziky [67-74], je v této francouzské učebnici [120] aplikace poznatků o světelném spektru na charakteristické zbarvení plamene ionty některých s-prvků (např. Na, Ca, K, Li).

Německá učebnice **Physik** [118] autora Rüdiger Lawaczecka, kterou vydalo nakladatelství Deutscher Apotheker Verlag ve Stuttgartu v roce 1997, obsahuje v jednom dílu celé středoškolské učivo fyziky a pro svou stručnost a hutnost výkladového textu má spíše charakter přehledu fyziky pro střední školy. V učebnici nejsou uvedeny žádné pokusy ani příklady, úlohy a cvičení, grafická podoba je jednoduchá (černobílé fotografie, schémata a grafy). V učebnici Physik [118] je v porovnání s českým kompletem FG [67-74] uvedeno podstatně více mezipředmětových vztahů fyziky a biologie.

V oblasti *společných témat chemie a fyziky* je v německé učebnici fyziky [118] věnována zvýšená pozornost zejména chemickým analytickým metodám a jejich principům, uvedeny jsou základní zásady správného vážení a odměřování objemu, popsány jsou různé typy vah a odměrného nádobí. Další kapitola se zabývá chromatografií, rozlišuje a charakterizuje papírovou, tenkovrstevnou a sloupcovou chromatografii, uvádí zásady pro vyhodnocení chromatogramu. Učivo o viskozitě je v učebnici Physik [118] doplněno o popis základních viskozimetrů – kapilárního, kuličkového a Höpplerova viskozimetru. Celá kapitola je potom v německé učebnici fyziky [118] věnována roztokům, v ní jsou definovány pravé a koloidní roztoky a hrubé disperze, ke každému druhu roztoků jsou uvedeny příklady a některé vlastnosti (např. rychlost sedimentace a centrifugace částic). Pro koncentraci osmoticky aktivních látek zavádí učebnice Physik [118] veličinu osmolarita a její jednotku osmol/l. V kapitole o polarizaci světla je vysvětlena optická aktivita a je uveden její vztah ke struktuře organických látek, definovány jsou pojmy optická izomerie a racemická směs.

Slovenskou dvojdílnou učebnicovou řadu **Prehľad fyziky** [123,124] od autora Jozefa Zámečníka vydalo Slovenské pedagogické nakladateľstvo v letech 1999-2000. Strukturou a formou je podobná Prehľadu chémie [121,122] ze stejné edice přehledových učebnic. Oba díly [123,124] obsahují velké množství řešených i neřešených příkladů a úloh, jsou vhodné na procvičování a prohloubení učiva, na přípravu k maturitní zkoušce z fyziky a k přijímacím zkouškám na vysoké školy. Výkladový text je stručný a zaměřuje se především na objasnění základních fyzikálních vztahů a zákonů a jejich použití při řešení příkladů. Učebnice obsahují pouze několik černobílých fotografií, schémat, nákresů a grafů, důležité pojmy a definice jsou v textu graficky odlišeny.

Analýzou *mezipředmětových vztahů chemie a fyziky* nebyly ve slovenské učebnicové řadě Prehľad fyziky [123,124] nalezeny žádné společné integrující pojmy ani témata, které by nebyly zahrnuty v současných českých učebnicích fyziky pro gymnázia [67-74].

3.5 Grafické zpracování integrujících tematických celků v učebnicích chemie a fyziky

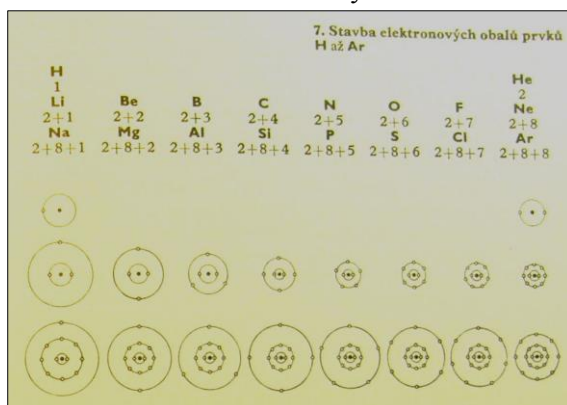
Pro posouzení didaktické vybavenosti učebnic, která určuje kvalitu učebnic vzhledem k jejich využití pro učení žáků, rozlišuje Jan Průcha [32] verbální a obrazové komponenty a zdůrazňuje vyvážené zastoupení obou složek, textu i obrazu. Také pedagog Jaan Mikk přikládá obrazové složce učebnic patřičnou důležitost: „Ilustrace v učebnicích plní mnoho funkcí, ale především dělají učebnici zajímavější, a to zvláště ilustrace barevné“ [30].

Pro doplnění informací o obsahovém zpracování mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v analyzovaných učebnicích je tato podkapitola věnována porovnání grafického zpracování vybraných integrujících tematických celků (**stavba atomu** a **voda**) v jednotlivých učebnicích. Vždy je vybrána ilustrace ze současných českých učebnic chemie [41-43] a fyziky [67-74], ze zahraničních učebnic chemie a fyziky [111-120] a z nejstarších analyzovaných učebnic [94-98], pokud tyto příslušné ilustrace obsahují.

Fotografie ilustrací ze starších učebnic jsou publikovány se souhlasem Muzea Komenského v Přerově, jehož majetkem jsou citované učebnice z 20. a 60. let 20. století [94-103].

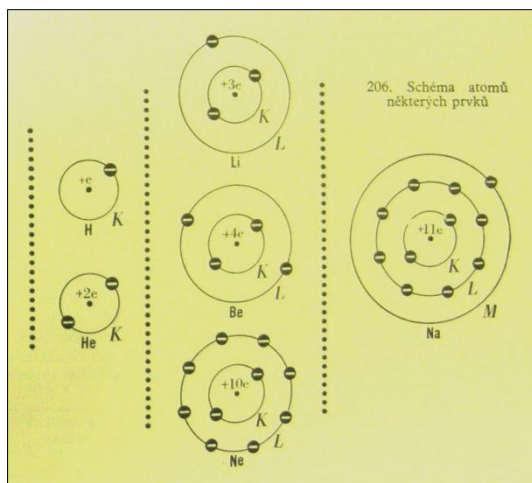
STAVBA ATOMU byla poprvé v analyzovaných učebnicích znázorněna v druhé polovině 60. let 20. století a to velmi podobným způsobem v učebnicích chemie i fyziky [99,103], jako schéma atomů vybraných prvků s elektronovým obalem rozděleným do kruhových slupek:

Obr. 4.1 Grafické znázornění stavby atomu ve starší učebnici chemie



Zdroj: *Anorganická chemie pro I. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol* [99]

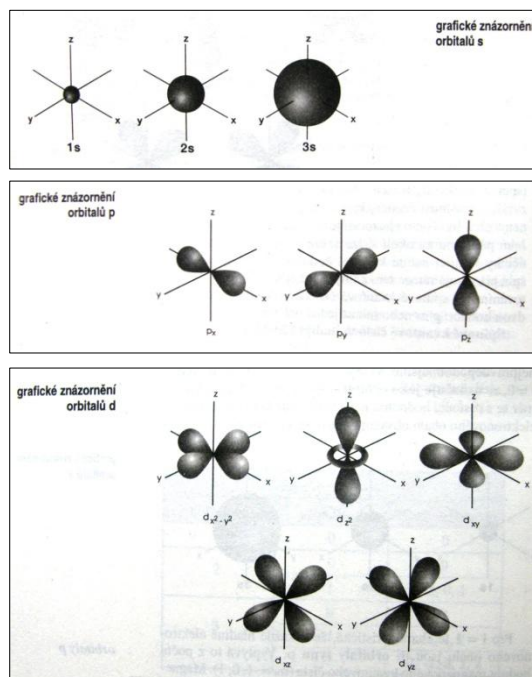
Obr. 4.2 Grafické znázornění stavby atomu ve starší učebnici fyziky



Zdroj: *Fyzika pro III. ročník střední všeobecně vzdělávací školy* [103]

Současné učebnice chemie (analyzovaný komplet *Chemie pro gymnázia*) [41-43] obsahují obecně menší počet ilustrací, v kapitole o atomovém obalu jsou pouze graficky znázorněny tvary a prostorová orientace jednotlivých typů orbitalů:

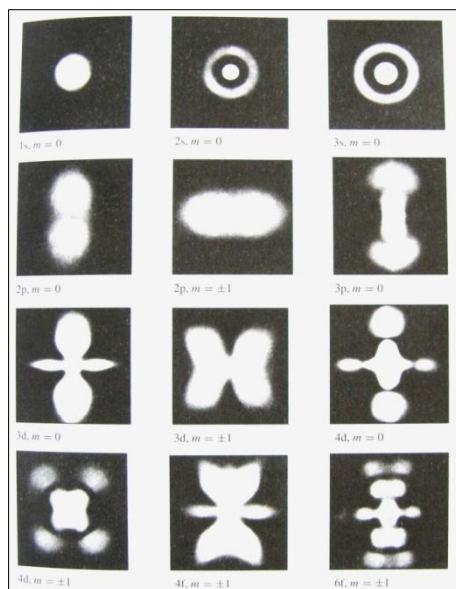
Obr. 4.3-4.5 Grafické znázornění orbitalů v současné učebnici chemie



Zdroj: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl* [41]

V současných učebnicích fyziky, konkrétně v šestém dílu kompletu *Fyzika pro gymnázia* [72], je rozdělení hustoty pravděpodobnosti výskytu elektronu ve vodíkovém atomu znázorněno následujícím způsobem:

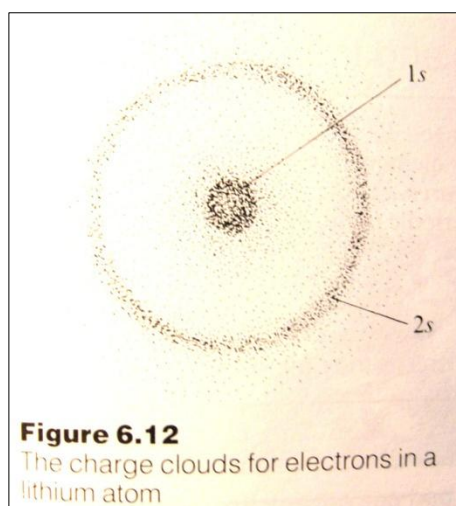
Obr. 4.6 Grafické znázornění orbitalů v současné učebnici fyziky



