

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra anorganické chemie



**Mezipředmětové vztahy chemie-fyzika  
v přírodovědném vzdělávání**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:	Martin Vondra
Studijní obor:	Chemie pro vzdělávání
Typ studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

Olomouc 2023



Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci sepsal samostatně pod dohledem vedoucí bakalářské práce a že jsem uvedl všechnu použitou literaturu na konci práce. Prohlašuji, že jsem v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce neporušil autorská práva.

Souhlasím s tím, aby byla tato práce přístupná v knihovně katedry anorganické chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

V Olomouci dne 12. 7. 2023

.....

Martin Vondra

### **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat své vedoucí bakalářské práce Mgr. Ivetě Bártové, Ph.D. za veškerý čas, který mi věnovala, velkou dávku trpělivosti a její cenné rady, díky kterým tato práce mohla vzniknout. Za konzultaci bych chtěl poděkovat také paní Mgr. Kamile Petrželové, Ph.D.



## **Bibliografická identifikace:**

Jméno a příjmení autora: Martin Vondra

Název práce: Mezipředmětové vztahy chemie-fyzika v přírodovědném vzdělávání

Typ práce: Bakalářská

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

Vedoucí práce: Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2023

### **Abstrakt:**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku mezipředmětových vztahů do výuky, primárně mezi chemií a fyzikou. Teoretická část je věnována zakomponování mezioborovosti v rámci vzdělávacího programu a následně také ve školních vzdělávacích programech vybraných škol. Zaobírá se také důvody pro jejich zařazení a řeší vybrané tématy v učebnicích chemie a fyziky (např. částicová stavba látky, chemická vazba a chemické reakce atd.). Čtenáři je tak poskytnut náhled na aktuální pozici mezipředmětových vztahů ve výuce chemie a fyziky. V praktické části je zpracována analýza učebnic chemie novějšího data vydání, která umožňuje zjistit, zda v této oblasti došlo k posunu. Byly také sestaveny didaktické materiály ve formě pracovních listů pro základní a střední školy, které mohou sloužit jako příklad integrace přesahů fyziky do hodin chemie.

Klíčová slova: mezipředmětové vztahy, fyzika, chemie, integrovaná výuka, učebnice chemie, učebnice fyziky

Počet stran: 72+20

Jazyk: Čeština

## **Bibliographical identification:**

Author's first name and surname: Martin Vondra

Title: Interdisciplinary relations between chemistry and physics  
in natural sciences education

Type of thesis: Bachelor

Department: Department of Inorganic Chemistry, Faculty of Science,  
Palacký University Olomouc, Czech Republic

Supervisor: Mgr. Iveta Bártová, Ph.D.

Year of presentation: 2023

### **Abstract:**

The bachelor's thesis is focused on the issue of interdisciplinary relations in education, primarily between chemistry and physics. The theoretical part is devoted to the incorporation of interdisciplinarity in the framework education programme and subsequently also in the school education programme of selected schools. It deals with the reasons for their inclusion and the research of selected topics in chemistry and physics textbooks (e. g. particle structure of matter, chemical bonding, and chemical reactions etc.). The reader is provided with an insight into the current position of intersubject relations in the education of chemistry and physics. In the practical part, is processed an analysis of more recent chemistry textbooks, which makes possible to determine whether there has been a progress in this area. Also, there were compiled didactic materials in the form of worksheets for primary and secondary schools, which can serve as an example of the integration of physics overlaps into chemistry lessons.

Keywords: interdisciplinary relations, physics, chemistry, integrated  
teaching, chemistry textbooks, physics textbooks

Number of pages: 72+20

Language: Czech

# Obsah

ÚVOD .....	9
CÍLE PRÁCE.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 Mezipředmětové vztahy.....	11
1.1 Mezioborovost v rámcových vzdělávacích programech .....	11
1.1.1 Změny v RVP pro základní školy .....	11
1.1.2 Změny v RVP pro gymnázia .....	12
1.2 Mezipředmětové vztahy a jejich místo v ŠVP.....	12
1.2.1 Charakteristika mezipředmětových vztahů.....	14
1.2.2 Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v ŠVP .....	15
1.2.3 Synchronizace výuky podle analyzovaných ŠVP .....	20
1.2.4 Důvody pro mezipředmětové vztahy ve výuce .....	21
1.3 Integrovaná výuka přírodovědných předmětů v zahraničí .....	21
1.3.1 Předmět Science (USA).....	21
1.3.2 Kanadské kurikulum .....	23
1.3.3 Německo.....	24
1.4 Analýza učebnic chemie a fyziky .....	24
1.4.1 Veličiny a jednotky .....	24
1.4.2 Zákony zachování .....	26
1.4.3 Částicová stavba látky .....	27
1.4.4 Skupenství látek a skupenské přeměny .....	29
1.4.5 Elektrický proud v kapalinách a elektrolyza .....	30
1.4.6 Energie a teplo.....	30
1.4.7 Chemická vazba a chemické reakce .....	32
1.4.8 Voda.....	32
1.4.9 Rychlost a rovnováha .....	33
PRAKTICKÁ ČÁST.....	34
2 Analýza učebnic chemie .....	34
2.1 Analýza novodobých učebnic chemie .....	34
2.1.1 Veličiny a jednotky .....	34
2.1.2 Zákony zachování .....	36
2.1.3 Částicová stavba látek .....	36
2.1.4 Skupenství látek a skupenské přeměny .....	38

2.1.5	Elektrický proud v kapalinách a elektrolýza .....	39
2.1.6	Energie a teplo.....	40
2.1.7	Chemická vazba .....	43
2.1.8	Voda.....	44
2.1.9	Rychlost a rovnováha .....	44
3	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	46
3.1	Zpracování vybraných témat do hodin chemie.....	46
3.1.1	Částicové složení látek.....	48
3.1.2	Voda.....	52
3.1.3	Elektrochemie, elektrolytické děje.....	56
3.1.4	Chemická vazba .....	60
3.2	Zařazení mezipředmětových vztahů v RVP a v ŠVP vybraných škol.....	64
3.3	Inspirace v zahraničí .....	65
3.4	Vyhodnocení analýzy učebnic chemie novějšího data vydání .....	66
	ZÁVĚR .....	68
	POUŽITÁ LITERATURA.....	69
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73
	Příloha 1.....	74
	Příloha 2.....	79
	Příloha 3.....	83
	Příloha 4.....	88

## ÚVOD

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku mezipředmětových vztahů mezi chemií a fyzikou. Zařazení mezipředmětových vztahů do výuky je pro žáky přínosné, protože umožňuje lepší a komplexnější pochopení učiva a usnadňuje žákům úspěšné zvládnutí daných předmětů.

Teoretická část se věnuje definici mezipředmětových vztahů a jejich zařazení v RVP a ŠVP. Je rozdělena do několik podkapitol, které se věnují tomu, jak jsou mezipředmětové vztahy zpracovány ve školních vzdělávacích programech na vybraných českých školách, časové synchronizaci souvisejících témat a důvodům zařazení těchto vztahů do vzdělávacích plánů. Pozornost je zaměřená také na integrovanou výuku v zahraničí. Závěr teoretické části obsahuje podrobnou rešerši vybraných společných témat ve starších, ale v současnosti používaných učebnicích chemie a fyziky.

Praktická část je doplněna analýzou učebnic chemie, které vyšly v posledních letech. V části diskuse je vyhodnocení analýzy a zásadní rozdíly mezi staršími a novými učebnicemi. Na základě provedené rešerše a zpracovaných analýz učebnic a vybraných ŠVP byly vytvořeny pracovní listy, které integrují tematické celky chemie a fyziky. Řešení pracovních listů je součástí přílohy.

## **CÍLE PRÁCE**

- 1) Vypracování literární rešerše týkající se problematiky mezipředmětových vztahů ve výuce chemie a fyziky.
- 2) Analýza mezipředmětových vztahů chemie-fyzika v učebnicích chemie pro SŠ, zařazení chemie a fyziky v RVP (G, víceleté G), a analýzu ŠVP vybraných škol.
- 3) Zpracování vybraných témat do výuky chemie se zaměřením na mezipředmětové vazby chemie-fyzika.
- 4) Zpracování výsledků formou bakalářské práce.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 Mezipředmětové vztahy

Spolu s rozvojem vzdělávání v České republice je kladen stále větší důraz na integraci mezipředmětových vztahů do výuky. Cílem je propojení výuky jednotlivých předmětů a dosažení komplexnějšího pochopení učiva. Žák by měl být schopen lépe pochopit jednotlivé souvislosti, na které často nebývá kladen potřebný důraz [35]. Zařazení mezioborových vztahů do výuky je časově i obsahově náročné a vyžaduje také pravidelnou vzájemnou spolupráci vyučujících. To je důvod, proč se mnohdy setkáváme se situací, kdy se stejné téma probírá ve dvou různých předmětech, avšak v každém z nich odlišně a také v jiných ročnících. Tato skutečnost může být pro žáky matoucí, což zpravidla vede ke zhoršení výsledků. Pro úspěšnou integraci je tedy nutné, aby se učitelé orientovali v učivu ostatních předmětů, spolupracovali se svými kolegy, používali jednotné pojmy a vzorce, snažili se sjednotit úhel pohledu [35].

### 1.1 Mezioborovost v rámcových vzdělávacích programech

Co se týče RVP G [1], mezipředmětové (také mezioborové vztahy) jsou zde zmíněny jen okrajově a je zde pouze uvedena možnost ve školním vzdělávacím programu integrovat tematické okruhy, celky a témata různých vzdělávacích oborů tak, aby podporovaly mezioborové vztahy.

#### 1.1.1 Změny v RVP pro základní školy

Rámový vzdělávací program pro základní školy aktuálně čekají velké revize, které již částečně probíhají. Klíčovým dokumentem pro tyto revize je Strategie 2030+. Mezi cíle patří modernizace vzdělávacího systému České republiky, zaměření vzdělávání více na utváření kompetencí potřebných pro život, snížení nerovnosti v přístupu ke kvalitnímu vzdělávání a umožnění maximálního rozvoje potenciálu dětí, žáků a studentů.

Revize bude vycházet ze stávajícího RVP ZV, přičemž jeho základní struktura zůstane zachována. Převážně se bude posuzovat obsah kurikula, které podle Strategie 2030+ [7] zahrnuje množství obsahu, jenž nemá být společným jádrem učiva.

Za dílčí cíle je podle [7] považováno zlepšení kompetence a gramotnosti nebo modelové ŠVP pro školy. Dalším bodem je také provzdušnění učiva, tedy vyřazení přebytečných poznatků, a naopak výuka v širokých souvislostech. Učitel by pak měl mít více času pro výklad a žáci větší prostor pro pochopení učiva. S tím souvisí rozdělení učiva na jádrové a rozvíjející

výstupy, přičemž jádrové výstupy budou společné pro všechny žáky a rozvíjející by měly sloužit k individualizaci všech a jako podpora nadaných žáků [7].

V neposlední řadě je součástí změn také podpora formativního hodnocení, které se podle Strategie 2030+ [7] zaměřuje na pokrok každého žáka, podporuje proces učení a vede žáky k přebírání zodpovědnosti za vlastní výsledky. Svůj prostor by mělo dostat také propojení formálního a neformálního vzdělávání, kdy jsou hlavním předpokladem předchozí zkušenosti vyučujícího.

Pro průřezová témata se stanoví očekávané výstupy, ve kterých bude kladen důraz především na zkušenosti. Jejich obsahem bude to, co žák zažije a vyzkouší, tudíž by měly více naplňovat dovednostní i postojevou složku klíčových kompetencí [12].

### **1.1.2 Změny v RVP pro gymnázia**

Na gymnáziích neprobíhají tak velké změny jako na základních školách. První změna se týká klíčových kompetencí, které by škola měla navrhnout a do ŠVP zahrnout i kroky, pomocí kterých je budou učitelé rozvíjet. Mezi kompetenci k učení, kompetenci k řešení, komunikativní, sociální a personální, občanskou a kompetenci k podnikavosti přibyla kompetence digitální. V návaznosti na to byla upravena komunikativní kompetence, aby se doplňovala s digitální kompetencí.

Další změna se týká vzdělávacích oblastí. Místo vzdělávací oblasti Informatika a informační a komunikační technologie, byla zavedena nová vzdělávací oblast Informatika. Tato změna reaguje na přidání digitální kompetence, cílí na její rozvoj a pokračuje v myšlence toho, že není dále možno izolovaně rozvíjet digitální dovednost žáků [1].

## **1.2 Mezipředmětové vztahy a jejich místo v ŠVP**

Na rozdíl od jednotného Rámcového vzdělávacího programu je školní vzdělávací program dokument, který vypracovává každá škola samostatně. Součástí každého ŠVP je kapitola Učební osnovy, ve které jsou rozepsány výchovné a vzdělávací strategie, vzdělávací obory a především časové, organizační a obsahové vymezení. Zde lze nalézt probíraná témata v jednotlivých předmětech, u kterých je uvedeno, se kterým předmětem a v rámci jakého okruhu se dané téma prolíná. Zpracování této kapitoly bývá u jednotlivých škol značně rozdílné. Některé školy využívají oddělené přehledné sloupce vyhrazené pouze pro mezipředmětové vztahy, jiné tyto vztahy uvádějí ve sloupci „Poznámky“ spolu s dalšími informacemi. Zaváděny jsou také různé zkratky a tabulka pak působí nepřehledně a je složité se v ní orientovat. Jako



příklad je možné uvést Školní vzdělávací program Slovanského gymnázia v Olomouci [2]. Veškeré informace k mezipředmětovým vztahům jsou zapsány ve sloupci poznámky a není snadné se v nich orientovat. Program také zmiňuje pouze jeden mezipředmětový vztah mezi chemií a fyzikou.

1. ročník + kvinta	Učivo:	Školní výstup – žák:	Poznámky
<b>Téma:</b>  <b>OBECNÁ CHEMIE</b>  <b>ÚVOD DO STUDIA CHEMIE</b>	Soustavy látek a jejich složení, prvky, sloučeniny. Klasifikace směsí a metody jejich separace. Oxidační číslo, názvosloví anorganických sloučenin, hmotnost atomů a molekul, látkové množství, výpočty z chemických vzorců.	<b>Využívá odbornou terminologii při popisu látek a vysvětlování chemických dějů.</b> Chápe podstatu základních separačních metod. Používá správně názvy anorganických sloučenin. Definuje pojem látkové množství. <b>Provádí základní chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů.</b>	PT–VMEaGS – významná Evropská – věda)
<b>SLOŽENÍ A STRUKTURA CHEMICKÝCH LÁTEK</b>	Složení a stavba atomu, atomové jádro, radioaktivita, stavba elektronového obalu, orbitály, kvantová čísla, pravidla pro obsazování atomových orbitalů elektrony, elektronová konfigurace, periodický systém prvků, chemická vazba.	Využívá znalosti o stavbě atomu k rozlišení jaderných reakcí od reorganizací elektronů ve valenčních sférách. Zná základní typy radioaktivního záření. Umí aplikovat všechna pravidla pro obsazování atomových orbitalů elektrony. <b>Předvídá chování a vlastnosti chemických prvků v závislosti na struktuře elektronového obalu a jeho zařazení v periodickém systému.</b>	MET. VZT. (Fy – charakteristické vlastnosti záření), INT – Výchova ke zdraví (chování při mimořádné události – únik radioaktivního záření), PT – EV – Člověk a životní prostředí.

Obrázek 1: Ukázka z ŠVP Slovanského gymnázia v Olomouci (převzato z [2]).

Oproti tomu Mendelovo gymnázium v Opavě má ve svém ŠVP samostatné sloupce pro mezipředmětové vztahy a průřezová témata a zvlášť sloupec pro poznámky. Ve výsledku je tabulka rozšířena jen o jeden sloupec, avšak působí mnohem přehledněji.

	Dovede vymežit pojem chemický prvek, chemická sloučenina, atom, molekula, ion. Orientuje se v základním chemickém nádobí a pomůckách a je schopen sestavit jednoduchou aparaturu. Učí se provádět dělení složek směsi sedimentací, filtrací, krystalizací, sublimací a destilací a dovede sestavit protokol o provedené laboratorní práci.	Klasifikace směsi Metody dělení směsi		provedeno poučení o bezpečnosti práce v chemické laboratoři.
Důležité veličiny a základní výpočty v chemii	Dovede zapsat symboly fyzikálních veličin a jejich jednotky, učí se definovat pojem látkového množství, definovat jednotku mol, užívat definiční rovnice pro veličiny: molární hmotnost, molární objem, hmotnostní a objemový zlomek a molární koncentrace. Orientuje se v chemických tabulkách a je schopen odečíst hodnoty veličin z grafu nebo schématu. Dovede řešit jednoduché příklady s využitím definičních a odvozených vztahů veličin nebo úměr.	Základní veličiny a výpočty v chemii Látkové množství Hmotnost atomu, relativní atomová hmotnost, molární hmotnost, molární objem Hmotnostní a objemový zlomek Molární koncentrace	Fy – fyzikální veličiny, jejich jednotky M – výpočty, úpravy vzorců	Září, říjen
Struktura a vlastnosti prvků a sloučenin Jaderné přeměny a chemické reakce v praxi Chemický děj a chemická rovnováha	Dovede popsat složení atomového jádra a rozdíly mezi pojmy nuklid, izotop a prvek. Orientuje se v pojmu orbital a zná význam hlavního, vedlejšího, magnetického a spinového kvantového čísla. Dovede zapsat elektronovou konfiguraci prvků, iontů podle	Atom – stavba jádra Stavba elektronového obalu Kvantová čísla Orbitály, pravidla pro zaplňování orbitalů Stavba elektronového obalu a poloha prvku v periodické soustavě prvků Periodická soustava prvků a její historie Periody, skupiny, periodický zákon Radioaktivita	EV – jaderné elektrárny, jaderná energie EV – ochrana životního prostředí a zdraví člověka před škodlivými účinky radioaktivního záření Z – jaderné elektrárny v ČR	Říjen, listopad

Obrázek 2: Ukázka z ŠVP Mendelova gymnázia v Opavě (převzato z [3]).

### 1.2.1 Charakteristika mezipředmětových vztahů

Abychom mohli charakterizovat mezipředmětové vztahy, potřebujeme nejdříve definovat pojem integrace, která s mezipředmětovými vztahy úzce souvisí. Integrací rozumíme pronikání jednoho předmětu do druhého [11]. V procesu navíc vzniká nový cíl, čímž se integrace odlišuje od mezipředmětových vztahů, které mají cíl stejný. Jedná se o vědomé vytváření vztahů mezi předměty. Žák by měl nad daným problémem přemýšlet a využívat nejen znalosti ze školních předmětů, ale také z mimoškolních aktivit a svého vlastního života.

Mezipředmětovými vztahy rozumíme veškeré souvislosti mezi vyučovanými předměty. Jedná se o zřejmé souvislosti, například stejná témata probíraná v rámci různých předmětů, ale také méně zjevná propojení, například znalosti fyzikálního jevu vztlínání při práci s kapilárami v chemické laboratoři. Rakoušová ve své práci uvádí, „*Viděno prizmatem pedagogiky znamenají mezipředmětové vztahy souvislosti, vztahy mezi jevy, pojmy, ději situacemi a jejich promítnutí do soustavy učebních předmětů.*“ [11, str.16]. Myšlenka zavedení mezipředmětových vztahů tedy není rušení jednotlivých předmětů, nýbrž hledání souvislostí mezi nimi a jejich propojení. Jde o snahu nepodávat žákům učivo izolovaně, jako je tomu zvykem, ale podpořit využití znalostí z ostatních předmětů a docílit tak kvalitnějšího vzdělání.

Integrace mezipředmětových vztahů do výuky je však časově náročná a vyžaduje důkladnou přípravu a odpovídající znalosti vyučujícího. K dosažení vyžadovaných výsledků lze využít

několika metod, mezi které patří otevřené diskuse s žáky, které je nutí přemýšlet a vycházet z již nabytých znalostí, pracovní listy, práce ve skupinách, inscenační hry, aj.

### 1.2.2 Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v ŠVP

Chemie a fyzika jakožto přírodní obory spolu úzce souvisí, proto by se dalo očekávat, že přesahy chemie do fyziky, a naopak jsou velmi časté. Jak se k tomu jednotlivé školy staví, lze vyčíst ze zmíněných Školních vzdělávacích programů, podle kterých by měla probíhat výuka na škole.

Ve sledované škole Gymnázium, Krnov [4] je v chemii pro první až třetí ročník vymezena časová dotace 3-2-2-0 hodin týdně (podle ročníku) a ve fyzice pro první až čtvrtý ročník 2-2-3-2 hodin týdně. Žák má možnost si vybrat také povinně volitelný seminář ve třetím a čtvrtém ročníku s časovou dotací dvou hodin týdně. Vzdělávací program neuvádí žádný přesah chemie do fyziky. Je však možno najít alespoň přesah fyziky do chemie, který byl vypsán do Tab. 1.

Tabulka 1: Přesah fyziky do chemie na Gymnáziu, Krnov (podle [4]).

Učivo předmětu chemie	Ročník	Přesah do fyziky
stavba atomu (jádro, obal, orbital, kvantová čísla, pravidla o zaplňování orbitalů, přirozená a umělá radioaktivita)	CH I, F IV	Kvantová čísla, radioaktivita

Z uvedených informací je patrné, že zpracování přesahů v rámci předmětů chemie a fyziky na tomto gymnáziu je velmi chabé, kdy je zmíněn pouze jeden přesah, a to i přes to, že v jednotlivých učebních tématech předmětů lze najít další obdobná témata.

Jako další příklad můžeme zvolit Mendelovo gymnázium, Opava [3] a porovnat je s konkurenčním Slezským gymnáziem, Opava [5]. Časová dotace pro hodiny chemie na Mendelově gymnáziu je pro první až čtvrtý ročník 3-3-2-0 hodin a pro fyziku 3-2-2-2 hodin týdně. V tabulce jsou uvedeny přesahy fyziky do předmětu chemie.

Tabulka 2: Přesah fyziky do chemie na Mendelově gymnáziu, Opava (podle [3]).

Učivo předmětu chemie	Ročník	Přesah do fyziky
základní veličiny a výpočty v chemii	CH I, F I	fyzikální veličiny, jejich jednotky
atom – stavba jádra, Stavba elektronového obalu	CH I, F IV	stavba atomového jádra a obalu
radioaktivita, radioaktivní přeměny	CH I, F IV	radioaktivita
struktura prvků a sloučenin, chemická vazba	CH I, F III	elektrická vodivost, vlastnosti kovů
chemický děj a jeho zákonitosti	CH I, F I	definice, fyzikální veličiny, jednotky
prvky 7.A skupiny – halogeny	CH I, F III	elektrolýza NaCl, princip elektrolýzy roztoku a taveniny
prvky 1. a 2. skupiny – s-prvky	CH II, F III	elektrolýza
základy biochemie	CH III, F II	fyzikálně-chemické jevy v živých organismech (difúze, osmóza)

Obdobně jako v případě Gymnázia, Krnov, ani zde není zmíněn jediný přesah chemie do hodin fyziky. Ze ŠVP Slezského gymnázia, Opava [5] můžeme vyčíst, že hodinová dotace je pro chemii stanovena na 3-2,5-2,5 hodin týdně pro první až třetí ročník a ve fyzice 2,5-2,5-2,5-1 hodin pro první až čtvrtý ročník.

Tabulka 3: Přesah chemie do fyziky na Slezském gymnáziu, Opava (podle [5]).

Učivo předmětu fyzika	Ročník	Přesah do chemie
Stavba a vlastnosti látek	F II, CH I	látkové množství
atom – stavba jádra, Stavba elektronového obalu	F II	elektrolýza

V kapitole chemie, jsou přesahy uvedeny bez poznámky, o které téma se konkrétně jedná, a jsou označeny pouze značkou.

Tabulka 4: Přesah fyziky do chemie na Slezském gymnáziu, Opava (podle [5]).

Učivo předmětu chemie s přesahem do fyziky	Ročník
stavba atomu	F III, CH I
tepelné změny při chemických reakcích	F II, CH III
rychlost chemických reakcí a chemická rovnováha	CH III

Rozdíl v ŠVP těchto škol je zřejmý. Mendelovo gymnázium, Opava má vyznačeno více přesahů fyziky do chemie a každý přesah je specifikovaný. Nenalezneme zde však žádný přesah chemie do fyziky, který uvádí Slezské gymnázium, Opava. Přesahů je v ŠVP však málo a mnohdy nejsou ani konkretizované.

Jako další příklady nám poslouží ŠVP Gymnázia, Olomouc – Hejčín [6] a Slovanského gymnázia, Olomouc. Gymnázium, Olomouc – Hejčín má časovou dotaci pro chemii nastavenou na 2-3-2-0 hodin týdně a pro fyziku 3-2-3-3 hodin týdně.

Tabulka 5: Přesah chemie do fyziky na Gymnáziu, Olomouc – Hejčín (podle [6]).

Učivo předmětu fyzika	Ročník	Přesah do chemie
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, vazby
elektrický proud v kapalinách	F III, CH I	elektrolytická disociace, elektrochemický potenciál
Vlnová optika	F IV	spektrální analýza
Atomová fyzika	F IV, CH I	elektronový obal atomu, chemické vazby, periodická soustava prvků

V přehledně zpracovaném ŠVP byly přesahy zřetelně vyznačeny, spolu s konkretizací přesahu.

Tabulka 6 Přesah fyziky do chemie na Gymnáziu, Olomouc – Hejčín (podle [6]).

Učivo předmětu chemie	Ročník	Přesah do fyziky
prvky a sloučeniny	CH I, F I	molární veličiny, jednotky SI, měření hustoty, převody jednotek
chemická vazba	CH I, F III	elektrické vlastnosti, vazby
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

Z tabulek vyplývá, že Gymnázium, Olomouc – Hejčín bere mezipředmětové vztahy vážně. U obou předmětů má několik konkretizovaných přesahů. Oproti tomu je zde málo přehledný ŠVP Slovanského gymnázia, Olomouc [2], který obsahuje pouze jeden přesah chemie ve fyzice.

Tabulka 7: Přesah fyziky do chemie na Slovanském gymnáziu, Olomouc (podle [2]).

Učivo předmětu fyziky	Ročník	Přesah do chemie
atomová fyzika	F IV	spektrální analýza

ŠVP Gymnázia, Ostrava – Hrabůvka [7] má nedostatek již na začátku dokumentu, jehož obsah je pouze hrubě rozdělen a není tak snadné najít jednotlivé předměty. Učební plán fyziky má dvě varianty, které se však liší pouze tím, že při výuce se jedna skupina věnuje náročnějším příkladům a situacím. Obsahově jsou výuková témata stejná. Časová dotace fyziky je 2-3-3-2 hodin týdně. Pro chemii jsou vyhrazeny 2-4-3-2 hodiny týdně.

Tabulka 8: Přesah chemie do fyziky na Gymnáziu, Ostrava – Hrabůvka (podle [7]).

Učivo předmětu fyzika	Ročník	Přesah do chemie
fyzikální veličiny a jednotky	F I, CH I	obecná chemie
základní poznatky molekulové fyziky a termodynamiky	F II, CH I	obecná chemie
struktura a vlastnosti látek různých skupenství	F II, CH I	Anorganická chemie, geologie (Chemie)
změny skupenství	F II, CH I	obecná chemie
elektrický náboj a elektrické pole	F II, CH I	obecná chemie
elektrický proud v látkách	F II, CH I	obecná chemie
fyzika mikrosvětla	F IV, CH I	obecná chemie

V dokumentu měly přesahy svůj sloupeček v tabulce, ve kterém byly přehledně zaneseny a doplněny o ročník studia. Přesahy fyziky do chemie jsou uvedeny analogicky.

Pro větší diverzifikaci jsme vybrali Gymnázium Jana Keplera, Praha 6 [8]. Učební plán uvádí časovou dotaci pro chemii a fyziku 2-2-2-0 hodin týdně.