Zdroj: *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvětá* [72]

V anglické učebnici chemie *Chemistry in Context* [111] je rozložení pravděpodobnosti výskytu elektronů v atomovém obalu lithia znázorněno následující ilustrací:

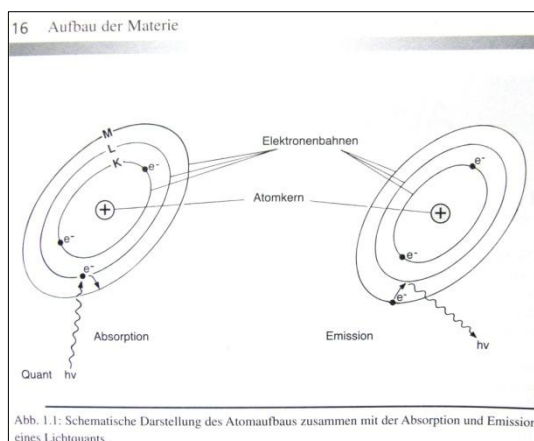
Obr. 4.7 Grafické znázornění atomového obalu v anglické učebnici chemie



Zdroj: *Chemistry in Context* [111]

Německá učebnice fyziky *Physik* [118] uvádí schematické znázornění stavby atomu v souvislosti s vysvětlením jevů absorpce a emise světelného kvanta:

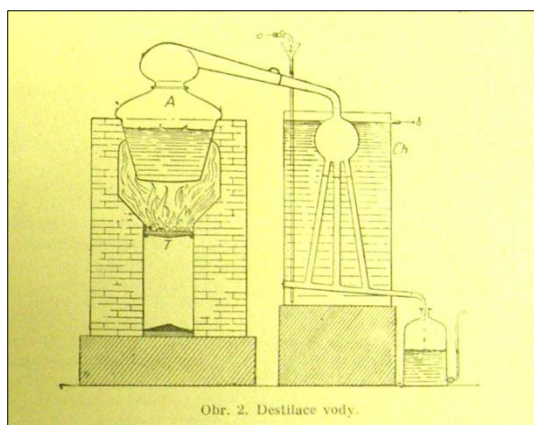
Obr. 4.8 Grafické znázornění stavby atomu v německé učebnici fyziky



Zdroj: *Physik* [118]

VODA jako další integrující celek chemie a fyziky je v nejstarším analyzovaném kompletu učebnic chemie z druhé poloviny 20. století doplněna ilustrací znázorňující „přečištění vody její destilací“ [95]:

Obr. 4.9 Grafické znázornění destilace vody v nejstarší analyzované učebnici chemie

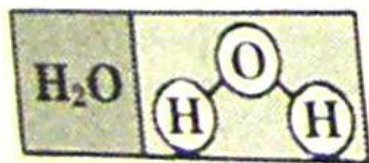


Zdroj: *Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia: Díl druhý* [95]

Ve starších učebnicích fyziky, vybraných pro analýzu mezipředmětových vztahů, se první ilustrace k tematickému celku „voda“ objevuje až v učebnicích z druhé poloviny 60. let 20. století, kde je

v učebnici *Fyzika pro II. ročník střední všeobecně vzdělávací školy* [102] uveden schematický náčrt znázorňující geometrii molekuly H_2O :

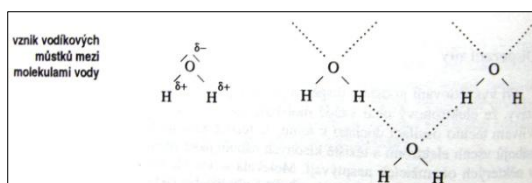
Obr. 4.10 Grafické znázornění molekuly vody ve starší učebnici fyziky



Zdroj: *Fyzika pro II. ročník střední všeobecně vzdělávací školy* [102]

V současné učebnici chemie, konkrétně v prvním dílu *Chemie pro čtyřletá gymnázia* [41], je pomocí ilustrace vysvětlen pouze vznik vodíkových můstků mezi molekulami vody:

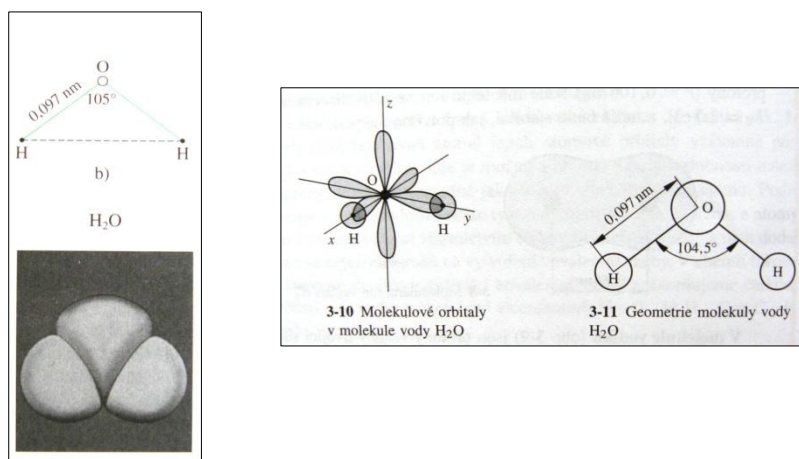
Obr. 4.11 Grafické znázornění vodíkových můstků v současné učebnici chemie



Zdroj: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 1. díl* [41]

Naproti tomu v současných učebnicích fyziky je ve druhém dílu kompletu *Fyzika pro gymnázia* [68] znázorněn obrázek modelu molekuly vody a v šestém dílu [72] je obrázek geometrie molekuly H_2O doplněn o ilustraci molekulových orbitalů v molekule vody:

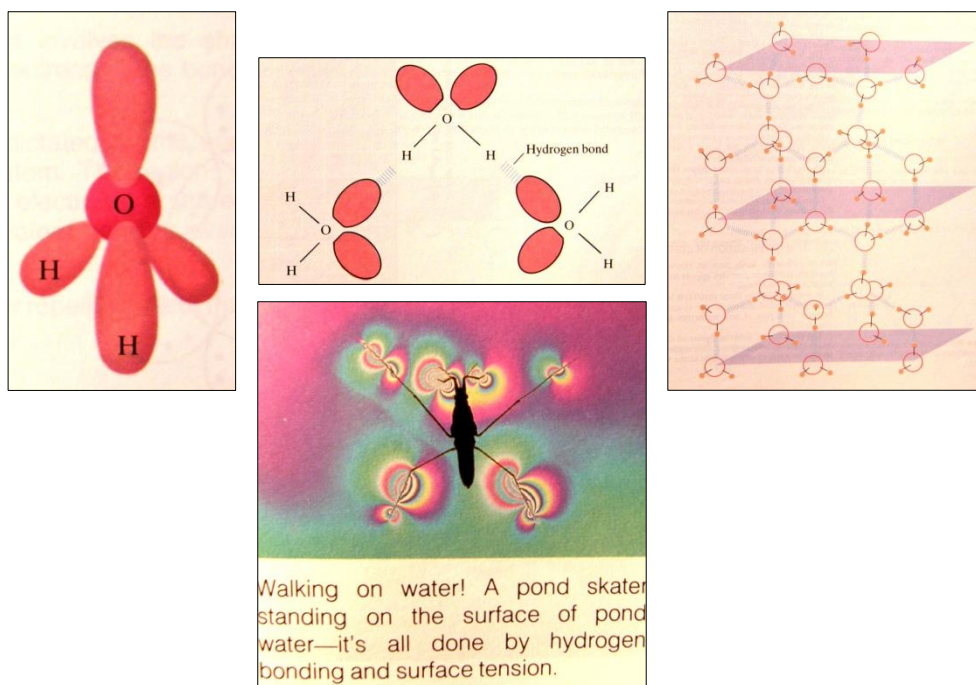
Obr. 4.12 a 4.13 Grafické znázornění molekuly vody v současných učebnicích fyziky



Zdroj: *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika* [68], *Fyzika mikrosvětla* [72]

Anglická učebnice *Chemistry in Context* [111] obsahuje v kapitole o vodě více ilustrací, které jsou navíc barevné, např. model molekuly vody, ilustraci vysvětlující vznik vodíkových můstků mezi molekulami vody, znázornění stavby ledu a motivační ilustraci „chození po vodě!“ demonstrující význam povrchového napětí vody:

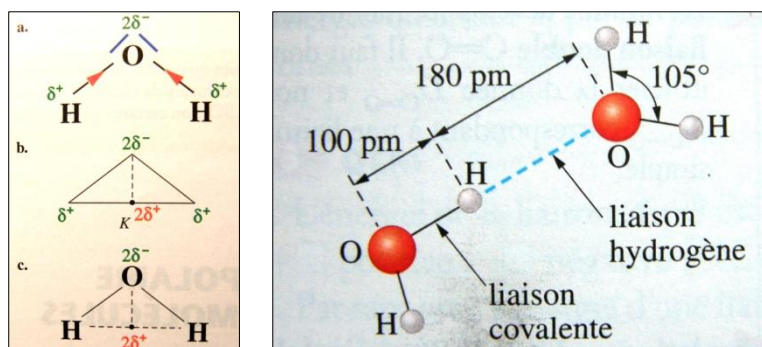
Obr. 4.14-4.17 Ilustrace k tematickému celku voda v anglické učebnici chemie



Zdroj: *Chemistry in Context* [111]

Ve francouzské učebnici fyziky a chemie [117] je taktéž barevně znázorněna geometrie molekuly vody, vznik parciálních nábojů a model vzniku vodíkových můstků mezi dvěma molekulami vody:

Obr. 4.18 a 4.19 Ilustrace k tematickému celku voda ve francouzské učebnici fyziky



Zdroj: *Physique – Chimie: 2de Programme 2000* [117]

Z uvedených ilustrací je zřejmé, že zahraniční učebnice vybrané pro analýzu mezipředmětových vztahů [111,117] obsahují názornější a lépe zpracované grafické prvky než současné české učebnice chemie [41-43] a fyziky [67-74]. Barevné ilustrace zvyšují atraktivitu učebnic a motivaci žáků pro jejich užívání, vhodně použité obrazové komponenty mohou doplnit nebo rozšířit učivo ve výkladovém textu. Podobné grafické zpracování integrujících tematických celků v učebnicích chemie a fyziky může posílit mezipředmětové vazby v učebnicích, a žákům tak může pomoci propojit si poznatky z obou přírodovědných předmětů.