Tabulka 9: Přesah fyziky do chemie na Gymnáziu Jana Keplera, Praha 6 (podle [8]).

Učivo předmětu chemie s přesahem do fyziky
stavba atomu, radioaktivita, kvantová čísla, orbitaly
stavba molekul, vznik a typ chemických vazeb, chemický děj, chemické reakce

Témata jsou poměrně obecná. Tabulka má sice sloupeček „Souvislosti“, kde je vždy napsán daný předmět, ale bez specifikace.

Tabulka 10: Přesah fyziky do chemie na Gymnáziu Jana Keplera, Praha 6 (podle [8]).

Učivo předmětu fyzika	Ročník	Přesah do chemie
elektrický náboj, elektrostatická síla	F II	chemie
Coulombův zákon, proton, neutron, elektron	F II, CH I	složení atomu
kovalentní, iontová, kovová vazba	F II, CH I	chemické vazby
Avogadrova konstanta	F II, CH I	molární hmotnost
změna skupenství, skupenské teplo	F II	chemie
solární konstanta	F III	chemie

Celý vzdělávací program je umístěn na internetu ve formě webových stránek. Osnovy pro jednotlivé předměty se výrazně liší. Výuka některých předmětů je popsána do detailů, uvádí souvislosti s jinými předměty a je přehledně zpracovaná. U řady předmětů jsou však osnovy nepřehledné, popsané pouze bodově a u některých předmětů dokonce chybí sloupec „Souvislosti“. U chemie byly v souvislostech napsány pouze konkrétní předměty, oproti tomu ve fyzice byla občas uvedena konkrétní témata. Osnovy spolu s ŠVP však působí chaoticky.

Do srovnání jsme zahrnuli také brněnskou soukromou školu Gymnázium Globe, s.r.o. [13]. Hodinová dotace je pro oba předměty 2-2-0-0 hodin týdně. Ve 3. a 4. ročníku je možnost pokračovat ve studiu fyziky v rámci předmětu „Blok přírodovědných předmětů – fyzika“. Chemie je ve třetím ročníku integrována v předmětu „Biologie a biochemie“ a ve volitelném předmětu pod názvem „Blok přírodovědných předmětů – biologie a chemie“. ŠVP u předmětu chemie obsahuje pouze poznámku o tom, že dané téma souvisí s fyzikou, není však rozvedeno,

s jakým tématem ani jak. V osnovách u předmětu fyzika nejsou uvedeny žádné poznámky, které by odkazovaly na související předmět.

Tabulka 11: Přesah fyziky do chemie na Gymnáziu Globe, s.r.o. (podle [13]).

Učivo předmětu chemie s přesahem do fyziky	Ročník
stavba atomu	CH I, F I a II
d- a f-prvky a jejich sloučeniny	CH I, F I a II

Z porovnání těchto ŠVP vychází nejlépe Gymnázium, Olomouc – Hejčín. Školní vzdělávací program je napsán přehledně a zjevně klade velký důraz na mezipředmětové vztahy, jež pro lepší pochopení ve sloupci „Poznámky“ konkretizuje. Obdobně si vede také Mendelovo gymnázium, Opava. Obecně se dá říct, že by se školy měly více soustředit na své školní vzdělávací programy, protože mnoho škol má své ŠVP nepřehledné. Co se týče mezipředmětových souvislostí, většinou působí nedotaženě a u některých škol chybí úplně. Často u souvislostí nejsou vypsaná konkrétní témata, ale pouze předmět.

### 1.2.3 Synchronizace výuky podle analyzovaných ŠVP

Školní vzdělávací programy jednotlivých škol mají několik společných znaků, co se týče výuky jednotlivých témat v hodinách fyziky a chemie. Nejčastěji se ŠVP shodují v souvislosti chemické stavby atomu (jádra) s radioaktivitou vyučovanou ve fyzice. Stavba atomu je však v chemii probírána již v prvním ročníku, zatímco radioaktivita, případně atomová fyzika, se ve fyzice probírá až ve čtvrtém. Obdobně bývá často uvedena souvislost mezi elektrickým proudem ve fyzice a chemickou vazbou v chemii. V chemii se chemická vazba probírá opět již v prvním ročníku, zatímco elektrický proud se ve fyzice probírá až ve třetím ročníku.

Shodu můžeme najít u fyzikálních veličin a jednotek (fyzika) v souvislosti s chemickými výpočty (chemie). Obě témata jsou probírána už v prvním ročníku. Výukou podle ročníků jsou si blízko kovy (chemie) a elektrolýza a elektrolytické děje (fyzika). Výuka neprobíhá ve stejném ročníku, ale liší se pouze o jeden rok a témata tak mají k sobě blízko. Dalším společným tématem jsou jednotlivé prvky periodické soustavy prvků a jejich vlastností, které jsou příčinou několika fyzikálních jevů, jako je přenos elektrického proudu, magnetismus, vodivost apod. Plné pochopení toho, proč jsou některé prvky schopny těchto jevů a jiné ne, závisí právě na znalostech této problematiky z hodin chemie. Z vlastních zkušeností si však myslím, že v hodinách chemie se na tyto souvislosti příliš nepoukazuje.



#### **1.2.4 Důvody pro mezipředmětové vztahy ve výuce**

Integrace mezipředmětových vztahů do výuky probíhá z několika důvodů. Hlavním důvodem je snaha o lehčí a srozumitelnější předávání informací žákovi. Vhodně zvolený postup výkladu může žákovi umožnit nahlížet na danou problematiku jako na jeden celek, nikoliv jako na dvě různé kapitoly, které spolu nesouvisí. Sloučení obou pohledů má za následek komplexnější pochopení učiva a propojení souvislostí z obou předmětů. Narůstá tak úroveň pedagogické práce a efektivita učení.

Při vhodné spolupráci učitelů integrace mezipředmětových vztahů může ušetřit také čas, který by byl jinak použit na vysvětlení již probíraného učiva v jiném předmětu. Uspořený čas by pak mohl být využit k opakování a procvičování učiva, což opět vede ke komplexnějšímu pochopení a ucelení znalostí.

### **1.3 Integrovaná výuka přírodovědných předmětů v zahraničí**

Podání integrované výuky se v různých zemích světa značně liší. Zatímco se někde na přírodu nahlíží jako na jednotný celek, jinde se výuka integruje převážně z ekonomických důvodů, a tedy snížení počtu hodin. Další možností je také separace jednotlivých předmětů a jejich následné propojení přes stejná témata probíraná v těchto jednotlivých předmětech. Tento postup je typický např. pro naši zemi, v anglosaských zemích se upřednostňuje výuka všech dílčích poznatků v rámci jednoho předmětu „Science“. [26]

#### **1.3.1 Předmět Science (USA)**

Jak bylo zmíněno výše, v anglosaských zemích se upřednostňuje integrovaná výuka přírodních věd před vyučováním jednotlivých předmětů samostatně. V rámci jednoho předmětu se naráz vyučují všechny přírodovědné předměty, tedy chemie, biologie, geologie, fyzika a ekologie. Podle Harlen 2015 [28] by měl předmět Science rozvíjet u studentů zvědavost, zájem, schopnost pokládat otázky a pracovat na jejich přirozené náklonnosti k poznání okolního světa. Autorka v tomto díle navazuje na svoji předchozí knihu, ve které s pomocí skupiny expertů na výuku Science mimo jiné formulovala a definovala několik principů, ke kterým by výuka Science měla směřovat. Tyto principy jsou v knize z roku 2015 [28] znovu zavedeny a přizpůsobeny aktuální situaci ve vzdělávání.

1) Během povinné školní docházky by se školy měly pomocí svých vzdělávacích programů v oblasti vědy zaměřit na systematické rozvíjení a udržení zájmu žáků ohledně světa, jejich prožitku z vědecké činnosti a pochopení toho, jak mohou být vysvětleny přírodní fenomény.

- 2) Přírodovědné vzdělávání by mělo poskytnout každému studentovi stejné příležitosti, umožnit jim informovaně se podílet na rozhodnutích a dělat vhodná rozhodnutí, která ovlivňují jejich vlastní dobro, dobro ostatních a prostředí.
- 3) Mělo by se rozvíjet porozumění souboru velkých myšlenek ve vědě, které zahrnují hlavní vědní myšlenky a představy o vědě a její aplikace, dále vědecké schopnosti zabývající se shromažďováním a používáním důkazů a v neposlední řadě vědecké postoje a dispozice.
- 4) Vzdělávací programy by měly vykazovat jasný postup k vytyčeným cílům vzdělávání, založeném na aktuálním výzkumu. Pokrok by měl vyplývat ze studia zajímavých témat, které mají význam pro životy všech studentů. Různorodost mezi studenty by se měla využít ke zlepšení učení všech.
- 5) Vzdělávací aktivity by měly umožnit studentům zažít vědu a vědecké bádání v souladu s aktuálním vědeckým a pedagogickým myšlením.
- 6) Klíčovou roli hraje hodnocení a ve všech případech by mělo vést ke zlepšení učení.
- 7) Formativní hodnocení učení studentů a ohodnocení jejich pokroků se musí vztahovat na všechny cíle.
- 8) Vzdělávací program pro žáky a školení a profesionální rozvoj učitelů by měl být konzistentní s metodami výuky a učení.
- 9) Při práci na těchto cílech by školní vědecké programy měly podporovat spolupráci mezi učiteli a zapojení vědců.

(Převzato a upraveno z Harlen [28])

Jako konkrétní příklad bychom mohli uvést obsah 6. ročníku z pětiletého výukového systému pro žáky pátých až devátých tříd aplikovaný ve všeobecně vzdělávacích školách v USA [26]. V rámci tohoto ročníku se žáci věnují detailům předmětů, rostlinám, poznávají nesprávnosti a nepřesnosti v předložených obrazech, na základě měření a pozorování studují růst rostlin (např. jaký je rozdíl mezi rostlinou na slunečním světle a ve stínu), zjišťují, jak zvířata pečují o svá mláďata a shání potravu, získávají základní znalosti z botaniky a zoologie. Dále se věnují síle, součástí čehož jsou různé pokusy, např. přetahování a používání siloměrů (základní fyzikální měření je probíráno již v pátém ročníku). Zavádí se pojem vektor a váha (od principu k jevu), během čehož se žáci učí vážit. Nově se objevuje také pojem látka, skupenství, koule, molekula, hmotnost a vytváří se částicové modely představ.

Systém je koncipován tak, že výuka začíná triviálními věcmi, na které se postupně nabalují nové poznatky. Protože tento systém zároveň šetří čas, vzniká dostatek prostoru pro žáky motivovat vypravováním nebo pouštěním filmů z denního života a je také více příležitostí pro řízené nebo spontánní diskuse. Zároveň se klade velký důraz na činnost žáka. Z pohledu fyziky

se v systému objevuje velký okruh důležitých témat. Pokud se však podíváme na chemická témata, nalezneme jich v plánu výrazně méně a např. klasická organická chemie, která se u nás probírá v 9. ročníku [27], v systému zcela chybí. Výhodou tohoto systému je, že učivo není diferencované, kapitoly tak nejsou probírány samostatně. Žáci je pak nevnímají jako několik odlišných věcí, které spolu nesouvisejí. Příkladem může být chemická vazba, která se u nás probírá v chemii a fyzice odděleně s časovým rozestupem. Žáci si tak poměrně často tyto témata nespojí, zde se však učivo probírá jako jedna souvislá kapitola. Také se téměř nemůže stát, že žáci v průběhu předmětu narazí na učivo, k němuž potřebují základy z jiného předmětu, které však ještě nebyly probírány. Z mého pohledu však tento systém prohlubuje nerozhodnost žáků při vybírání svého budoucího zaměření, protože žáci mohou být zmateni z toho, co patří do jednotlivých oblastí. Nevýhodou je také fakt, že učitel musí mít znalosti ve všech oborech, což je jeden z důvodů, proč v našich aktuálních podmínkách taková výuka není možná, protože standardně jsou učitelé vzdělávání pouze ve dvou oborech.

U nás se s předmětem Science můžeme od akademického roku 2023/2024 nově setkat na Karlově univerzitě. Bakalářský program je vyučován v angličtině ve formátu 2+1 rok, kdy během prvních dvou let mají studenti všechny předměty společné a v posledním třetím ročníku se budou věnovat jedné ze tří specializací (biologie, fyzika, chemie) [30].

### 1.3.2 Kanadské kurikulum

Za zmínku stojí také část kanadského kurikula Science and technology pro 1.-8. ročník základní školy [29] Kurikulum je rozděleno do pěti základních linií, kterými jsou *Životní systémy*, *Hmota a energie*, *Struktura a mechanismy*, *Země a vesmírné systémy* a pak linie, která je společná pro všechny *Dovednosti a spojitosti STEM* (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Z pohledu propojení chemie a fyziky jsou pro nás zajímavé linie *Hmota a energie* a *Struktura a mechanismy*, ve kterých se oba předměty prolínají nejvíce. Příkladem mohou být kapitoly *Elektřina, energie a zařízení*, *Kapaliny*, *Každodenní materiály*, *předměty a struktury* a *Vlastnosti kapalin a pevných látek*. Fyzikální vlastnosti látek tak mohou být vysvětleny s konkrétní návazností na chemický pohled struktury látek a nespolehá se na to, že si žáci vybaví dané učivo z hodin chemie. Příkladem může být právě kapitola *Složení kapalin a pevných látek*, kdy si na základní škole fyzika často vystačí s tím, že se obě látky skládají z atomů spojených nějakou vazbou. V chemii se pak žáci (opět s časovým rozdílem až dvou let) učí o konkrétních chemických vazbách, často však velmi izolovaně od veškerých souvislostí se strukturou látek.

### 1.3.3 Německo

Další koncept propojení předmětů fyzika/chemie vznikl v 70. letech v Dolním Sasku. Pro výuku tohoto předmětu v roce 1974 autoři H. Selchow a R. Wrobel vytvořili učebnici pro 5. a 6. ročník, spojující oba předměty dohromady [26].

Učebnice je členěná do sedmi základních kapitol, které jsou rozděleny do podkapitol. Náročnější podkapitoly, které slouží pouze jako rozšiřující učivo, jsou označeny. Důležitá jména a termíny jsou zvýrazněny a nalezneme zde také dostatek pokusů. V sedmi základních kapitolách se žáci dozvídají informace o teple, zvuku, světle, magnetismu, elektrickém proudu, tělesech a silách, a nakonec o látkách a látkových přeměnách [33]. Na učebnici je kritizován především fakt, že je napsána převážně z fyzikálního pohledu, čemuž napovídají i samotné názvy kapitol. Chemie je více zavedena až v poslední kapitole, která je navíc málo strukturovaná [26].

Autoři Bílek, Rychtera, Slabý [26] také uvádí, že pro lepší koordinaci učiva přírodovědných předmětů se v 90. letech rozšířila aprobace učitelů na tři až čtyři předměty, čímž se potvrdilo, že integrovaná výuka musí začít reformou přípravy učitelů.

## 1.4 Analýza učebnic chemie a fyziky

Další kapitolu věnujeme analýze třídílné sérii učebnic Chemie pro gymnázia (ChG) [14-16] od autorů A. Mareček a J. Honza. Z fyziky byla vybrána sedmidílná sada učebnic Fyzika pro gymnázia (FG) [17-24]. Tato analýza již byla provedena v bakalářské práci Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia od autorky Aleny Drábkové [25]. V této kapitole tedy shrneme již provedenou analýzu, doplněnou o vlastní poznatky, na kterou v praktické části navážeme analýzou novodobých učebnic.

V analýze jsou uvedeny společné kapitoly pro oba předměty a jsou zde také rozebrány podobnosti a rozdíly v definicích integrujících pojmů a témat.

### 1.4.1 Veličiny a jednotky

Jednu z prvních kapitol učebnice kompletu Fyzika pro gymnázia [17] tvoří Fyzikální veličiny a jejich jednotky. Hned na začátku prvního ročníku žáci poznávají, že jednotlivé fyzikální stavy mají přiřazeny svou fyzikální veličinu a také příslušnou měřicí jednotku. V následující kapitole je uvedena Mezinárodní soustava jednotek SI a učebnice definuje

základní, odvozené a vedlejší jednotky. Uvádí se zde také způsob a postup měření některých veličin, přístroje k vlastnímu měření a jejich princip.

V učebnicích chemie obdobnou kapitolu nenajdeme, protože se předpokládá, že má žák vědomosti z předmětu fyzika. V učebnicích se tak bez bližšího vysvětlení používají veškeré běžné fyzikální veličiny a převody mezi nimi.

**Veličiny popisující hmotnost atomů a molekul** – atomovou relativní hmotnost  $A_r$  a molekulovou hmotnost  $M_r$  najdeme v učebnicích pro oba předměty. V učebnicích jsou definovány jako poměr skutečné hmotnosti atomu nebo molekuly k atomové hmotnostní konstantě  $m_u$ . Další zavedenou veličinou v obou učebnicích je střední relativní atomová hmotnost, kdy je vysvětleno, že se jedná o tabelovanou hodnotu a vysvětluje se její souvislost s prvky s více izotopy. Lze tedy říct, že obsahově je koordinace učiva v učebnicích fyziky a chemie velmi dobrá. Časová koordinace se však liší. V učebnicích chemie se s veličinami popisující hmotnost atomů a molekul setkáme hned v úvodu první učebnice. Ve fyzice se s podobnou kapitolou setkáme až v závěru druhého dílu. Tato časová nesrovnalost je však lehce pochopitelná, protože tato kapitola je jedním z hlavních pilířů učiva chemie a musí být probrána co nejdříve. Oproti tomu ve fyzice se s těmito veličinami setkáváme mnohem méně a studenti při probírání učiva mají v tomto ohledu již silný základ právě z chemie.

**Látkové množství a molární veličiny** – v učebnicích pro oba předměty je látkové množství a jednotka *mol* velmi podobná, ale v obou případech se liší od skutečnosti, protože úprava z roku 2019 zavedla novou definici, fixovanou na Avogadrovu konstantu: „Mol je jednotka látkového množství v SI. Je definována fixací číselné hodnoty Avogadrovy konstanty, aby byla rovna  $6,022\ 140\ 76 \cdot 10^{23}$ , je-li vyjádřena jednotkou  $\text{mol}^{-1}$ “ [31]. V učebnici chemie [14] se uvádí: „1 mol je množina, která má stejný počet prvků, jako je atomů ve 12 g nuklidu uhlíku  $^{12}\text{C}$ .“ Obdobně v učebnici fyziky [18]: „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“. Nejen že se obě definice liší, ale také jsou dnes už silně odkloněny od aktuální definice molu.

Oba předměty v návaznosti zavádí Avogadrovu konstantu  $N_A$  a molární hmotnost, jež je učebnicí ChG označena jako  $M$ , ale v FG jako  $M_m$ . Z různého označení stejné veličiny (což se v rámci fyziky děje často) mohou být žáci zmatení a vnímat je jako dvě separátní věci. Fyzikální učebnice také zavádí fyzikální veličinu molární objem  $V_m$ , která v ChG nedefinována

není. Je zde pouze uvedeno, že „za normálních podmínek zaujímá 1 mol kteréhokoliv plynu objem 22,4 dm<sup>3</sup>“ [14].

Časová koordinace učiva je nesourodá. Chemické učebnice dále zavádějí veličinu molární koncentrace  $c_A$  a její jednotku mol·l<sup>-1</sup>, která se však v učebnicích fyziky nezmiňuje, protože pro učivo fyziky není podstatná. [25]

#### 1.4.2 Zákony zachování

Zákony zachování (např. energie, hybnosti, momentu hybnosti, elektrického náboje) označují tvrzení, že se s vývojem systému, obsahující danou měřitelnou veličinu, tato veličina nemění. Tyto zákony jsou obecně platné ve všech přírodních vědách, nejčastěji se s nimi však setkáváme ve fyzice, kde slouží k tvorbě fyzikálních teorií a řešení fyzikálních rovnic.

Nejprve tedy rozebereme učebnice fyziky. První zákon, se kterým se zde můžeme setkat, je zákon zachování hybnosti: „Celková hybnost izolované soustavy těles se vzájemným silovým působením těles nemění“ [17], dále hned se zákonem zachování hmotnosti: „Celková hmotnost izolované soustavy těles je konstantní“ [17] a také 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“ [17]. Hned v další kapitole se pak setkáváme s obecnou formulací zákona zachování energie: „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“ [17]. Všechny tyto zákony nám jsou představeny hned v prvním díle učebnice fyziky (mechanika) a to v relativně krátké návaznosti na sebe. Zákon zachování energie je v upravené formě zmíněn také v druhém dílu učebnice (molekulová termika) [18]. Navazuje na zavedení pojmu vnitřní energie tělesa a zní takto: „Při dějích probíhajících v izolované soustavě zůstává součet kinetické, potenciální a vnitřní energie těles konstantní“ [18]. Čtvrtý díl učebnice se věnuje elektřině a setkáváme se tak se zákonem zachování elektrického náboje: „Celkový elektrický náboj se vzájemným zelektrováním v izolované soustavě těles nemění“ [20]. V šestém díle učebnice se znovu setkáváme s již zmíněnými zákony zachování z prvního, druhého i třetího dílu, které jsou důležité pro pochopení jaderných reakcí. V sedmém díle zabývajícím se teorií relativity je také vysvětleno, že některé zákony platí pouze za určitých podmínek a jen v některých soustavách (např. zákon zachování hmotnosti platí pouze při nízkých rychlostech, při kterých se neprojeví relativistické vlivy) [23].

V průběhu chemických učebnic se setkáváme s důsledky a aplikacemi těchto zákonů v několika kapitolách. V kapitole Chemické rovnice je uvedeno že „chemické rovnice

vycházejí ze zákona zachování hmotnosti – to znamená, že součet hmotností reaktantů se rovná součtu hmotností produktů“ [14]. Další adaptaci zákona zachování energie můžeme nalézt ve třetím dílu učebnice v kapitole Energetický metabolismus, kde je uveden následovně: „energie nemůže být v průběhu metabolických dějů ztracena nebo zničena, může být pouze přeměněna z jedné formy na formu jinou“ [16]. Není zde však konkretizováno, že takový zákon zachování existuje a pokud to žákům nepřipomene učitel, musejí sami dojít k závěru, že se jedná o stejný zákon jako ve fyzice. [25]

### 1.4.3 Částicová stavba látky

Co se týče částicové stavby látek, chemie i fyzika na učivo nahlíží velmi podobně. Obě řady učebnic uvádějí, že látky se skládají z částic, tedy z atomů, molekul nebo iontů. V učebnicích chemie i fyziky jsou rozebrány atomové teorie, přehledy historických teorií struktury látek, charakteristiky elementárních částic, kationtů a aniontů. Obě učebnice zavádějí pojmy prvek, nuklid, protonové číslo, neutronové číslo a nukleonové číslo. Časově jsou však tato témata od sebe velmi vzdálená. Zatímco v chemii je atom úplně první kapitolou [14], ve fyzice se s ním setkáváme až v druhém dílu a podrobněji až v šestém dílu fyzikální učebnice.

Učebnice fyziky se problematice atomu věnují podrobněji. V druhém díle molekulová fyzika a termika [18] se s atomem setkáváme v souvislosti s kinetickou teorií látek, vzájemném silovém působení mezi částicemi a tepelném pohybu částic. Zavedení těchto teorií hned na začátku je důležité, protože celá učebnice se věnuje vlastnostem látek, které se odvíjí právě od elementární struktury. Šestý díl [23] se atomu věnuje ještě podrobněji. Jsou zde uvedeny pokusy, které vedly k objevení jádra atomu (Rutherfordův pokus), objevení elektronu (J. J. Thomsonem), objevení neutronu (J. Chadwick) nebo třeba Millikanův pokus, pomocí něhož byla určena hodnota náboje a hmotnost elektronu. Zachází se také do hlubší struktury částic. Jsou zde popsány principy fungování některých z přístrojů, pomocí kterých můžeme zkoumat mikrosvět (např. hmotnostní spektrometr, elektronový mikroskop aj.) a v návaznosti na to jsou definovány pojmy jako lepton, hadron, fermion, boson, kvark, pion, aj. S těmito pojmy se v učebnicích chemie až na jednu výjimku nesetkáme. Na začátku první učebnice [14] se v kapitole Radioaktivita setkáváme s pozitronem, jehož charakteristika zde není uvedena. Pro navazující učivo sice není nutná, ale bylo by vhodné ji uvést, alespoň samotným učitelem, protože se jedná o nové znalosti a žáci by si tak například mohli plést pozitron s protonem.

## **Atomové jádro a radioaktivita**

Tématikou se zabývá především šestý díl učebnice FG [23], ve kterém jsou žáci seznámeni s atomovým jádrem, jadernými silami a s modely jádra. Učebnice se věnuje také radioaktivitě, tedy jadernému záření, nuklidům a hlavním přeměnovým řadám. V podkapitole Radioaktivita [23] je nadefinován poločas přeměny  $T$ , spolu s přeměnovou konstantou  $\lambda$  a aktivitou zářiče  $A$ . Učebnice se dále věnuje fyzikálnímu pohledu na radioaktivitu a spolu s obrázky a schémata jaderné elektrárny se věnuje také štěpným reakcím (řízeným i neřízeným), radioaktivnímu odpadu a využití radionuklidů (např. stanovení stáří organismu pomocí uhlíkové metody nebo použití v medicíně).

Chemické učebnice atomovému jádru věnují méně pozornosti. Většina informací je uvedena již v prvním díle učebnice [14], kde se stručně rozebírá radioaktivita, jaderné záření a druhy radioaktivních rozpadů. Část kapitoly je obdobně jako v učebnicích FG věnována radiouhlíkové metodě k určování stáří náletů. Spolu s tím, je zde zaveden pojem poločas rozpadu  $\tau_{1/2}$ , která má sice stejnou definici jako má v učebnicích fyziky poločas přeměny  $T$ , liší se ale názvem i značkou, což opět může vést ke zmatení žáků. Nešťastná je také časová koordinace učiva, protože v chemii se dané učivo bere téměř na začátku výuky, zatímco ve fyzice téměř na konci.

## **Atomový obal**

Toto téma je pro učivo chemie mnohem zajímavější než jádro atomu, a proto se mu také učebnice výjimečně věnuje více než v učebnicích fyziky. V chemii se tímto tématem zabývá opět již první díl učebnice, kde je definován orbital: „Orbital je definován jako část prostoru v okolí jádra atomu, ve kterém se elektron vyskytuje s 95% pravděpodobností“ [14], který je v šestém dílu fyzikální učebnice uveden podobně: „Místa nejpravděpodobnějšího výskytu elektronů se znázorňují geometrickým útvarům, který označujeme jako atomový orbital“ [23]. Dále se v učebnicích chemie setkáváme s popisem tvarů a prostorové orientace orbitalů a shodně s fyzikou se zavádí kvantová čísla. V chemii je učivo doplněno o znázornění elektronové konfigurace (včetně zkrácené) a zaplnění atomového obalu elektrony. Poukazuje také na souvislosti mezi elektronovým obalem a umístěním prvku v periodické soustavě prvků. Uvádí že: „Vlastnosti prvků se periodicky mění v závislosti na vzrůstajícím protonovém čísle“ [14]. Probrána je také samotná periodická soustava prvků (tedy rozdělení na skupiny a periody) a vlastnosti prvků podle umístění, zavádí se pojem valenční elektron. Šestý díl učebnic FG [23] stručně shrnuje uvedené učivo, problémem zůstává časová koordinace učiva, se kterou však



v chemii nelze hýbat, protože znalosti atomu jsou základním pilířem pro další studium chemie [25].

#### 1.4.4 Skupenství látek a skupenské přeměny

Co se týče analyzovaných učebnic chemie, téměř u každého prvku a sloučenin se uvádí, v jakém skupenském stavu se vyskytují, často se dozvídáme také teplotu tání a varu. Podrobnější přechod látky mezi jednotlivým skupenstvím zde však chybí. Pouze v prvním dílu [14] nalezneme rozdělení látek na pevné, kapalné a plynné.