4 DISKUZE

Problematice mezipředmětových vztahů a jejich využití ve výuce na vyšším stupni gymnázia v podmínkách současného českého školství není věnována taková pozornost, jakou předpokládá úspěšné splnění cílů kurikulární politiky vymezené v Národním programu rozvoje vzdělávání v České republice [1] a v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia [3]. Analýza mezipředmětových vztahů v učebnicích chemie a fyziky ukázala, že oba vyučovací předměty mají společné pojmy a témata, které mohou být integrujícími prvky, a mohou tak napomoci k rozvíjení schopnosti žáků vzájemně propojovat nabyté vědomosti a dovednosti. Úroveň mezipředmětových vztahů a míra jejich uplatňování však zdaleka není ve všech učebnicích stejná.

Zprostředkovaná zkušenost středoškolských učitelů z Gymnázia Josefa Ressela v Chrudimi a ze Slovanského gymnázia v Olomouci potvrdila fakt, že efektivní využívání mezipředmětových vztahů chemie a fyziky ve výukovém procesu naráží v praxi na řadu problémů, mezi nejčastěji jmenované patří systém vysokoškolské přípravy budoucích učitelů (většinou pouze dvouoborové studium s nízkým počtem absolventů s aprobací chemie a fyzika) a chybějící vhodné učebnice, které by interdisciplinární způsob výuky podpořily. Právě optimální využití mezipředmětových vztahů v učebnicích chemie a fyziky pro gymnázia je předmětem následujících částí diskuze.

4.1 Vyhodnocení úrovně mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v analyzovaných učebnicích

Výsledky analýzy prezentované v praktické části bakalářské práce vedou k závěru, že v současných učebnicích *Chemie pro čtyřletá gymnázia* [41-43], které jsou pro výuku na gymnáziu nejpoužívanější [40], nejsou mezipředmětové vztahy chemie a fyziky zpracovány a využity nejvhodnějším způsobem. Tyto učebnice bez bližšího vysvětlení používají fyzikální pojmy a zákony, společná témata obou předmětů nejsou optimálně obsahově propojena, v mnoha případech se výklad podobného tematického celku v učebnicích chemie a fyziky výrazně liší. Při porovnání míry a úrovně mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v učebnicích vydaných na našem území od začátku 20. století se ukazuje, že učebnice chemie pro gymnázia z druhé poloviny 60. let [99,100] a z druhé poloviny 80. let 20. století [104-106] věnovaly společným pojmům a tematickým celkům výrazně větší pozornost než současný komplet *Chemie pro čtyřletá gymnázia* [41-43]. Ještě hůře pak dopadly současné české učebnice chemie pro gymnázia [41-43] v porovnání se zahraničními učebnicemi pro odpovídající typy škol. Zejména anglická učebnice *Chemistry in Context* [111] a rakouský komplet učebnic *Chemie für die Oberstufe* [115,116] jsou názorným příkladem toho, jak je možné efektivně, smysluplně a přitom nenásilnou formou propojovat společné pojmy a tematické celky chemie a fyziky. Mezi integrující tematické celky, které by si

v učebnicích Chemie pro čtyřletá gymnázia [41-43] jistě zasloužily větší pozornost, patří obsah, metody a význam chemie jako přírodní vědy, dále principy a použití fyzikálně-chemických analytických metod a v neposlední řadě částicová stavba látek a její souvislost s vlastnostmi prvků a sloučenin.

Analyzovaná učebnicová řada *Fyzika pro gymnázia* [67-74] obsahuje a využívá mezipředmětové vztahy chemie a fyziky ve větší míře než gymnaziální učebnice chemie [41-43]. Vývojové tendence u učebnic fyziky jsou v oblasti integrujících tematických celků chemie a fyziky příznivé, obsahová koordinace učiva obou předmětů je jednoznačně nejlepší v nejnovějších učebnicích fyziky [67-74]. Také v porovnání s analyzovanými zahraničními učebnicemi fyziky [117-120] je komplet *Fyzika pro gymnázia* [67-74] v oblasti mezipředmětových vztahů chemie a fyziky na velmi dobré úrovni.

4.2 Návrh optimalizace mezipředmětových vztahů chemie a fyziky

Zhodnocení úrovně mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v analyzovaných učebnicích se týká zejména obsahové koordinace učiva chemie a fyziky. Neméně důležitá je také časová koordinace společných pojmů a tematických celků v obou vyučovacích předmětech, která je v praxi někdy velmi obtížná. Rámcové vzdělávací programy a učitelé vytvářené školní vzdělávací programy (ŠVP) však umožňují určitou pružnost učebních osnov a v podstatě libovolné zařazení učiva do jednotlivých ročníků studia. V konečné fázi tedy záleží na učitelích a vedení konkrétní školy, do jaké míry ve svých programech (ŠVP) a v samotné výuce zohlední časovou koordinaci reálně existujících mezipředmětových vztahů chemie a fyziky. Pokud se učitelé drží pořadí kapitol a dílů současných analyzovaných učebnic, kompletů Chemie pro čtyřletá gymnázia [41-43] a Fyzika pro gymnázia [67-74], a předpokládá se např. povinná výuka chemie a fyziky v prvních třech letech studia na vyšším stupni gymnázia, časová koordinace učiva vypadá přibližně následovně:

Tabulka 4.1 Časová koordinace učiva chemie a fyziky na čtyřletém gymnáziu podle současných učebnic chemie [41-43] a fyziky [67-74]

Učivo v chemii	Ročník a pololetí	Učivo ve fyzice
Úvod do studia chemie <i>Atom</i> <i>Chemická vazba a chemická reakce</i> Homogenní a heterogenní směsi <i>Chemická termodynamika a kinetika</i>	1. pololetí I. ročníku	Úvod do studia fyziky Kinematika hmotného bodu Dynamika hmotného bodu Mechanická práce a energie
Acidobazické reakce Názvosloví anorganických sloučenin Prvky hlavních skupin	2. pololetí I. ročníku	Gravitační pole Mechanika tuhého tělesa Mechanika kapalin a plynů
<i>Elektrochemie</i> Tvary molekul a komplexy Chemie přechodných kovů Vnitřně přechodné kovy	1. pololetí II. ročníku	<i>Molekulová fyzika a termodynamika</i> <i>Vnitřní energie, práce a teplo</i> Struktura a vlastnosti plynů <i>Struktura a vlastnosti pevných látek</i>
Analytická chemie Úvod do organické chemie Uhlovodíky	2. pololetí II. ročníku	Struktura a vlastnosti kapalin Změny skupenství látek Mechanické kmitání a vlnění
Deriváty uhlovodíků Síla kyselin a výpočty pH Karboxylové kyseliny a jejich deriváty Heterocyklické sloučeniny	1. pololetí III. ročníku	Elektrický náboj a elektrické pole Elektrický proud v kovech a polovodičích <i>Elektrický proud v kapalinách a plynech</i> Stacionární a nestac. magnetické pole Střídavý proud
Syntetické makromolekulární látky <i>Optická aktivita</i> Biochemie popisná Biochemie dynamická	2. pololetí III. ročníku	Elektromagnetické kmitání a vlnění Základní pojmy optiky Zobrazování optickými soustavami <i>Vlnová optika</i> Elektromagnetické záření a jeho energie

Poznámky: Společné tematické celky chemie a fyziky jsou v tabulce vyznačeny *kurzívou*.

Učivo šestého až osmého dílu kompletu učebnic Fyzika pro gymnázia (fyzika mikrosvěta, speciální teorie relativity a astrofyzika) by v tomto případě bylo náplní volitelného semináře z fyziky ve třetím nebo čtvrtém ročníku studia.

Z analýzy mezipředmětových vztahů chemie a fyziky v současných gymnaziálních učebnicích vyplývá, že nejvíce společných pojmů a tematických celků obsahují kapitoly z obecné chemie v kompletu ChG [41] a kapitoly z molekulové fyziky a termodynamiky v kompletu FG [68]. Učivo těchto kapitol je v uvedeném přehledu (viz tabulka 4.1) zařazeno do 1. pololetí I. ročníku v chemii a do 1. pololetí II. ročníku ve fyzice, časová koordinace obou vyučovacích předmětů je tedy rozdílná. Dalším společným tematickým celkem je elektrochemie probíraná v 1. pololetí II. ročníku v chemii a elektrický proud v kapalinách, který je ve fyzice zařazen do 1. pololetí III. ročníku. Ani u tohoto společného učiva nemůže být časová koordinace zhodnocena jako zcela vyhovující. Jedinou společnou kapitolou zařazenou do stejného ročníku studia tak zůstává ve 2. pololetí III. ročníku optická aktivita a polarizace světla ve vlnové optice, která však v současných českých učebnicích chemie [41-43] a fyziky pro gymnázia [67-74] není vhodně koordinována po stránce obsahové, o čemž blíže pojednává kapitola 3.2.6 v praktické části této práce.