Ve fyzice se jednotlivým skupenstvím věnuje téměř celý druhý díl učebnice FG [18]. Stejně jako v chemii se zde setkáme s rozdělením látek do třech základních skupin a následně jsou jednotlivé skupiny podrobněji probrány. U pevných látek se tak žáci dozvědí, jaké existují modely struktury látek a základní vlastnosti plynoucí z jejich struktury, rozdíly mezi krystalickou a amorfni látkou a také teplotní roztažnost těles. Kapitola o kapalinách rozebírá povrchové napětí, kapilární jevy, objemovou roztažnost a změny hustoty v závislosti na teple a také anomálii vody, jejíž vysvětlení v učebnici chemie není. U plyných látek je nadefinován ideální plyn a stavová rovnice, na kterou navazují izoprocesy plynu.

Navazující kapitolou v učebnicích FG [18] jsou Změny skupenství látek, která v řadě chemických učebnic opět není, přestože se chemie uvedené téma zásadně týká. Žáci si tak v chemii musí vybavit učivo ze základní školy, aby dokázali porozumět některým jevům a procesům (např. destilace). Ve fyzice je naopak vysvětleno vše poměrně podrobně. Setkáváme se tak se skupenským teplem, měrným skupenským teplem a krystalizací. Dozvídáme se o závislosti teploty tání a varu na tlaku a složení látek (vliv koncentrace), o změnách objemu a hustoty v závislosti na teplotě a v neposlední řadě také o kritickém bodu, fázovém diagramu a trojném bodu vody [18].

V učebnicích chemie se sice setkáváme s tématy, které se změnou skupenství přímo souvisí, vysvětleny zde však nejsou. Příklady můžeme nalézt hned v první učebnici [14], kde se u některých plynů píše, že je jejich výroba možná frakční destilací vzduchu nebo že existují látky s charakteristickým zápachem. Vysvětlení obou jevů, však nalezneme pouze v druhé učebnici fyziky [18]. Je zřejmé, že přestože integrující prvky v tomto tématu nalezneme, nejsou vždy vhodně reprodukovány a žáci se ve výuce chemie musí často spoléhat na své dřívější znalosti z hodin fyziky. [25]

### 1.4.5 Elektrický proud v kapalinách a elektrolýza

Elektrickému proudu v kapalinách se věnuje čtvrtý díl ze sady fyzikálních učebnic [20]. Jako první je definován pojem elektrolyt: „Roztoky kyselin, zásad a solí, popř. jejich taveniny, které vedou elektrický proud, se nazývají elektrolyty“ [20], dále následují pojmy jako anoda, katoda a setkáváme se zde i s elektrolýzou. Ta je rozebrána na příkladu elektrolýzy vodného síranu měďnatého. Dále jsou zavedeny Faradayovy zákony pro kvantitativní popis dějů a využití galvanického pokovování v elektrometalurgii (např. výroba hliníku pomocí elektrolýzy taveniny oxidu hlinitého). Poslední kapitola je zaměřena na voltampérovou charakteristiku vodiče a galvanickému článku. Pro příklad praktického využití učiva jsou zde uvedeny suchý článek, alkalický článek a akumulátor.

Elektrolýze a elektrochemii se patřičně věnují i středoškolské učebnice chemie. V prvním díle je elektrolýza uvedena pouze jako příklad přípravy některých látek (příprava alkalických kovů elektrolýzou taveniny solí) [14], v druhém díle je elektrolýze věnována celá kapitola. Zavádí se elektrická dvojvrstva a následně poločlánek a článek: „Soustava vzniklá ponořením kovu do roztoku vlastní soli se nazývá poločlánek. Vodivým propojením dvou poločlánků vzniká článek“ [15]. Jako představitel tohoto uskupení je uveden Daniellův článek. Zavádí se zde pojem elektrolýza „souhrn dějů spojených s průchodem stejnosměrného elektrického proudu roztoky a taveninami elektrolytů“ [15], anoda a katoda: „anoda je elektroda, na které probíhá oxidace, zatímco na katodě se uskutečňuje redukce“ [15], které jsou definovány stejně jako v učebnici fyziky [20]. Učebnice také podrobně rozebírá chemické procesy v galvanických člancích a akumulátorech. Oproti učebnicím fyziky se zde setkáváme se standardními redoxními potenciály, Beketovou řadou kovů a oxidačně redukčními reakcemi.

Kapitola má z hlediska chemického i fyzikálního spoustu společných prvků a také časová koordinace učiva je v obou předmětech podobná a umožňuje tak simultánní výuku [25].

### 1.4.6 Energie a teplo

Téma energie se prolíná napříč všemi přírodními vědami a můžeme se s ní tak setkat jak ve fyzice, tak v chemii. Ve středoškolských učebnicích se žáci seznamují s různými druhy energie a se vzájemnými přeměnami. Nejprve se s energií setkáme v prvním dílu učebnic ChG, kde je definována energie chemické vazby a disociační energie, spolu s její jednotkou kJ/mol. Učebnice ji definuje následovně: „Energie chemické vazby je energie, která se uvolní při vzniku dané vazby“ [14]. Pomocí vazebné energie jsou pak vysvětleny některé chemické trendy (např. stabilita uhlovodíkových řetězců). První díl uvádí ještě aktivační energii: „minimální energie, kterou musí mít částice, aby srážka mezi nimi byla účinná“ [14]. V druhém díle učebnice [15]

je pak vysvětlen rozdíl energií mezi jednoduchou, dvojnou a trojnou vazbou, později se učebnice věnuje také jaderné energii. Třetí díl učebnic ChG [16] věnuje kapitole energetickému metabolismu a z chemického hlediska popisuje přeměny energie v buňce a zavádí pojem makroergické sloučeniny a rozebírá některé metabolické děje.

Zvláštním odvětvím je termodynamika, která se věnuje studiu fyzikálních a chemických dějů, spojených s energetickými změnami [14]. Setkáváme se s ní již v prvním dílu středoškolských učebnic chemie. Nejprve se zavádí pojmy nutné k pochopení učiva, například soustava a stavové veličiny. Dále se termochemie zabývá entalpií, reakčním teplem a standardním slučovací a spalným teplem. Na konci kapitoly je vysvětlen také I. a II. termochemický zákon.

Fyzikální učebnice pro gymnázia se o energii poprvé zmiňuje v kapitole *Mechanická energie*, která začíná přibližně ve třetině první učebnice [17]. Zavádí se kinetická energie  $E_k$  a potenciální energie  $E_p$  spolu s jednotkou joule (J). V druhém dílu [18] jsou kapitoly věnované energii ideálního plynu, střední kinetické energii a potenciální energii částic a vnitřní energii. Zaveden je také pojem vazebná energie, která má však odlišnou definici než v učebnicích chemie: „Vazebná energie je rovna práci, kterou by bylo třeba vykonat působením vnějších sil, aby došlo k rozrušení vazby mezi částicemi“ [18]. Čtvrtý díl zavádí pojmy 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“ [20]. Tento pojem se v učebnicích chemie vůbec nevyskytuje. V šestém díle [22] se objevují pojmy *energie reakce* a *disociační energie*, které však nejsou specifikovány. Reakce jsou rozdělené na exoenergetické a endoenergetické [22]. V učebnicích chemie se místo toho používají pojmy *exotermní* a *endotermní* reakce [14]. Možná by bylo vhodné uvádět pouze jeden typ názvů, aby nedocházelo k nežádoucímu matení. V kapitole *Jaderná fyzika* se zavádí pojem vazebná energie, která je zde uvedena jako míra stability nuklidů a pojem aktivační energie. Sedmý díl učebnic FG se zmiňuje také o klidové a relativistické energii a ukazuje vztah mezi energií a hmotností částice.

Termochemii se věnuje převážně druhý díl [18] z kompletu fyzikálních učebnic. První zmíněnou veličinou je teplo  $Q$  spolu s jednotkou joule (J) [18]. Novým pojmem je také tepelná výměna. K objasnění změny vnitřní energie soustavy  $\Delta U$  je využito prvního termodynamického zákona. Uvedeny jsou také zbývající dva termodynamické zákony, přenos tepla a kalorimetrická rovnice.

Lze vidět, že přestože je téma oběma předmětům velmi blízké, pojetí učiva se navzájem v obou učebnicových kompletech liší. Výjimkou jsou pojmy vazebná energie, reakční energie, jaderná energie. Fyzika se pak dalším druhům energie věnuje více dopodrobna. [25]

#### **1.4.7 Chemická vazba a chemické reakce**

Tento tematický celek, zabývající se vznikem a zánikem vazeb mezi atomy, je jednoznačně mnohem důležitější pro chemii než pro fyziku. Přesto se však s touto problematikou setkáváme i během hodin fyziky. Poprvé se s vazbou setkáme již v prvním díle učebnic ChG, při zavedení pojmu molekula, jako „částice chemických látek složená ze dvou nebo více atomů vzájemně vázaných chemickou vazbou“ [14]. Podkapitoly pak podrobně rozebírají vznik jednotlivých typů vazeb a slabých vazebných interakcí a rozdíly mezi nimi. Vše je uvedeno na konkrétních příkladech, v některých případech doplněno také o názorné obrázky. Pochopení tohoto celku je esenciální pro další studium chemie, a tak podrobně je probrána také jednoduchá a násobná vazba, elektronegativita, elektronové páry, síly mezi molekulami (coulombické, disperzní, indukční), dipólový moment. Dopodrobna se studuje i samotná vazba, její délka, stabilita, disociační a vazebná energie (viz. kapitola 1.4.6.) a polarita molekul. Zvláštní kapitolou tvoří chemická reakce: „děj, při kterém v molekulách reagujících látek dochází k zániku některých vazeb a ke vzniku vazeb nových“ [14]. Chemické reakce se pak rozdělují podle vnějších změn, reaktantů, přenášených částic nebo tepelného zbarvení. Na kapitolu navazuje další část, věnující se chemickým rovnicím a výpočtům z nich.

Ve fyzice se s chemickou vazbou setkáme v druhém dílu sady učebnic [18]. Opět jsou zde okrajově popsány charakteristiky jednotlivých typů vazeb, slabých vazebných interakcí a vlastnosti látek, které z těchto vazeb vyplývají. Podrobnější vysvětleny jsou vodíkové můstky a jejich vliv na vlastnosti vody. Čtvrtý díl učebnice [20] se zase o něco více věnuje kovové vazbě, krystalové mřížce a vysvětluje vedení proudu ve vodiči a polovodiči. Šestý díl učebnice zavádí pojmy vazebná energie a reakce exoenergetické a endoenergetické. Obecně se fyzika tomuto tématu věnuje méně než chemie, obsahově jsou kapitoly stručnější a nejsou tak podrobné. [25]

#### **1.4.8 Voda**

Voda je jedním z dalších témat, který se objevuje ve všech přírodních vědách, tedy v chemii, fyzice, biologii i geografii. V učebnicích FG se s vodou setkáváme v kapitolách o skupenském stavu vody a přechodech mezi jednotlivým skupenstvím a zobrazení těchto jevů na fázovém

diagramu vody spolu s vysvětlením trojného bodu vody. Uvádí se také závislost teploty tání a varu na tlaku. Učebnice se věnují pojmům vodní pára a vlhkost. Setkáme se zde také s pojmem anomálie vody, povrchovým napětím a také s tím, jak vlastnosti vody ovlivňují vodíkové můstky. Na vodu také narazíme při kalorimetrickém měření.

V chemických učebnicích se setkáváme s vodou jako s nejběžněji používaným rozpouštědlem. V prvním dílu učebnic ChG [14] najdeme kapitolu o vodných roztocích a jejich koncentraci. S vodou se také setkáváme při vysvětlení teorií kyselin a zásad, dozvíme se, že voda je amfolyt a je pomocí ní definováno také pH. Dále se s vodou můžeme setkat při rozebírání vlastností některých z prvků (např. u prvků II. A skupiny se setkáme s pojmem tvrdost vody). Podobně jako v učebnici FG jsou v prvním díle středoškolské učebnice chemie [14] v kapitole o kyslíku vysvětleny fyzikální vlastnosti a skupenství vody a vliv ne vazebných interakcí na tyto vlastnosti. [25]

#### 1.4.9 Rychlost a rovnováha

V chemii se s rychlostí setkáváme v kontextu s chemickou reakcí a i přesto, že si to někteří žáci nemusí uvědomit, i zde se jedná o přesah do učiva fyziky. V prvním díle učebnice ChG je tato rychlost definována následovně: „Rychlost chemické reakce je definována jako časový úbytek molární koncentrace některého z reaktantů nebo přírůstek molární koncentrace libovolného produktu dělený jeho stechiometrickým koeficientem.“ [14]. Rychlost v učebnicích FG je definována jako vektorová veličina, která je dána podílem změny polohového vektoru a krátkého časového intervalu [17]. Není potom divu, že tento přesah není na první pohled patrný a někteří žáci si jej nemusí vůbec uvědomit.

Co se týče rovnováhy, v prvním díle učebnice FG [17] se setkáváme s rovnovážnou polohou tuhého tělesa. Těleso je tak ve stavu, kdy je součet vektorových sil a momentů sil na těleso působící roven nule. Uvádějí se také jednotlivé polohy, ve kterých se těleso může nacházet (stálá, vratká, volná). V druhém díle [18] se setkáváme s rovnováhou, když se bavíme o rovnovážném stavu termodynamické soustavy. Učebnice charakterizuje tento stav jako stav, kdy se těleso nachází v neměnných podmínkách a stavové veličiny jsou konstantní [18]. V chemii se s rovnováhou setkáváme při probírání dynamické rovnováhy, což je děj, při kterém se rychlosti přímé a zpětné reakce rovnají [14]. Je zavedena nová tzv. rovnovážná konstanta a rovnovážná koncentrace, obě popisující tento stav. Dozvídáme se zde také, co všechno tento stav ovlivňuje.

Rychlost a rovnováha je jedním z příkladů, že mezipředmětové vztahy můžeme najít i mezi tématy, které se přímo neprolínají, ale využívají podobných prvků [25].

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 2 Analýza učebnic chemie

### 2.1 Analýza novodobých učebnic chemie

K analýze učebnic chemie byly vybrány tři díly z šestidílné sady učebnic Chemie pro spolužáky [8-10]. Jedná se o díl Obecná chemie I [8], Obecná chemie II [9] a Anorganická chemie [10] (zbývající díly Organická chemie I., Organická chemie II. a Biochemie zatím nebyly vydány). Oproti sadě učebnic Chemie pro gymnázia [14-16] je učebnice barevná. Barvami jsou odlišeny jednotlivé kapitoly, klíčová slova v textu a spolu s velkým množstvím obrázků tak zajišťuje potřebný vizuální efekt a přehlednost. Učebnice jsou originální také svým textovým zpracováním. Obsahují rovněž hovorové výrazy a jsou psány jazykem blízkým studentům. Na začátku kapitol se vyskytuje krátký odstavec, o čem je daná kapitola a proč je důležité se jí naučit. Obdobně na konci kapitol jsou krátce vypsány nejdůležitější informace a odpovídající procvičení probraného učiva. K učebnici se prodává také pracovní sešit, ve kterém se nachází více příkladů. Součástí kapitol bývají také odkazy na webové stránky s doplňujícími informacemi, případně s postupem a řešením příkladů. Na konci učebnice je prostor pro vlastní poznámky a periodická soustava prvků.

Po osobní konzultaci s učitelem fyziky, lze dojít k závěru, že momentálně žádné nové učebnice fyziky pro SŠ nejsou k dispozici. Učitelé pracují se svými vlastními výukovými materiály nebo se starou sadou učebnic Fyzika pro gymnázia [17-24], která je popsána již v kapitole 1.4 Analýza učebnic chemie a fyziky, případně využívají internetové zdroje. Analyzujeme tak pouze učebnice Chemie pro spolužáky [8-10] a porovnáme ji s učebnicí Chemie pro gymnázia [14-16]. Pro lepší porovnání analyzujeme obdobné kapitoly jako v kapitole 1.4. V analýze uvádíme pojmy a definice ve stejné podobě jako jsou v učebnici, přestože nemusí být vždy přesné a pravopisně správně.

#### 2.1.1 Veličiny a jednotky

Obdobně jako v případě učebnic Chemie pro gymnázia [14-16], ani jedna z učebnic Chemie pro spolužáky [8-10] nevěnuje samostatnou kapitolu obecné charakteristice veličin a jejich jednotkám. Pravděpodobně se opět počítá s předchozími znalostmi fyziky, protože v průběhu kapitol se setkáváme s několika veličinami, které však nikde definovány nejsou, jako je například hmotnost, teplota apod. Opět se zde však setkáme s kapitolou *Látkové množství*, kterou nalezneme v druhé části učebnice obecné chemie [9].

Kapitola *Látkové množství* [9] je rozdělena na několik podkapitol. První podkapitola se jmenuje *Hmotnost atomů a molekul* a najdeme v ní definici atomové hmotnostní konstanty  $m_u$ : „Je to hodnota, která odpovídá jedné dvanáctině skutečné hmotnosti atomu nuklidu uhlíku  $^{12}\text{C}$ .“ [9, str. 14]. Učebnice uvádí také příklad, pomocí kterého si žáci hodnotu mohou vypočítat sami. Následně je uvedena relativní atomová hmotnost  $A_r$  a vzorec k jejímu výpočtu. Paradoxně zde však není konkrétně uvedeno, co vlastně relativní atomová hmotnost je, přestože se podkapitola jmenuje *Co je relativní atomová hmotnost?*. Například v prvním díle učebnice *Chemie pro gymnázia* je definována jako: „poměr skutečné hmotnosti atomu k atomové hmotnostní konstantě  $m_u$ “ [14, str. 33].

V návaznosti na to je uvedena střední atomová hmotnost  $\bar{A}_r$ . Učebnice uvádí její význam pro chemii, kde se s ní setkáváme a jak ji získat. Konkrétní definici najdeme v řešeném příkladu k jejímu výpočtu: „Střední relativní hmotnost prvku s různými izotopy je definována jako součet relativních atomových hmotnostní jednotlivých izotopů vynásobených jejich zastoupením.“ [9, str. 16]. Poslední zavedenou veličinou je relativní molekulová hmotnost  $M_r$ , která je definována obdobně jako atomová relativní hmotnost  $A_r$ . Najdeme zde tedy vzorec pro její výpočet a řešený příklad.

Další kapitola se věnuje již samotnému látkovému množství. Hned v úvodu kapitoly je zmínka, že tato veličina je důležitá také v biologii a chemii. Nejprve je uvedena číselná hodnota Avogadrovy konstanty  $N_A$  a co představuje, dále je spolu s jednotkou zavedena molární hmotnost  $M$ . Nakonec se dostáváme i k samotnému látkovému množství, které je popsáno jako: „Látkové množství ti říká, kolik molů dané látky je v systému.“ [9, str. 21] a k jednotce mol. Klasické definice zde však nenajdeme. Uvedeny jsou vzorec pro výpočet látkového množství přes hmotnost  $m$  a molární hmotnost  $M$  a druhý přes počet částic  $N$  a Avogadrovu konstantu  $N_A$  a pár řešených příkladů k procvičení. Poslední částí kapitoly je *Látkové množství a plyny*, kde jsou definovány normální podmínky a molární objem  $V_m$ : „Veličina, jejíž hodnota je za normálních podmínek vždy  $22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ . Na samotném konci kapitoly jsou shrnuty všechny veličiny, které zde učebnice zavedla.

Další dvě charakteristické veličiny nalezneme v kapitole *Chemické výpočty*. První z nich je hustota, která je zde popsána jako: „množství hmoty v určitém objemu.“ [9, str. 40]. Jako v předchozích případech i zde je uveden výpočet s řešeným příkladem a jednotka  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . Ve stejném stylu je zavedena i koncentrace  $c$ , které je věnována následující podkapitola.

Veličiny a konstanty jsou popsány stručně a spíše orientačně. S konkrétnějšími definicemi jednotlivých veličin se setkáme až na konci kapitoly. Definice jednotek včetně základních jednotek SI [31] zde ale chybí.

### 2.1.2 Zákony zachování

Ani v sadě Chemie pro spolužáky [8-10] nedostaly Zákony zachování příliš prostoru a v učebnici jsou zmíněny pouze dva, a to spíše okrajově.

Prvním z nich je Zákon zachování hmotnosti, o kterém je zmínka již v učebnici Chemie pro spolužáky Obecná chemie I. [8] hned v úvodní kapitole o historii chemie. Antoine-Laurent de Lavoisier při svých pokusech zjistil, že věci před spálením jsou lehčí než po spálení. Tím vyvrátil tehdejší flogistonovou teorii, což vedlo k sepsání zákona o zachování hmotnosti, který říká: „hmota nikdy nezaniká ani nevzniká, pouze se přeměňuje.“ [8, str. 20]. Zákon je zde tedy hezky nadefinován, dále se s ním však setkáme až v druhé učebnici Chemie pro spolužáky Obecná chemie II. v kapitole *Ředění roztoků* [9]. Uveden je v souvislosti s mícháním a ředěním roztoků a podle kterého je výsledná hmotnost smíchaných roztoků rovna součtu hmotností každého z nich [9].

Druhý zákon, se kterým se také setkáme pouze velmi okrajově, je zákon zachování energie. Najdeme jej v učebnici Chemie pro spolužáky Obecná chemie I. [8]. V kapitole *Kovalentní vazba*, po probrání vazebné energie je uvedena poznámka: „Energie nikdy nevzniká ani nezaniká, pouze se přeměňuje,“ [8, str. 86]. Že se jedná o zákon zachování energie, se zde ale neuvádí. Stejně jako v předchozí učebnici tedy platí, že pokud učitel žáky neobeznámí s tím, že takový zákon existuje, nemusí si to vzájemně propojit.

### 2.1.3 Částicová stavba látek

Tématu se dotýká první učebnice Obecná chemie I. [8]. Hned v první kapitole *Úvod a historie* chemie jsou zmíněny první teorie o složení hmoty, které sahají až do starověkého Řecka. Uvedena je zde tedy teorie Empedokla (věci sestávají z kombinací čtyř základních prvků, elementů) [8] a Démokritova úvaha, že se vše skládá z malých nedělitelných částí – atomů [8]. Setkáváme se také s Robertem Boylem, který přišel s teorií, že hmota se skládá z atomů a molekul a pojmenoval je jako částice.

Hned v první kapitole *Základní chemické pojmy* je vysvětlen rozdíl mezi látkou a polem pomocí toho, že látka se skládá z částic, zatímco pole ne, a zavádí se pojem atom. V kapitole *Atom* [8] se pak setkáváme s postupným vývojem nejdůležitějších atomových teorií, během nichž se setkáváme s pojmy kationt (atom s kladným nábojem) a aniont (atom se záporným nábojem) [8]. Velice jednoduše je tu zmíněn také foton jako „elektromagnetické záření“. Přestože se dále v této učebnici s fotony nesečkáme, bylo by podle mě vhodné uvést vhodnější a výstižnější definici. Dále jsou zde definovány pojmy jako proton, elektron, neutron, nukleon a nuklid.



Další rozdíl mezi učebnicí Chemie pro gymnázia [14] a Učebnicí pro spolužáky [8] nalezneme v kapitole *Radioaktivita* u  $\beta$ -záření. Staré učebnice zde zmiňovaly částici pozitron v souvislosti s přeměnou  $\beta^+$ . Chemie pro spolužáky vznik této částice neuvádí, protože ani nerozlišuje přeměnu  $\beta^-$  a přeměnu  $\beta^+$ , což je dle mého názoru zásadní nedostatek, který může později vést ke zmatení žáků, až k učivu dojdou také ve fyzice.

### **Stavba atomu**

Učivo volně navazuje na téma Částicová stavba látek. Poprvé se s atomem setkáváme již v úvodu první učebnice Obecná chemie I. [8], kde je řečeno, že poprvé slovo atom použil už řecký filozof Démokritos, který už tehdy přišel s teorií, že se vše skládá z malých nedělitelných částic.

Dále se s atomem setkáváme již v samostatné kapitole *Atom*. V úvodu učebnice uvádí že: „hmota se opravdu skládá z jakýchsi malých částíček, které jsou okem neviditelné. Na Démokritovu počest byly pojmenovány atomy,“ [8, str. 32] oproti Démokritově teorii však již víme, že atomy lze dělit na menší částice. Následuje stručná historie vývoje atomu, tedy poznatky Johna Daltona, Thomsonova pudingová teorie, Rutherfordův planetární model, Bohrov model atomu a model Louise de Broglieho a Erwina Schrödingera.

### **Atomové jádro a radioaktivita**

Poměrně krátká kapitola o jádru atomu definuje proton jako kladnou částici, díky atomové jádro získává kladný náboj [8]. Poměrně nešťastná definice je pak zvolena pro neutron. Učebnice uvádí, že neutron nemá žádný náboj a následuje tato definice: „Protože kladný a kladný náboj se odpuzují, je funkcí neutronů „vmísit“ se mezi protony a jejich náboje alespoň částečně odstínit.“ [8]. Neutron má rozhodně zásadnější funkce (např. iniciátor štěpných reakcí) a učebnice by se bez tohoto dodatku určitě obešla, stejně jako její předchůdce Chemie pro gymnázia [14]. Dále je vysvětleno, co jsou nukleony, a že jsou u sebe drženy tzv. jadernými silami [8]. Podkapitola také objasňuje rozdíly mezi prvkem, izotopem a nuklidem a definuje protonové a nukleonové číslo.

Další část kapitoly je věnována radioaktivitě, tedy její definici a také tomu, jaké typy záření rozlišujeme. Učebnice zmiňuje  $\alpha$ -záření,  $\beta$ -záření a  $\gamma$ -záření. U  $\beta$ -záření však není ani zmínka o tom, že existují dva typy  $\beta$ -záření, tedy  $\beta^+$  a  $\beta^-$ . Popis v učebnici odpovídá  $\beta^+$  záření, avšak není úplný, protože chybí vznik částice antineutrína. Oproti tomu starší učebnice Chemie pro gymnázia [14] tyto dva typy  $\beta$ -záření odlišuje, a navíc zmiňuje i emisi antineutrína. Takto zjednodušený popis sice přístupnější pro žáky chemie, ale pro budoucí učivo fyziky je

nedostačující. Oddíl pokračuje rozpadovým zákonem, poločasem rozpadu a rozpadovými řadami. Obdobně jako předchozí učebnice [14], zmiňuje uhlíkovou metodu k určení stáří organismů pomocí uhlíku  $^{14}\text{C}$ . Na konci tohoto oddílu je vysvětlen princip jaderné elektrárny a rozdíl mezi přirozenou a umělou radioaktivitou, spolu s typy umělého záření (protonové, pozitronové, neutronové) a až zde se tak setkáváme s částicí pozitron. První díl chemie pro gymnázia [14], se této problematice příliš nevěnuje a zmiňuje ji pouze jako zajímavost.

### **Elektronový obal**

Elektronovému obalu je věnována samostatná část. Na jejím začátku jsou zopakovány některé z vlastností elektronu a je také řečeno, že jeho polohu nelze podle Heisenbergova principu přesně určit, a také že má vlnově-částicový charakter: „což znamená, že se někdy chová jako částice (zjednodušeně jako malá kulička) a někdy jako elektromagnetické vlnění.“. Vlnově-částicový charakter je podrobněji vysvětlen pomocí názorného obrázku. V další části jsou zavedeny pojmy atomová hustota a orbitaly, které jsou uvedeny s jednotlivými typy a tvary a kvantová čísla. Podrobněji se učebnice věnuje výstavbě elektronového obalu. Jsou zavedena tři používaná pravidla, a to Pauliho princip výlučnosti, výstavbový princip a Hundovo pravidlo. Ke každému z pravidel je udělán názorný obrázek s příkladem správného i špatného znázorněním a k celku pak jeden řešený příklad s postupem.