Učební osnovy pro výuku chemie a fyziky na vyšším stupni gymnázia, které by v maximální míře respektovaly a využívaly mezipředmětové vztahy obou vyučovacích předmětů uvedené v současných analyzovaných učebnicích, by vyžadovaly změny v posloupnosti učiva zejména při výuce fyziky. Návrh takové časové koordinace učiva chemie a fyziky na čtyřletém gymnáziu, která by byla optimální vzhledem k mezipředmětovým vztahům obou vyučovacích předmětů, je uveden v tabulce 4.2. Tato změna učebních osnov by na jedné straně zvýšila efektivitu mezipředmětových vazeb chemie a fyziky při výuce, pomohla by žákům ke snazšímu uvědomování si vzájemných souvislostí a k propojení poznatků z izolovaných předmětů, na druhé straně však není optimální z hlediska didaktiky obou vyučovacích předmětů, zejména fyziky. Žáci by v prvním ročníku studia začínali s abstraktním učivem molekulové, atomové a jaderné fyziky, které je pro ně náročnější, a teprve ve druhém ročníku by byli seznámeni se základními a jednoduššími poznatky z mechaniky. Také učivo o elektřině a magnetismu by bylo v tomto případě rozděleno do dvou ročníků studia, z didaktických důvodů je vhodnější propojit ho do jednoho celku, jak je tomu v současných učebnicích fyziky [70].

Návrh časové harmonizace učiva chemie a fyziky na čtyřletém gymnáziu s maximálním využitím mezipředmětových vztahů pro výuku (ačkoliv není vždy optimální z hlediska didaktického) vypadá přibližně následovně:

Tabulka 4.2 Návrh časové koordinace učiva chemie a fyziky na čtyřletém gymnáziu, která by byla optimální vzhledem k mezipředmětovým vztahům obou vyučovacích předmětů

Učivo v chemii	Ročník a pololetí	Učivo ve fyzice
Úvod do studia chemie Názvosloví anorganických sloučenin <i>Atom</i> <i>Chemická vazba a chemická reakce</i> <i>Chemická termodynamika a kinetika</i>	1. pololetí I. ročníku	Úvod do studia fyziky <i>Molekulová fyzika a termodynamika</i> <i>Atomová a jaderná fyzika</i> <i>Vnitřní energie, práce a teplo</i> <i>Stavba a vlastnosti pevných látek</i>
Acidobazické reakce Síla kyselin a výpočty pH Homogenní a heterogenní směsi Tvary molekul a komplexy <i>Elektrochemie</i>	2. pololetí I. ročníku	Vlastnosti plynů Vlastnosti kapalin Změny skupenství látek Elektrický náboj a elektrické pole <i>Elektrický proud v kapalinách a plynech</i>
Prvky hlavních skupin Chemie přechodných kovů Vnitřně přechodné kovy	1. pololetí II. ročníku	Kinematika hmotného bodu Dynamika hmotného bodu Mechanická práce a energie Gravitační pole
Analytická chemie Úvod do organické chemie Uhlovodíky	2. pololetí II. ročníku	Mechanika tuhého tělesa Mechanika kapalin a plynů Mechanické kmitání a vlnění
Deriváty uhlovodíků Karboxylové kyseliny a jejich deriváty Heterocyklické sloučeniny	1. pololetí III. ročníku	Elektrický proud v kovech a polovodičích Stacionární a nestac. magnetické pole Střídavý proud Elektromagnetické kmitání a vlnění
Syntetické makromolekulární látky <i>Optická aktivita</i> Biochemie popisná Biochemie dynamická	2. pololetí III. ročníku	Základní pojmy optiky Zobrazování optickými soustavami <i>Vlnová optika</i> Elektromagnetické záření a jeho energie

Poznámky: Společné tematické celky chemie a fyziky jsou v tabulce vyznačeny *kurzívou*.

Učivo sedmého a osmého dílu a částečně učivo šestého dílu kompletu učebnic Fyzika pro gymnázia (kvantová fyzika, speciální teorie relativity a astrofyzika) by v tomto případě bylo naplní volitelného semináře z fyziky ve třetím nebo čtvrtém ročníku studia.

Z uvedeného přehledu vyplývá, že ne vždy je časová koordinace učiva chemie a fyziky s maximálním využitím mezipředmětových vztahů ve výuce možná a žádoucí, a to zejména z didaktických důvodů. V konečné fázi zůstává na učitelích obou předmětů, aby zvážili vhodnou posloupnost jednotlivých kapitol a aby tam, kde není možné probírat společné učivo chemie a fyziky ve stejné etapě studia, zdůrazňovali a připomínali žákům vzájemné souvislosti obou vyučovacích předmětů.

4.3 Návrh integrovaných tematických celků pro výuku chemie a fyziky na gymnáziu

K posílení mezipředmětových vztahů chemie a fyziky ve výuce na gymnáziu může výrazným způsobem přispět používání projektové metody, kdy učitel zadá žákům problémový úkol interdisciplinárního charakteru a úlohou žáků je vypracovat projekt s jeho řešením. Další možností je systém volitelných předmětů nebo seminářů s integrovaným obsahem dvou (nebo více) vyučovacích předmětů ve vyšších ročnících studia, díky němuž by žáci měli možnost sjednotit a upevnit si již získané znalosti z předchozího studia (např. předmět Science). Pro obě varianty - projektové a integrované výuky - však žáci i učitelé na vyšším stupni gymnázia narazí na problém chybějících vhodných učebnic či jiných didaktických materiálů. Na základě analyzovaných mezipředmětových vztahů v současných gymnaziálních učebnicích chemie [41-43] a fyziky [67-74] lze vybrat a navrhnout následující možné integrované tematické celky, jejichž zpracování do podoby učebnic či příruček pro výuku přírodovědných předmětů by mohlo pomoci nastíněný problém alespoň částečně vyřešit:

a) obecné tematické celky

- Metody měření veličin
- Energie a teplo
- Stavba látek
- Skupenské přeměny
- Stavba atomů a molekul
- Pohyb
- Elektřina
- Světlo

b) konkrétní tematické celky

- Voda
- Vzduch
- Planeta Země
- Vesmír
- Zdraví člověka a životní prostředí
- Kovy
- Plasty

Integrované tematické celky pro výuku přírodovědných předmětů na základní škole a nižším stupni gymnázia jsou v současné době u nás zpracovány teoreticky i do konkrétních učebnic

[14-19] a metodických příruček [20], podobné materiály pro střední školy a vyšší stupeň gymnázií jsou prozatím výzvou pro budoucnost a mohly by být vhodným pokračováním a rozšířením této rešeršní bakalářské práce.

5 ZÁVĚR

Provedená analýza současných i starších českých a vybraných zahraničních učebnic chemie a fyziky pro gymnázia ukázala, že mezi oběma vyučovacími předměty reálně existují společné integrující pojmy a tematické celky, které mohou být využity pro kvalitní a efektivní výuku přírodovědných předmětů na vyšším stupni gymnázia. Jedním z cílů této bakalářské práce bylo zpracování mezipředmětových vztahů chemie a fyziky do přehledu, který by mohl sloužit jako pomůcka pro budoucí i současné středoškolské učitele, aby si mezioborové vztahy mezi učivem izolovaných předmětů nejen uvědomovali, ale aby je dokázali také účinně zapojit do výuky. V tom je úloha učitele ve vyučovacím procesu nezastupitelná.

V současných podmínkách českého školství se zachování oddělených předmětů chemie a fyziky s maximálním uplatňováním a posilováním mezipředmětových vztahů zdá být pro vzdělávání na vyšším stupni gymnázia nejoptimálnějším způsobem integrace výuky. Je plně podporován kurikulárními dokumenty a koncepcí národního programu rozvoje vzdělávání. V praxi však tento způsob výuky naráží na nedostatečnou podporu v podobě didaktických materiálů, zejména učebnic, které by věnovaly mezipředmětovým vztahům potřebnou pozornost. Největší přínos této rešeršní bakalářské práce je v tom, že může být výchozím dokumentem pro zpracování vhodných didaktických textů s integrovanými přírodovědnými tématy pro žáky resp. pro učitele, které dosud na vyšším stupni gymnázia chybí.

Současné učebnice, zejména učebnice chemie, které jsou pro výuku na čtyřletém gymnáziu nejpoužívanější, bohužel z hlediska mezipředmětových vztahů chemie a fyziky nejsou zcela optimální. Tento fakt opět zvyšuje nároky kladené na učitele a jeho roli ve výukovém procesu. Návrh obsahové a časové koordinace učiva chemie a fyziky uvedený v této bakalářské práci mu může být v jeho nelehkém úkolu nápomocný.

POUŽITÁ LITERATURA A DALŠÍ ZDROJE

1. KOTÁSEK, Jiří, et al. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: Bílá kniha*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 2001. ISBN 80-211-0372-8.
2. *Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR [online]. c2006, [cit. 2011-03-11].
Dostupné z: <<http://www.msmt.cz/dokumenty/uplne-zneni-zakona-c-561-2004-sb>>.
3. BALADA, Jan, et al. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
4. JANÁS, Josef. *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. 1. vyd. Brno: Univerzita J. E. Purkyně v Brně, 1985. 87 s. ISBN 55-965-85.
5. JANÁS, Josef. Mezipředmětové vazby v přírodovědných předmětech. In *Fyzika a didaktika fyziky 2. Sborník prací Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně. Pedagogická fakulta, 1996. s. 14-17. ISBN 80-210-1405-9.
6. ŠKODA, Jiří. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2005. 211 s. ISBN 80-7044-696-X.
7. JANÁS, Josef. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1996. ISBN 80-210-1334-6.
8. BÍLEK, Martin, et al. *K integraci v přírodovědném vzdělávání*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, Univerzita Hradec Králové, 2001. 84 s. ISBN 80-7041-400-6.
9. ČTRNÁCTOVÁ, Hana – ZAJÍČEK, Jiří. Současné školství a výuka chemie v České republice. *Chemické listy*, srpen 2010, roč. 104, č. 8, s. 811-818. ISSN 1213-7103.
10. LEPIL, Oldřich. Integrovaný model přírodovědného vzdělávání. In *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání: Úvodní studie* [online]. 2006, [cit. 2010-12-12]. Dostupné z: <http://www.science.upol.cz/uvodni_studie.pdf>.
11. KOVALIK, Susan – OLSEN, Karen. *Integrated Thematic Instruction: The Model*. 3rd edition. Washington, D.C.: Books for Educators, 1994. 374 s. ISBN 1-878631-18-7.
12. *Školní vzdělávací program. Gymnázium Nový PORG* [online]. 2009, [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <http://www.novyporg.cz/npg/ucebni_npg.html>.
13. *Školní vzdělávací program. Gymnázium Globe s.r.o.* [online]. c1999, [cit. 2011-03-14]. Dostupné z: <<http://www.gymglobe.cz/export/sites/gymglobe/ke-stazeni/2009-svp-globe-cast-1-z-4.pdf>>.