Zatímco v učebnici Chemie pro spolužáky Obecná chemie I. [8], je periodické soustavě prvků věnována samostatná kapitola, Chemie pro gymnázia 1. díl [14] ji spojuje se stavbou elektronového obalu a dává do souvislosti řazení prvků do skupin podle počtu elektronů v poslední, případně předposlední vrstvě elektronového obalu [14]. Tuto skutečnost učebnice Chemie pro spolužáky [8] nezmiňuje. Učebnice sice periodickou soustavu rozřazuje na prvky a skupiny, ale uvádí ji jako hotovou věc, bez důkladného vysvětlení, proč jsou takto prvky řazeny. Dále učebnice ukazuje trendy v periodické tabulce prvků (atomový poloměr, iontový poloměr, ionizační energie, elektronová afinita).

V další podkapitole se učebnice věnuje elektronové konfiguraci. Vrací se tedy zpátky ke stavbě elektronového obalu, která byla probrána několik podkapitol zpátky. Ukazuje celou konfiguraci, zkrácenou elektronovou konfiguraci a konfiguraci iontů a excitovaných stavů. U každé varianty je také řešený příklad.

#### **2.1.4 Skupenství látek a skupenské přeměny**

Poprvé se v učebnicích Chemie pro spolužáky se skupenstvím setkáváme v druhé části obecné chemie [9]. Nalezneme ji v kapitole *Směsi* v části „Emulze, suspenze, aerosoly... Čert

aby se v tom vyznal!“ [9, str. 30]. Jednotlivá skupenství zde sice nejsou definovaná, ale je zde naznačené přehledné schéma názvů koloidních a heterogenních směsí, které jsou následně také definovány. Se skupenstvím souvisí také následující část *Separáční metody*, kde je uvedeno jak od sebe látky různých, ale i stejných skupenství oddělit. Je zde popsáno, k čemu se tyto metody používají a na jakých principech stojí. Tato kapitola je příkladným doplněním učiva fyziky, kde se tyto metody podrobně neprobírají. Další význam skupenství látek nalezneme v klasifikaci chemických reakcí podle reaktantů na homogenní a heterogenní. Se skupenstvím se také setkáváme v učebnici *Anorganická chemie* [10], kde se u prvků uvádí jejich skupenství. Skupenství a skupenské přeměny jsou sice v chemii důležité hlavně při použití různých separačních metod a reakčních procesů, tematice se však více věnují učebnice molekulové fyziky [18]. Časová koordinace je dobrá, protože učivo se ve fyzice probírá buďto dříve než separační metody v chemii, případně souběžně.

### 2.1.5 Elektrický proud v kapalinách a elektrolýza

Tomuto tématu je v učebnici *Chemie pro spolužáky Obecná chemie II.* věnována celá samostatná kapitola. První část této kapitoly se jmenuje *Galvanický článek*. V úvodu nadefinována elektrochemie jako: „Obecná definice elektrochemie říká, že se zabývá reakcemi a rovnovahami mezi nabitými částicemi, tzv. elektrolyty.“ [9, str. 170]. Tato definice je opět nepřesná, protože elektrolyt je médium (soustava) nesoucí částice s elektrickým nábojem. Ve starší učebnici *Chemie pro gymnázia 2. díl* je definice uvedena takto: „Elektrochemie je vědní disciplína zabývající se rovnovahami a ději v soustavách, ve kterých se vyskytují částice nesoucí elektrický náboj.“ [15, str. 13] a z hlediska terminologie je správná. V úvodu jsme seznámeni se standardním redoxním potenciálem, který určuje, zda je látka oxidační nebo redukční činidlo [9]. Uvedena je také tabulka vybraných standardních redoxních potenciálů a způsob měření potenciálu (srovnávací metoda k standardní vodíkové elektrodě). Dále učebnice představuje Beketovu řadu kovů a pomalu se dostává k samotné elektrolýze. Druhý díl učebnice *Chemie pro gymnázia* [15], uvádí jako zajímavost také Nernstovu rovnici, která popisuje hodnotu redukčního potenciálu v závislosti na teplotě a koncentraci.

Učebnice zavádí pojmy článek a poločlánek, které vysvětluje na příkladu Daniellova článku, a pojmy katoda a anoda: „Katoda je elektroda, na které probíhá redukce, na anodě zase oxidace.“ [9]. Uvedeno je také praktické využití ve formě různých článků. Prvním zmíněným je tzv. Leclancheův článek, průřez tohoto článku a rovnice popisující jeho vybíjení. Dalším článkem je tzv. suchý článek a alkalické články. Zde je opět drobná odlišnost od druhého dílu učebnice *Chemie pro gymnázia* [15], která Leclancheův a suchý článek nerozlišuje, místo

alkalického článku zmiňuje rtuťový a obsahuje také více rovnic, které popisují nejen výsledné reakce, ale také průběhy na jednotlivých elektrodách. Obě učebnice dále uvádějí sekundární články a jako jeho zástupce olověný akumulátor spolu s rovnicemi popisujícími děje na elektrodách a při nabíjení i vybíjení. V učebnici Chemie pro spolužáky obecná chemie II. [9] najedeme také krátký článek o lithiovém akumulátoru a také hrubou chybu. Učebnice totiž uvádí informaci: „Proud vzniklý během vybíjení je přibližně 3,6 V.“ [9, str. 176], jedná se tedy zřejmě o překlep. Ve větě má být místo proudu uvedeno napětí.

Poslední podkapitola Učebnice pro spolužáky [9] je pojmenována *Elektrolýza*. Zde se opět objevuje pojem elektrolyt, tentokrát však popsán jako roztok, obsahující kladně nabitě kationty a záporně nabitě anionty [9]. Tento popis je již přesnější, ale odchylky mezi popisem ve dvou na sebe navazujících kapitolách mohou opět vést ke zmatení žáků. V kapitole je také uvedeno, že se částice pohybují podle Coulombova zákona, tedy kladné ionty k záporné elektrodě a naopak. Poslední důležitou částí je rovnice elektrolýzy odvozena z Faradayových zákonů pro výpočet hmotnosti vyloučeného kovu na elektrodě [9]. Tuto rovnici starší učebnice Chemie pro gymnázia [15] nezmiňuje vůbec.

Obě učebnice se elektrolýze věnují poměrně důkladně, v některých částech se liší a zmiňují věci, které druhá učebnice neuvádí. Problém v učebnici Chemie pro spolužáky [9] však může nastat kvůli některým nepřesným definicím, které jsou navíc v rámci dvou na sebe navazujících kapitol odlišné (např. elektrolyt) a také skutečnost, že některé definice nejsou úplné.

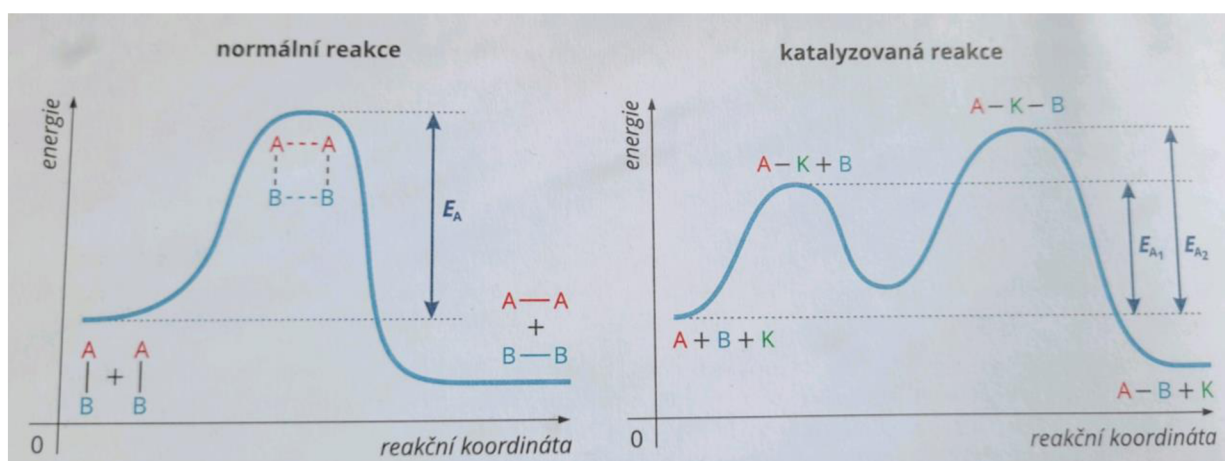
### 2.1.6 Energie a teplo

V analyzovaných učebnicích Chemie pro spolužáky [8-10] se samostatnou kapitolou, která by se věnovala energii, nenajdeme. Ve starších učebnicích Chemie pro gymnázia, jsme se ve třetím díle [16] v rámci biochemie mohli setkat s kapitolou *Energetický metabolismus*. Učebnice Chemie pro spolužáky s tématem biochemie však zatím není dostupná.

Poprvé se tedy s určitou formou energie setkáváme v učebnici Chemie pro spolužáky Obecná chemie I. v podkapitole *Kovalentní vazba* [8]. Jedná se o potenciální energii mezi dvěma atomy. Znázorněn je také graf potenciální energie v závislosti na vzdálenosti dvou atomů a je zde vysvětleno, kdy je potenciální energie nejnižší. Zavedeny jsou také pojmy vazebná energie, tedy: „energie, která se uvolní ve chvíli, kdy se atomy dostanou do správné vzdálenosti (a vznikne chemická vazba),“ [8, str. 85] a disociační energie, což je energie potřebná k rozbití vazby. Je zde také zmínka, že tato informace je pro nás velmi podstatná, protože ji využíváme při spalování benzínu nebo uhlí.

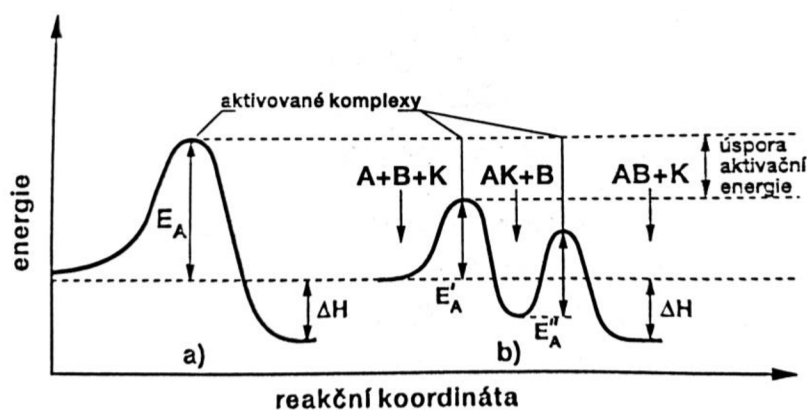
S další formou energie se setkáváme v podkapitole *Základy reakční kinetiky* v učebnici Chemie pro spolužáky Obecná chemie II. Učebnice uvádí: „aby mohla chemická reakce proběhnout, je potřeba, aby molekuly při srážce měly dostatečnou rychlost – kinetickou energii.“ [9, str.96]. V návaznosti je zavedena aktivační energie  $E_A$  [9], jejíž význam je vysvětlen také s pomocí jednoduchého grafu, na kterém je ukázán také rozdíl mezi teorií aktivních srážek a teorií aktivovaného komplexu. Hned v další kapitole je také znázorněno, jak aktivační energii ovlivňují katalyzátory a inhibitory.

Tato část se shoduje s učebnicí Chemie pro gymnázia 1. díl [8]. Obě učebnice zavádí pojmy obdobným způsobem a používají grafy pro názornější zobrazení průběhu reakcí. Učebnici Obecná chemie II (chemie pro spolužáky) [9] by se však dalo vytknout, že v případě porovnání katalyzované reakce z grafů není jasně vidět, že za katalyzované reakce je potřebná dílčí aktivační energie skutečně dosahuje nižších hodnot (Obr. 3), protože oba vrcholy se jeví být ve stejné výšce.



Obrázek 3: Znázornění průběhu normální a katalyzované reakce v učebnici Chemie pro spolužáky (převzato z [9]).

Naopak v prvním dílu Chemie pro gymnázia [14] je v grafu rozdíl mezi vrcholy průběhu reakcí jasně vidět je znázorněn v jednom grafu (obr. 4).



Obrázek 3: Znázornění průběhu normální a katalyzované reakce v učebnici Chemie pro gymnázia 1. díl (převzato z [14]).

### Termodynamika

Termodynamikou se zabývá opět druhý díl obecné chemie učebnice Chemie pro spolužáky [9]. Na začátku je řečeno že: „teplo je forma energie, která se přenáší při ohřívání nebo ochlazování těles,“ [9] a jsou popsány tři typy systémů podle výměny energie a hmoty s okolím (otevřený, uzavřený a izolovaný) a pojmy extenzivní a intenzivní veličina, stavové veličiny, rovnováha, vratný a nevratný děj. Učebnice dále uvádí tři ze čtyř termodynamických zákonů (nultý, první a druhý). Učebnice Chemie pro gymnázia [14] uvádí pouze první a druhý termodynamický zákon a nultý zde chybí. Ani jedna z učebnic neuvádí třetí termodynamický zákon, který je však zásadní hlavně pro fyziku. Zatímco Chemie pro spolužáky [9] alespoň zmiňuje existenci tohoto zákona, první díl Chemie pro gymnázia [14] nultý a třetí zákon nezmiňuje vůbec. V rámci zákonů jsou také zavedeny pojmy vnitřní energie  $U$ , entropie  $S$ , enthalpie  $H$  a Gibbsova energie  $G$ , v rámci které je vysvětleno, kdy reakce probíhá samovolně a kdy je potřeba energii dodávat.

Následuje podkapitola *Termochemie* [9], která se věnuje změnám energie během chemických reakcí. Setkáváme se tak s reakční entalpií a rozdělením reakcí na endotermické a exotermické podle toho, zda se teplo (energie) spotřebovává nebo uvolňuje. Uvedeny jsou také dva termochemické zákony (oba shodně uvedeny v prvním díle učebnice Chemie pro gymnázia [14]). Obě učebnice také zavádí standardní slučovací a spalnou enthalpii (reakční teplo).