14. BERGSTEDT, Christel – DITRICH, Volkmar – LIEBERS, Klaus. *Člověk a příroda: Půda*. Revize čes. vyd. Jan Kopp, et al. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 64 s. ISBN 80-7238-340-X.
15. BERGSTEDT, Christel, et al. *Člověk a příroda: Energie*. Revize čes. vyd. Jan Kopp, et al. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 64 s. ISBN 80-7238-341-8.
16. BERGSTEDT, Christel – DITRICH, Volkmar – LIEBERS, Klaus. *Člověk a příroda: Voda*. Revize čes. vyd. Jindřich Duras, et al. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 64 s. ISBN 80-7238-337-X.
17. BERGSTEDT, Christel, et al. *Člověk a příroda: Vzduch*. Revize čes. vyd. Jan Kopp, et al. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 64 s. ISBN 80-7238-338-8.
18. BERGSTEDT, Christel, et al. *Člověk a příroda: Zdraví*. Revize čes. vyd. Jan Kopp, et al. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 64 s. ISBN 80-7238-339-6.
19. ZAHRADNIK, Günter, et al. *Člověk a příroda: Informace a komunikace*. Revize čes. vyd. Marcela Efmertová, et al. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 64 s. ISBN 80-7238-342-6.
20. PODROUŽEK, Ladislav. *Člověk a příroda: Jak využívat integrované učební texty ve výuce*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2005. 16 s. ISBN 80-7238-456-2.
21. DOULÍK, Pavel – ŠKODA, Jiří. Jaké možnosti přináší RVP ZV pro přírodovědné vzdělávání?. In *Člověk a příroda: První krok k integraci výuky přírodovědných předmětů. Sborník příspěvků z mezinárodní elektronické konference pořádané Pedagogickou fakultou Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. Pdf, 2007. s. 7-31. ISBN 978-80-7044-918-9.
22. NEZVALOVÁ, Danuše, et al. *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání: Úvodní studie* [online]. 2006, [cit. 2010-12-10]. Dostupné z: <http://www.science.upol.cz/uvodni_studie.pdf>.
23. *Školní vzdělávací program. Gymnázium Josefa Ressela v Chrudimi* [online]. 2008, [cit. 2010-10-14]. Dostupné z: <http://www.gjr.cz/webstranky/eda2/03-skola/svp_4g.pdf>.
24. *Školní vzdělávací program. Gymnázium Olomouc – Hejčín* [online]. c2009, [cit. 2010-10-14]. Dostupné z: <<http://www.gytool.cz/soubory/skolni-vzdelavaci-program.pdf>>.
25. *Školní vzdělávací program. Slovanské gymnázium Olomouc* [online]. c2009, [cit. 2010-10-14]. Dostupné z: <http://www.sgo.cz/soubory_oskole/data/SVP_1.pdf>.
26. SIKOROVÁ, Zuzana. *Hodnocení a výběr učebnic v praxi*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2007. 71 s. ISBN 978-80-7368-412-9.
27. PRŮCHA, Jan. *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média*. 1. vyd. Brno: Paido, 1998. 148 s. ISBN 80-85931-49-4.
28. PRŮCHA, Jan. *Učení z textu a didaktická informace*. 1. vyd. Praha: Academia, 1987. 91 s.

29. MIKK, Jaan. *Textbook: Research and Writing*. 1st edition. Frankfurt am Main: Peter Lang, 2000. 426 s. ISBN 3-631-36335-4.
30. MIKK, Jaan. *Problems of Textbook Effectivity*. 1st edition. Tartu: University of Tartu, 1991.
31. BORTZ, Jürgen – DÖRING, Nicola. *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. 4. Auflage. Berlin: Springer, 2006. 897 s. ISBN 3-540-33305-0.
32. PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. 2. vyd. Praha: Portál, 2002. 488 s. ISBN 80-7178-631-4.
33. MAŇÁK, Josef – KNECHT, Petr. *Hodnocení učebnic*. 1.vyd. Brno: Paido, 2007. 142 s. ISBN 978-80-7315-148-5.
34. KOLÁŘOVÁ, Růžena – HEJNOVÁ, Eva – LIŠÁKOVÁ Eva. Školní vzdělávací programy a učebnice. In *Aby fyzika žáky bavila 2. Sborník referátů ze semináře „... aby fyzika žáky bavila... 2“ pořádaného Odbornou skupinou pro vyučování ve fyzice na ZŠ při Fyzikální pedagogické sekci JČMF*. Editorka Růžena Kolářová. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. s. 169-172. ISBN 80-244-1181-4.
35. BOHÁČOVÁ, Lada, et al. K diskuzi o standardech a testech. *Učitelství noviny*, březen 2011, roč. 114, č. 11, s. 17. ISSN 0139-5718.
36. PRŮCHA, Jan. Učebnice: Teorie, výzkum a potřeby praxe. In *Učebnice pod lupou. Sborník referátů z fakultního projektu 20/05 PdF MU Učebnice jako edukační médium*. Editor Josef Maňák – Dušan Klapko. Masarykova univerzita. Centrum pedagogického výzkumu. Brno: Paido, 2006. s. 9-21. ISBN 80-7315-124-3.
37. SIKOROVÁ, Zuzana. *Výběr učebnic na základních a středních školách*. 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2004. 154 s. ISBN 80-7042-373-0.
38. PETTY, Geoffrey. *Teaching Today*. 3rd edition. Cheltenham (UK): Nelson Thornes, 2004. ISBN 0-7487-8525-6.
39. STINNER, Arthur. Science textbooks: Their present role and future form. In *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice*. GLYNN, S. M. – DUIT, R. 1st edition. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1995. s. 275-296.
40. HUVAROVÁ, Marie. *Nejpoužívanější středoškolské učebnice chemie na gymnáziích*. Olomouc, 2010. 59 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého na Katedře anorganické chemie. Vedoucí bakalářské práce Marta Klečková.
41. HONZA, Jaroslav – MAREČEK, Aleš. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl*. 3. vyd. Olomouc: Olomouc, 2005. 240 s. ISBN 80-7182-055-5.
42. HONZA, Jaroslav – MAREČEK, Aleš. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 2. díl*. 3. vyd. Olomouc: Olomouc, 2005. 227 s. ISBN 80-7182-141-1.

43. HONZA, Jaroslav – MAREČEK, Aleš. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 3. díl*. 1. vyd. Olomouc: Olomouc, 2000. 251 s. ISBN 80-7182-057-1.
44. HONZA, Jaroslav – MAREČEK, Aleš. *Chemie: Sbirka příkladů pro studenty středních škol*. 1. vyd. Brno: Proton, 2001. 150 s. ISBN 80-902402-2-4.
45. FLEMR, Vratislav – DUŠEK, Bohuslav. *Chemie I pro gymnázia: Obecná a anorganická*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 2007. 120 s. ISBN 80-7235-369-1.
46. KOLÁŘ, Karel, et al. *Chemie II pro gymnázia: Organická a biochemie*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 2005. 128 s. ISBN 80-7235-283-0.
47. EISNER, Werner, et al. *Chemie pro střední školy 1a*. Přeložil Bohumil Kratochvíl. 1. vyd. Praha: Scientia, 1996. 167 s. ISBN 80-7183-043-7.
48. EISNER, Werner, et al. *Chemie pro střední školy 1b*. Přeložil Bohumil Kratochvíl. 1. vyd. Praha: Scientia, 1997. 176 s. ISBN 80-7183-051-8.
49. AMANN, Wolfgang, et al. *Chemie pro střední školy 2a*. Přeložil Bohumil Kratochvíl. 1. vyd. Praha: Scientia, 1998. 192 s. ISBN 80-7183-078-X.
50. AMANN, Wolfgang, et al. *Chemie pro střední školy 2b*. Přeložil Jiří Svoboda. 1. vyd. Praha: Scientia, 2000. 149 s. ISBN 80-7183-079-8.
51. ŠRÁMEK, Vratislav. *Chemie obecná a anorganická*. 2. vyd. Olomouc: Olomouc, 2000. 262 s. ISBN 80-7182-099-7.
52. PEČ, Pavel – PEČOVÁ, Danuše. *Učebnice středoškolské chemie a biochemie*. 1. vyd. Olomouc: Olomouc, 2001. 520 s. ISBN 80-7182-034-2.
53. PEČOVÁ, Danuše. *Organická chemie pro gymnázia*. 2. vyd. Olomouc: Olomouc, 2002. 127 s. ISBN 80-7182-142-X.
54. VACÍK, Jiří, et al. *Přehled středoškolské chemie*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1999. 365 s. ISBN 80-7235-108-7.
55. KOTLÍK, Bohumír – RŮŽIČKOVÁ, Květoslava. *Chemie I v kostce pro střední školy*. 4. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 2005. 119 s. ISBN 80-253-0031-5.
56. KOTLÍK, Bohumír. *Chemie II v kostce pro střední školy*. 3. vyd. Praha: Fragment, 2004. 135 s. ISBN 80-7200-761-0.
57. KOTLÍK, Bohumír – RŮŽIČKOVÁ, Květoslava. *Cvičení k chemii v kostce pro střední školy*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 2000. 160 s. ISBN 80-7200-312-7.
58. BANÝR, Jiří, et al. *Chemie pro střední školy*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 2001. 160 s. ISBN 80-85937-46-8.
59. BENEŠOVÁ, Marika – SATRAPOVÁ, Hana. *Odmaturuj z chemie*. 1. vyd. Brno: Didaktis, 2002. 208 s. ISBN 80-86285-56-1.

60. BÁRTA, Milan – BARTOŠOVÁ, Libuše. *Maturitní otázky: Chemie*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 2007. 240 s. ISBN 80-253-0498-1.
61. DVOŘÁČKOVÁ, Svatava – ULRICHOVÁ, Jitka. *Chemie v testových otázkách a odpovědích*. 1. vyd. Olomouc: Rubico, 1997. 175 s. ISBN 80-85839-16-4.
62. DVOŘÁČKOVÁ, Svatava. *Chemie na dlani*. 1. vyd. Olomouc: Rubico, 2001. 171 s. ISBN 80-85839-70-9.
63. KODÍČEK, Milan, et al. *Chemie pro gymnázia v testových úlohách*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1998. 143 s. ISBN 80-85937-95-6.
64. ČTRNÁCTOVÁ, Hana, et al. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. 1. vyd. Praha: Prospektrum, 2000. 296 s. ISBN 80-7175-071-9.
65. FIKR, Jaroslav – KAHOVEC, Jaroslav. *Názvosloví organické chemie*. 1. vyd. Olomouc: Rubico, 2002. 243 s. ISBN 80-85839-71-7.
66. KOTLÍK, Bohumír, et al. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro SŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 2003. 287 s. ISBN 80-7200-521-9.
67. BEDNAŘÍK, Milan – ŠIROKÁ, Miroslava – BUJOK, Petr. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 343 s. ISBN 80-7196-068-3.
68. BARTUŠKA, Karel – SVOBODA, Emanuel. *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2002. 244 s. ISBN 80-7196-200-7.
69. LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia: Mechanické kmitání a vlnění*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008. 130 s. ISBN 978-80-7196-216-8.
70. LEPIL, Oldřich – ŠEDIVÝ, Přemysl. *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus*. 6. vyd. Praha: Prometheus, 2010. 342 s. ISBN 978-80-7196-385-1.
71. LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia: Optika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003. 205 s. ISBN 80-7196-237-6.
72. ŠTOLL, Ivan. *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvěta*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003. 190 s. ISBN 80-7196-241-4.
73. BARTUŠKA, Karel. *Fyzika pro gymnázia: Speciální teorie relativity*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2001. 63 s. ISBN 80-7196-209-0.
74. MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro gymnázia: Astrofyzika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008. 143 s. ISBN 978-80-7196-376-9.
75. LEPIL, Oldřich, et al. *Fyzika: Sbírka úloh pro střední školy*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 2000. 269 s. ISBN 80-7196-204-X.
76. BARTUŠKA, Karel. *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 176 s. ISBN 80-7196-033-0.

77. BARTUŠKA, Karel. *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy II.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 157 s. ISBN 80-7196-034-9.
78. BARTUŠKA, Karel. *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy III.* 2. vyd. Praha: Prometheus, 2005. 216 s. ISBN 80-7196-235-X.
79. BARTUŠKA, Karel. *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy IV.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 2003. 198 s. ISBN 80-7196-037-3.
80. LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro střední školy: 1. díl.* 4. vyd. Praha: Prometheus, 2000. 268 s. ISBN 80-7196-184-1.
81. LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro střední školy: 2. díl.* 3. vyd. Praha: Prometheus, 2001. 311 s. ISBN 80-7196-185-X.
82. LANK, Vladimír – VONDRA, Miroslav. *Fyzika v kostce pro střední školy.* 1. vyd. Praha: Fragment, 2007. 184 s. ISBN 978-80-253-0228-6.
83. SVOBODA, Emanuel, et al. *Přehled středoškolské fyziky.* 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003. 502 s. ISBN 80-7196-116-7.
84. LÁSKA, Milan – KUBÍNEK, Roman. *Fyzika na dlani: Středoškolský přehled s řešenými příklady.* 1. vyd. Olomouc: Rubico, 2003. 132 s. ISBN 80-85839-94-6.
85. TARÁBEK, Pavol, et al. *Odmaturuj z fyziky.* 2. vyd. Brno: Didaktis, 2004. 224 s. ISBN 80-7358-058-6.
86. VLČEK, Jiří. *Středoškolská fyzika.* 1. vyd. Praha: Jiří Vlček, 2003. 119 s. ISBN 80-239-1583-5.
87. SOUKUP, Václav – VESELÝ, Josef. *Maturitní otázky: Fyzika.* 1. vyd. Praha: Fragment, 2007. 201 s. ISBN 978-80-253-0501-0.
88. PUDIVÍTR, Petr – TEPLIČKA, Ivan. *Fyzika: Maturita v kapse.* 1. vyd. Praha: Enigma, 2010. 290 s. ISBN 978-80-89132-67-6.
89. LEPIL, Oldřich – ŠIROKÁ, Miroslava. *Sbírka testových úloh k maturitě z fyziky.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 2001. 128 s. ISBN 80-7196-222-8.
90. ŠANTAVÝ, Ivan – TROJÁNEK, Aleš. *Fyzika: Příprava k přijímacím zkouškám na vysoké školy.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 2000. 287 s. ISBN 80-7196-138-8.
91. SVOBODA, Emanuel. *Pokusy z fyziky na střední škole 1.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 160 s. ISBN 80-7196-007-1.
92. SVOBODA, Emanuel. *Pokusy z fyziky na střední škole 2.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 176 s. ISBN 80-7196-008-X.
93. SVOBODA, Emanuel. *Pokusy z fyziky na střední škole 3.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 1999. 396 s. ISBN 80-7196-009-8.

94. MAŠEK, Fr. – NĚMEČEK, H. *Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia: Díl první: Chemie a mineralogie pro čtvrtou třídu*. Přepřacoval Fr. Křehlík. 3. vyd. Praha: Československá grafická unie, 1929. 135 s.
95. MAŠEK, Fr. – NĚMEČEK, H. *Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia: Díl druhý: Anorganická chemie pro V. třídu*. 4. vyd. přepracované. Praha: Československá grafická unie, 1926. 165 s.
96. MAŠEK, Fr. – NĚMEČEK, H. *Chemie pro gymnasia, reálná gymnasia a reálky: Díl třetí: A/ Organická chemie pro VI. třídu. B/ Volné kapitoly*. 3. vyd. obsahem rozšířené a věcným ukazovatelem doplněné. Praha: Československá grafická unie, 1924. 244 s.
97. MAŠKA, Otokar. *Přehled fyziky 1. díl (Mechanika, astronomie, termika): Pro studující středních a odborných škol a učitelských ústavů*. 2. vyd. Brno: Dědictví Havlíčkovo, 1928. 88 s.
98. MAŠKA, Otokar. *Přehled fyziky 2. díl (Nauka o vlnění, akustika, optika, magnetismus, elektrina): Pro studující středních a odborných škol a učitelských ústavů*. 2. vyd. Brno: Dědictví Havlíčkovo, 1928. 112 s.
99. SOTORNÍK, Vladimír – PETRŮ, František. *Anorganická chemie pro I. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol*. Ilustroval Vlastimil Cerha. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968. 296 s. ISBN 15-513-68.
100. ŠORM, František – HELLBERG, Jindřich. *Organická chemie pro II. a III. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol*. Ilustroval Vlastimil Cerha. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1966. 223 s. ISBN 15-517-66.
101. MAREK, Jiří – CHYTILOVÁ, Marta – KAŠPAR, Emil. *Fyzika pro I. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*. Ilustroval Karel Míšek. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1964. 221 s. ISBN 15-544-64.
102. VANOVIČ, Ján – SOKOL, Emil – THERN, Ladislav. *Fyzika pro II. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*. Ilustroval Milan Halaška. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 243 s. ISBN 15-541-65.
103. FUKA, Josef, et al. *Fyzika pro III. ročník střední všeobecně vzdělávací školy (pro III. a IV. ročník gymnasia)*. Ilustroval Karel Míšek. 4. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. 252 s. ISBN 14-351-72.
104. VACÍK, Jiří, et al. *Chemie pro I. ročník gymnázií*. Ilustroval Josef Kubík. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 224 s. ISBN 14-378-84.
105. PACÁK, Josef, et al. *Chemie pro II. ročník gymnázií*. Ilustroval Josef Kubík. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985. 216 s. ISBN 14-267-85.

106. ČÁRSKY, Jozef, et al. *Chemie pro III. ročník gymnázií. Ze slovenštiny přeložil Bohumil Máca*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 248 s. ISBN 14-414-86.
107. VACHEK, Jaroslav, et al. *Fyzika pro I. ročník gymnázií*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 384 s. ISBN 14-528-84.
108. SVOBODA, Emanuel, et al. *Fyzika pro II. ročník gymnázií*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985. 368 s. ISBN 14-515-85.
109. LEPIL, Oldřich – HOUDEK, Václav – PECHO, Alojz. *Fyzika pro III. ročník gymnázií*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. 344 s. ISBN 80-04-24964-7.
110. PIŠŮT, Ján, et al. *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987. 384 s. ISBN 14-505-87.
111. HILL, Graham – HOLMAN, John. *Chemistry in Context*. 3rd edition. London: English Language Book Society Nelson, 1989. 616 s. ISBN 0-17-448163-2.
112. TOMASINO, Adolphe, et al. *Chimie: Ire S Programme 2001*. 1re édition. Paris: Nathan, 2001. 256 s. ISBN 209-172126-3.
113. GEIGER, Werner, et al. *Chemie für die Sekundarstufe I: Band 1*. 1. Auflage. Berlin: Cornelsen, 1991. 253 s. ISBN 3-464-07398-X.
114. GEIGER, Werner, et al. *Chemie für die Sekundarstufe I: Band 2*. 1. Auflage. Berlin: Cornelsen, 1992. ISBN 3-464-07399-8.
115. JANUSCHEWSKY, W. – JARISCH, E. *Chemie 1 für die Oberstufe*. 1. Auflage. Wien: Ueberreuter-Deuticke, 1989. 231 s. ISBN 3-7005-7000-7.
116. JANUSCHEWSKY, W. – JARISCH, E. *Chemie 2 für die Oberstufe*. 1. Auflage. Wien: Ueberreuter-Deuticke, 1989. ISBN 3-7005-7001-5.
117. TOMASINO, Adolphe, et al. *Physique – Chimie: 2de Programme 2000*. 1re édition. Paris: Nathan, 2000. ISBN 209-172195-8.
118. LAWACZECK, Rüdiger. *Physik*. 2. Auflage. Stuttgart: Deutscher Apotheker, 1997. 172 s. ISBN 3-7692-2056-0.
119. TOMASINO, Adolphe, et al. *Physique: Term S Obligatoire Programme 2002*. 1re édition. Paris: Nathan, 2002. 385 s. ISBN 209-172064-X.
120. TOMASINO, Adolphe, et al. *Physique: Term S enseignement obligatoire*. 1re édition. Paris: Nathan, 1995. 368 s. ISBN 209-172203-0.
121. BRESTENSKÁ, Beáta – SILNÝ, Peter. *Prehľad chémie 1: Všeobecná chémia*. 2. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2000. 246 s. ISBN 80-08-03030-5.
122. KOLLÁROVÁ, Marta – ZAHRADNÍK, Pavol. *Prehľad chémie 2: Organická chémia a biochémia*. 2. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2002. 326 s. ISBN 80-08-03349-5.

123. ZÁMEČNÍK, Jozef. *Prehľad fyziky 1*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1999. 279 s. ISBN 80-08-02956-0.
124. ZÁMEČNÍK, Jozef. *Prehľad fyziky 2*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2000. 328 s. ISBN 80-08-02999-4.
125. ČTRNÁCTOVÁ, Hana – BANÝR, Jiří. Historie a současnost výuky chemie u nás. *Chemické listy*, leden 1997, roč. 91, č. 1, s. 59-65. ISSN 1213-7103.
126. KONÍŘOVÁ, Marta. *Chemie: soupis učebnic chemie ve sbírce oddělení dějin školství Muzea Komenského v Přerově, p. o.* 1. vyd. Přerov: Muzeum Komenského v Přerově, 2005. 62 s. ISBN 80-239-9510-3.
127. KONÍŘOVÁ, Marta. *Fyzika: soupis učebnic fyziky ve sbírkách oddělení dějin školství Muzea Komenského v Přerově*. 1. vyd. Přerov: Muzeum Komenského v Přerově, 2004. 70 s.
128. KONÍŘOVÁ, Marta. *Přírodopis: soupis učebnic přírodopisu ve sbírce oddělení dějin školství Muzea Komenského v Přerově*. 1. vyd. Přerov: Muzeum Komenského v Přerově, 2005. 18 s. ISBN 80-239-8963-4.
129. KUREŠ, Václav – SCHREIBEROVÁ, Zdenka. *Základy chemické výroby pro I. ročník SVVŠ*. Ilustroval Josef Foltýn. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968. 164 s. ISBN 15-516-68.
130. FIŠNER, Boleslav – PAUKOVÁ, Marie. *Chemický děj a elektrochemie: 2. díl pokusného učebního textu chemie pro IV. ročník gymnasií*. Ilustroval Vlastimil Cerha. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1971. 92 s. ISBN 14-437-71.
131. ŠEVČÍK, Jiří – MILEC, Jan. *Základy analytické chemie: 3. díl pokusného učebního textu chemie pro IV. ročník gymnasií*. Ilustroval Václav Křížek. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. 68 s. ISBN 14-096-72.
132. LEPIL, Oldřich – CHYTILOVÁ, Marta. *Doplněk k učivu fyziky pro III. ročník gymnasia*. Ilustroval Josef Kubík. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1973. 100 s. ISBN 14-162-73.
133. PRŮCHA, Jan. *Vzdělávání a školství ve světě: Základy mezinárodní komparace vzdělávacích systémů*. 1. vyd. Praha: Portál, 1999. 320 s. ISBN 80-7178-290-4.
134. HILL, Graham – HOLMAN, John. *Chemistry in Context: Laboratory Manual and Study Guide*. 2nd edition. Edinburgh: English Language Book Society Nelson, 1989. 264 s. ISBN 0-17-448164-0.

Poznámka: Použitá literatura a další zdroje byly citovány podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2:

BOLDIŠ, Petr. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2: Část 1 – Citace: metodika a obecná pravidla*. Verze 3.3. ©1999-2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. Dostupné z: <<http://www.boldis.cz/citace/citace1.pdf>>.

BOLDIŠ, Petr. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2: Část 2 – Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentů*. Verze 3.0 (2004). ©1999-2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. Dostupné z: <<http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>>.

SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA 1 Přehled analyzovaných učebnic chemie a fyziky pro gymnázia
- PŘÍLOHA 2 Obálky analyzovaných učebnic
- PŘÍLOHA 3 CD Bakalářská práce „Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v současných
středoškolských učebnicích pro gymnázia“

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1

Přehled analyzovaných učebnic chemie a fyziky pro gymnázia

Současné učebnice chemie – učebnicová řada *Chemie pro čtyřletá gymnázia* [41-43]

- HONZA, Jaroslav - MAREČEK, Aleš. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl*. 3. vyd. Olomouc: Olomouc, 2005. 240 s. ISBN 80-7182-055-5.
- HONZA, Jaroslav - MAREČEK, Aleš. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 2. díl*. 3. vyd. Olomouc: Olomouc, 2005. 227 s. ISBN 80-7182-141-1.
- HONZA, Jaroslav - MAREČEK, Aleš. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 3. díl*. 1. vyd. Olomouc: Olomouc, 2000. 251 s. ISBN 80-7182-057-1.

Současné učebnice fyziky – učebnicová řada *Fyzika pro gymnázia* [67-74]

- BEDNAŘÍK, Milan – ŠIROKÁ, Miroslava – BUJOK, Petr. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 343 s. ISBN 80-7196-068-3.
- BARTUŠKA, Karel – SVOBODA, Emanuel. *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2002. 244 s. ISBN 80-7196-200-7.
- LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia: Mechanické kmitání a vlnění*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008. 130 s. ISBN 978-80-7196-216-8.
- LEPIL, Oldřich – ŠEDIVÝ, Přemysl. *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus*. 6. vyd. Praha: Prometheus, 2010. 342 s. ISBN 978-80-7196-385-1.
- LEPIL, Oldřich. *Fyzika pro gymnázia: Optika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003. 205 s. ISBN 80-7196-237-6.
- ŠTOLL, Ivan. *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvěta*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003. 190 s. ISBN 80-7196-241-4.
- BARTUŠKA, Karel. *Fyzika pro gymnázia: Speciální teorie relativity*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2001. 63 s. ISBN 80-7196-209-0.
- MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro gymnázia: Astrofyzika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008. 143 s. ISBN 978-80-7196-376-9.

Učebnice chemie z druhé poloviny 20. let 20. století [94-96]

- MAŠEK, Fr. - NĚMEČEK, H. *Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia: Díl první: Chemie a mineralogie pro čtvrtou třídu*. Přpracoval Fr. Křehlík. 3. vyd. Praha: Československá grafická unie, 1929. 135 s.
- MAŠEK, Fr. - NĚMEČEK, H. *Chemie pro gymnasia a reálná gymnasia: Díl druhý: Anorganická chemie pro V. třídu*. 4. vyd. přepracované. Praha: Československá grafická unie, 1926. 165 s.
- MAŠEK, Fr. - NĚMEČEK, H. *Chemie pro gymnasia, reálná gymnasia a reálky: Díl třetí: A/ Organická chemie pro VI. třídu. B/ Volné kapitoly*. 3. vyd. obsahem rozšířené a věcným ukazovatelem doplněné. Praha: Československá grafická unie, 1924. 244 s.

Učebnice fyziky z druhé poloviny 20. let 20. století [97,98]

- MAŠKA, Otokar. *Přehled fyziky 1. díl (Mechanika, astronomie, termika): Pro studující středních a odborných škol a učitelských ústavů*. 2. vyd. Brno: Dědictví Havlíčkovo, 1928. 88 s.
- MAŠKA, Otokar. *Přehled fyziky 2. díl (Nauka o vlnění, akustika, optika, magnetismus, elektrina): Pro studující středních a odborných škol a učitelských ústavů*. 2. vyd. Brno: Dědictví Havlíčkovo, 1928. 112 s.

Učebnice chemie z druhé poloviny 60. let 20. století [99-100,129-131]

- SOTORNÍK, Vladimír – PETRŮ, František. *Anorganická chemie pro I. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol*. Ilustroval Vlastimil Cerha. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968. 296 s. ISBN 15-513-68.
- ŠORM, František – HELLBERG, Jindřich. *Organická chemie pro II. a III. ročník středních všeobecně vzdělávacích škol*. Ilustroval Vlastimil Cerha. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1966. 223 s. ISBN 15-517-66.
- KUREŠ, Václav – SCHREIBEROVÁ, Zdenka. *Základy chemické výroby pro I. ročník SVVŠ*. Ilustroval Josef Foltýn. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1968. 164 s. ISBN 15-516-68.

- FIŠNER, Boleslav – PAUKOVÁ, Marie. *Chemický děj a elektrochemie: 2. díl pokusného učebního textu chemie pro IV. ročník gymnasií*. Ilustroval Vlastimil Cerha. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1971. 92 s. ISBN 14-437-71.
- ŠEVČÍK, Jiří – MILEC, Jan. *Základy analytické chemie: 3. díl pokusného učebního textu chemie pro IV. ročník gymnasií*. Ilustroval Václav Křížek. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. 68 s. ISBN 14-096-72.

Učebnice fyziky z druhé poloviny 60. let 20. století [101-103,132]

- MAREK, Jiří – CHYTILOVÁ, Marta – KAŠPAR, Emil. *Fyzika pro I. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*. Ilustroval Karel Míšek. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1964. 221 s. ISBN 15-544-64.
- VANOVIČ, Ján – SOKOL, Emil – THERN, Ladislav. *Fyzika pro II. ročník střední všeobecně vzdělávací školy*. Ilustroval Milan Halaška. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 243 s. ISBN 15-541-65.
- FUKA, Josef, et al. *Fyzika pro III. ročník střední všeobecně vzdělávací školy (pro III. a IV. ročník gymnasia)*. Ilustroval Karel Míšek. 4. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972. 252 s. ISBN 14-351-72.
- LEPIL, Oldřich – CHYTILOVÁ, Marta. *Doplňěk k učivu fyziky pro III. ročník gymnasia*. Ilustroval Josef Kubík. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1973. 100 s. ISBN 14-162-73.

Učebnice chemie z druhé poloviny 80. let 20. století [104-106]

- VACÍK, Jiří, et al. *Chemie pro I. ročník gymnázií*. Ilustroval Josef Kubík. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 224 s. ISBN 14-378-84.
- PACÁK, Josef, et al. *Chemie pro II. ročník gymnázií*. Ilustroval Josef Kubík. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985. 216 s. ISBN 14-267-85.
- ČÁRSKY, Jozef, et al. *Chemie pro III. ročník gymnázií*. Ze slovenštiny přeložil Bohumil Máca. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 248 s. ISBN 14-414-86.

Učebnice fyziky z druhé poloviny 80. let 20. století [107-110]

- VACHEK, Jaroslav, et al. *Fyzika pro I. ročník gymnázií*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1984. 384 s. ISBN 14-528-84.
- SVOBODA, Emanuel, et al. *Fyzika pro II. ročník gymnázií*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985. 368 s. ISBN 14-515-85.
- LEPIL, Oldřich – HOUDEK, Václav – PECHO, Alojz. *Fyzika pro III. ročník gymnázií*. 2. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. 344 s. ISBN 80-04-24964-7.
- PIŠŮT, Ján, et al. *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987. 384 s. ISBN 14-505-87.

Zahraniční učebnice chemie a fyziky [111-120]

- HILL, Graham – HOLMAN, John. *Chemistry in Context*. 3rd edition. London: English Language Book Society Nelson, 1989. 616 s. ISBN 0-17-448163-2.
- TOMASINO, Adolphe, et al. *Chimie: Ire S Programme 2001*. 1re édition. Paris: Nathan, 2001. 256 s. ISBN 209-172126-3.
- GEIGER, Werner, et al. *Chemie für die Sekundarstufe I: Band 1*. 1. Auflage. Berlin: Cornelsen, 1991. 253 s. ISBN 3-464-07398-X.
- GEIGER, Werner, et al. *Chemie für die Sekundarstufe I: Band 2*. 1. Auflage. Berlin: Cornelsen, 1992. ISBN 3-464-07399-8.
- JANUSCHEWSKY, W. – JARISCH, E. *Chemie 1 für die Oberstufe*. 1. Auflage. Wien: Ueberreuter-Deuticke, 1989. 231 s. ISBN 3-7005-7000-7.
- JANUSCHEWSKY, W. – JARISCH, E. *Chemie 2 für die Oberstufe*. 1. Auflage. Wien: Ueberreuter-Deuticke, 1989. ISBN 3-7005-7001-5.
- TOMASINO, Adolphe, et al. *Physique – Chimie: 2de Programme 2000*. 1re édition. Paris: Nathan, 2000. ISBN 209-172195-8.
- LAWACZECK, Rüdiger. *Physik*. 2. Auflage. Stuttgart: Deutscher Apotheker, 1997. 172 s. ISBN 3-7692-2056-0.
- TOMASINO, Adolphe, et al. *Physique: Term S Obligatoire Programme 2002*. 1re édition. Paris: Nathan, 2002. 385 s. ISBN 209-172064-X.
- TOMASINO, Adolphe, et al. *Physique: Term S enseignement obligatoire*. 1re édition. Paris: Nathan, 1995. 368 s. ISBN 209-172203-0.

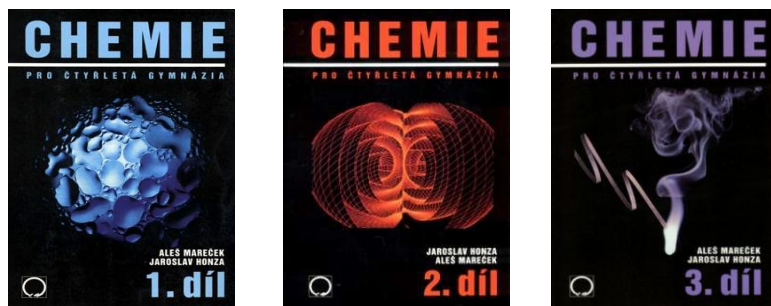
Slovenské přehledové učebnice chemie a fyziky [121-124]

- BRESTENSKÁ, Beáta – SILNÝ, Peter. *Prehľad chémie 1: Všeobecná chémia*. 2. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2000. 246 s. ISBN 80-08-03030-5.
- KOLLÁROVÁ, Marta – ZAHRADNÍK, Pavol. *Prehľad chémie 2: Organická chémia a biochémia*. 2. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2002. 326 s. ISBN 80-08-03349-5.
- ZÁMEČNÍK, Jozef. *Prehľad fyziky 1*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1999. 279 s. ISBN 80-08-02956-0.
- ZÁMEČNÍK, Jozef. *Prehľad fyziky 2*. 1. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 2000. 328 s. ISBN 80-08-02999-4.

PŘÍLOHA 2

Obálky analyzovaných učebnic

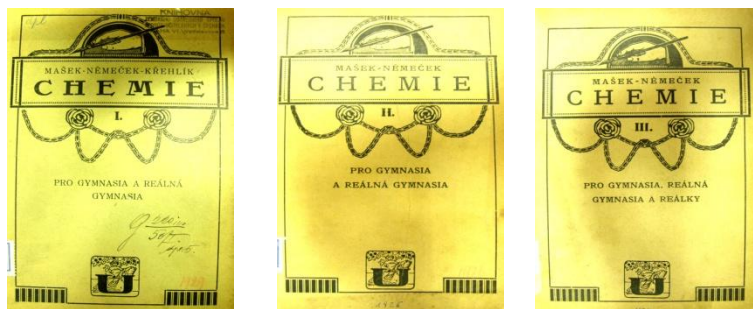
Současné učebnice chemie – učebnicová řada Chemie pro čtyřletá gymnázia [41-43]



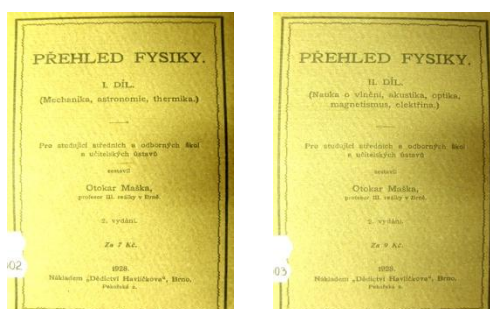
Současné učebnice fyziky – učebnicová řada Fyzika pro gymnázia [67-74]



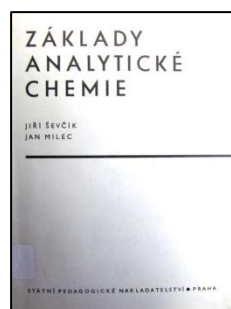
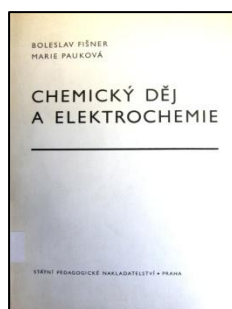
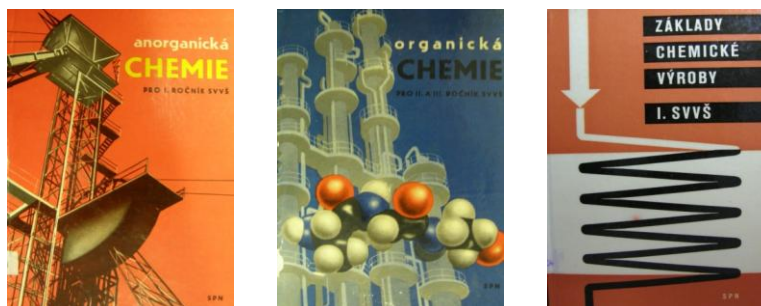
Učebnice chemie z druhé poloviny 20. let 20. století [94-96]



Učebnice fyziky z druhé poloviny 20. let 20. století [97,98]



Učebnice chemie z druhé poloviny 60. let 20. století [99-100,129-131]



Učebnice fyziky z druhé poloviny 60. let 20. století [101-103,132]



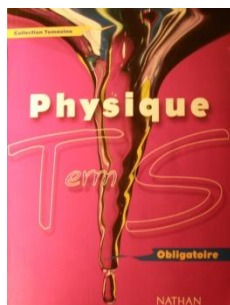
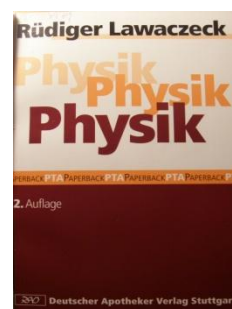
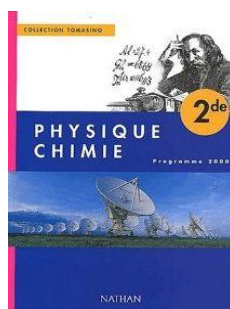
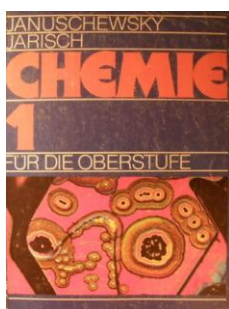
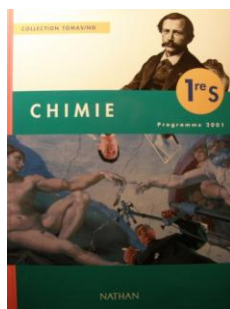
Učebnice chemie z druhé poloviny 80. let 20. století [104-106]



Učebnice fyziky z druhé poloviny 80. let 20. století [107-110]



Zahranční učebnice chemie a fyziky [111-120]



Slovenské přehledové učebnice chemie a fyziky [121-124]