Stejně jako část o energii, ani zde mezi učebnicemi není velký rozdíl. Všechny zákony jsou definovány doslovně, rozebírají se stejné pojmy. Jediný zásadnější rozdíl je, že Chemie pro gymnázia [14] neuvádí druhé dva termodynamické zákony, přičemž nezmiňuje ani jejich existenci. Pro žáky tak může být ve fyzice překvapivé, že zákony nejsou pouze dva.

### 2.1.7 Chemická vazba

Z analýzy historických učebnic již víme, že toto téma je důležité převážně pro chemii a ve fyzice se setkáváme pouze s některými důsledky chemických vazeb. Učebnice pro spolužáky [8] se chemické vazbě začíná věnovat v samostatné kapitole *Chemická vazba* [8], která začíná přibližně v polovině učebnice. První podkapitola je věnována kovalentní vazbě. Objasněn je důvod vzniku chemické vazby (opačný náboj jádra a elektronového obalu), vazebná energie, klasifikace vazeb podle elektronegativity, rozdělení vazeb na jednoduchou, dvojnou a trojnou, rozdíl mezi sigma a pí vazbami.

Následuje podkapitola s názvem *Polární a iontová vazba* [8]. Obdobně jako v předchozí podkapitole je vysvětlen vznik vazby polární kovalentní a iontové, která je charakterizována jako extrémní případ polární kovalentní vazby. Učebnice zde navazuje na podkapitulu *Elektronegativita* [8], která byla probrána na konci předchozí kapitoly a je zde tak uvedena tabulka, která charakterizuje typ vazby podle rozdílu elektronegativit. V prvním díle učebnice *Chemie pro gymnázia* [14] je navíc zmíněno, že existuje čistě kovalentní vazba (mezi dvěma stejnými atomy), ale neexistuje čistě iontová vazba. Tato informace však nemá zásadní vliv na další učivo.

Kapitola se dále věnuje vaznosti a rozdílům při excitovaném stavu, oktetovému pravidlu, představují Lewisovy vzorce, teorii hybridizace a VSEPR, což je pro fyziku poměrně nezajímavé. Dalším typem vazby, kterým se učebnice zabývá, je koordinačně-kovalentní vazba. V učebnici je krátce vysvětlen její princip a vznik. Z fyzikálního pohledu zajímavější vazbou je kovová vazba, které je věnována další podkapitola. Ve fyzice se s ní totiž setkáme při probírání učiva elektrochemie. Na úvod učebnice [8] uvádí, že atomy kovů jsou uspořádány do tzv. krystalické mřížky a vysvětluje vliv počtu atomů na jednom místě na hustotu. Dále zavádí tzv. model delokalizovaných molekulových orbitalů, pomocí něž vysvětluje, jak je možné, že atomy prvku s jedním valenčním elektronem k sobě mohou vázat např. osm dalších a setkáváme se s pojmem elektronový plyn. Dále je vysvětlena schopnost kovů vést elektrický proud díky volně rozptýleným elektronům a další vlastnosti kovů (kujnost, pevnost). V učebnici pro gymnázia [14] je učivo vysvětleno podobným způsobem, jediným rozdílem je jiné pořadí, ve kterém se koordinačně-kovalentní a kovová vazba probírá.

Poslední částí jsou *Van der Waalsovy síly a vodíková vazba* [8], která má na fyziku také zásadní vliv. Učebnice objasňuje vznik a vliv jednotlivých Van der Waalsových sil na molekuly (coulombické síly, indukční síly, disperzní síly). U vodíkových vazeb je kromě důvodu vzniku této vazby vysvětlen také jejich obrovský vliv na fyzikální vlastnosti látek. Zmíněna je hustota, bod varu a stavba bílkovin a nukleových kyselin. V učebnici *Chemie pro gymnázia* [14] je

vodíkovým můstkům věnován o něco větší prostor. Učebnice se však zabývá především závislostí dvouprvkových sloučenin na bodu varu, kterou ukazuje na několika grafech. O vlivu na strukturu organických látek se nezmiňuje.

### 2.1.8 Voda

Například učebnicemi Chemie pro spolužáky [8-10] je voda, stejně jako v učebnicích Chemie pro gymnázia [14-16], velmi často zmíněna. Najdeme ji jako nejběžnější polární rozpouštědlo, u disociace látek ve vodě a teorií kyselin a zásad, v krátkosti je zmíněna autoprotolýza vody, setkáme se s ní také u pH roztoků a na všech dalších místech, které jsou popsány v kapitole 1.4.8 Voda. Za zmínku však stojí, že v učebnici anorganické chemie ze sady Chemie pro spolužáky [10], je v kapitole *Chemický průmysl* vodě věnována velká část textu, kterou v učebnicích Chemie pro gymnázia [14-16] nenajdeme. První částí je *vodohospodářství*, ve kterém je zmíněn obrovský vliv vody v továrnách, ať už jako chladicí médium, vstupní surovina, reakční prostředí, vedlejší produkt nebo je použita při čištění. Spolu s tím je uvedeno také nebezpečí vypouštění znečištěné vody do vodních toků.

Voda je také uvedena jako jeden ze zdrojů alternativní energie. Učebnice uvádí výstavbu vodních elektráren a přehrad, princip výroby energie, typy vodních elektráren a také fakt, že vodní elektrárny slouží jako zásoba energie v případě výpadků, či nedostatků energie [10]. Můžeme tu tak najít spoustu přesahů mezi chemií a fyzikou.

### 2.1.9 Rychlost a rovnováha

V učebnici chemie pro spolužáky *Obecná chemie II.* [9] nalezneme kapitolu *Rychlost chemických reakcí*. První část je pojmenována *Základy reakční kinetiky* [9] a zabývá se tím, jak lze rychlost reakce vyjádřit: „Například tak, že uvedeš, jak rychle přibývá (tvoří se) produkt. Druhou možností je sledovat, jak rychle ubývá (přeměňuje se) některý z reaktantů.“ [9] a v závěru kapitoly je definice: „Rychlost reakce se vyjadřuje jako množství přeměněné látky za určitý čas.“ [9]. Tato definice je oproti té v prvním dílu Chemie pro gymnázia [14]. Uveden je také matematický zápis reakce, stechiometrický koeficient a rychlostní konstanta spolu s řešeným příkladem. Dále se s rychlostí setkáme při srážkách, kdy jedním z požadavků k proběhnutí chemické reakce je dostatečná rychlost atomů.

Další část je věnována faktorům, ovlivňujícím chemické reakce [9]. Zmíněna je koncentrace a teplota. Uveden je také výpočet pro rychlost reakce v závislosti na rychlostní koncentraci, reaktantech a stechiometrických koeficientech a také výpočet rychlostní konstanty. Uvedeny



jsou zde také příklady, kde se prakticky můžeme setkat s ovlivněním rychlosti reakce (ponoření glowsticků do horké vody, kynutí těsta, chlazení zánětů). Uvedeny jsou také katalyzátory, které reakce nejen urychlují, ale také umožňují její průběh za přijatelnějších podmínek [9]. Jako opak jsou uvedeny inhibitory, které reakce naopak tlumí.

Stejně jako v Chemii pro gymnázia, ani zde není definice rychlosti přiblížena definici v učebnici Mechaniky [17], tedy že rychlost je obecně změna určité veličiny za jednotku času.

Co se týče chemické rovnováhy, v kapitole 1.4.9 Rychlost a rovnováha jsme si ukázali, že Chemie pro gymnázia [14] ji definují jako děj, při kterém se rychlosti přímé a zpětné reakce rovnají. Obdobnou definici najdeme také v druhém dílu obecné chemie učebnic Chemie pro spolužáky [9]: „Pokud jsou obě reakce v rovnováze, znamená to, že běží stejnou rychlostí. Tedy že jejich rychlosti jsou si rovny.“ [9]. Spolu s tím je definována rovnovážná koncentrace, rovnovážná konstanta (která určuje, kterým směrem je posunuta rovnovážná reakce) a samozřejmě vratná a nevratná reakce. Uveden je také Le Chatelierův princip, který spočívá ve vyvedení systému z rovnováhy (např. pomocí tepla, tlaku). V učebnici je také následující poznámka: „Le Chatelierův princip je tedy uplatněním zákona akce a reakce v praxi.“ [9], což můžeme považovat jako další mezipředmětový vztah chemie a fyziky.

### 3 VÝSLEDKY A DISKUZE

V bakalářské práci byla pozornost věnována mezipředmětovým vztahům chemie-fyzika ve výuce na vyšším stupni gymnázia v současném školství. Kapitola 1.2 *Mezipředmětové vztahy a jejich místo v ŠVP* uvádí charakteristiku mezipředmětových vztahů a následně jejich zařazení do ŠVP vybraných škol. Dále teoretická část obsahuje analýzu vybraných učebnic staršího vydání Chemie pro gymnázia [14-17], která byla provedena v bakalářské práci Aleny Drábkové [25].

Praktická část navazuje na zpracovanou rešerši a přidává učebnice novějšího data vydání Chemie pro spolužáky [8-10].

Součástí výsledků je také zpracování vybraných témat ve formě pracovních listů. Jednotlivé body budou zpracovány v následujících podkapitolách.

#### 3.1 Zpracování vybraných témat do hodin chemie

Na základě provedené analýzy byla vybrána čtyři témata s nejvýraznějšími mezipředmětovými přesahy mezi chemií a fyzikou, která byla zpracována ve formě pracovních listů. Metodický list obsahující řešení je vložen jako příloha.

Témata *Stavba atomu a Voda* byla zpracována pro žáky základních škol, čemuž byly úlohy adekvátně přizpůsobeny. Při tvorbě bylo využito převážně aktivizačních metod a didaktických her, křížovek, čtyřsměrek, spojovacích a doplňovacích úloh. Snahou bylo vyhnout se co nejvíce otevřeným otázkám, aby pracovní list nepůsobil jako písemná práce, a aby žáky řešení bavilo. Oba pracovní listy mají sloužit k rychlému opakování učiva a jsou koncipovány tak, aby jejich vyplnění netrvalo déle než dvacet minut. Při tvorbě byl taky kladen důraz na přesahy učiva chemie do fyziky, což se odráží například v pracovním listu *Částicové složení látek – atom* v úloze č. 3, kde žáci mají přiřadit jednotlivé atomové modely k fyzikům, kteří tyto modely vymysleli. Metodické listy obsahují řešení jednotlivých úloh, dodatkové informace pro učitele a literaturu, ze které bylo čerpáno.

Druhá dvě témata *Elektrochemie, elektrolytické děje* a *Chemická vazba* byla zpracována pro žáky středních škol. Úlohy stále obsahují složitější aktivizační a didaktické hry, navíc se objevují početní úlohy. Opět bylo záměrem se co nejvíce vyhnout otevřeným úlohám, které příliš připomínají písemné práce a demotivují žáky k řešení pracovního listu. Pracovní listy slouží k celkovému zopakování učiva. Snaha byla zakomponovat do zadání mezipředmětové přesahy podle zpracované analýzy v teoretické a praktické části. Příkladem může být úloha č. 5 v pracovním listu *Elektrochemie, elektrolytické děje*, která je věnována primárním

a sekundárním článkům, nebo úloha č. 6 v pracovním listu *Chemická vazba*, která se v textu věnuje fyzikálním vlastnostem kovů. Metodické listy opět obsahují doporučení pro učitele, řešení a literaturu, ze které bylo při sestavování listu čerpáno.

Výsledkem jsou tedy čtyři pracovní listy obsahující přesahy mezi chemií a fyzikou. Mohou tak sloužit jako upevnění mezipředmětových souvislostí a propojení poznatků z obou předmětů.

Úlohy jsou koncipovány podle vyučovaných témat v analyzovaných učebnicích [8-10, 14-16]. Hodnoty potřebné k výpočetním úlohám, hodnoty elektronegativit, potenciálů apod. byly dohledány v tabulkách [32]. Pracovní listy obsahují také obrázky a schémata. Obrázky byly nakresleny s využitím programů Malování, Adobe Photoshop 2019 a ChemSketch. Inspirací byly obrázky v učebnicích [8-10, 14-16]. Řešení všech pracovních listů je v přílohách 1, 2, 3 a 4.

### 3.1.1 Částicové složení látek

Pomocí doplňovaček a spojovacích úloh jsou zopakovány základní pojmy související se základní částicí atomem. V některých úlohách se žáci dostávají do historie za autory nejznámějších představ a teorií ohledně stavby atomu, kteří zásadně pomohli k odhalení skutečné struktury atomu.

Snaha byla vytvořit úlohy takovým způsobem, aby žáky řešení bavilo (zakomponování aktivizačních metod, didaktických her, např. křížovky) a aby tak byla větší šance, že si žáci z vyučovací hodiny s využitím pracovního listu odnesou alespoň základní představu o probraném učivu částicové složení látek.

**Název:** Částicové složení látek – atom

**Doporučený ročník:** 8. ročník ZŠ, případně 3. ročník osmiletého gymnázia

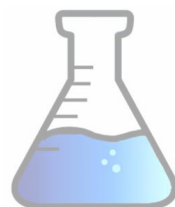
**Zařazení:** 8. třída ZŠ – téma Částicové složení látek: atomy

**Použití:** Téma je zaměřeno na opakování učiva Částicové složení látek – stavby atomu, je tedy vhodné zařadit téma na závěr probírané látky, případně jako opakování před samotným ověřováním učiva.

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

**Časová náročnost:** 10–15 minut

**Cíl:** Cílem vyučovací hodiny je zábavnou formou zopakovat učivo částicové složení látek, primárně stavbu atomu. Dále se zaměřit na mezipředmětový přesah do předmětu fyzika, kde zasahuje do tematického celku Atomy a záření (modely atomu, radioaktivita)



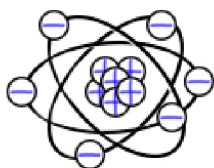
## Pracovní list – Částicové složení látek – atom

### 1) Doplňte pojmy na vynechaná místa.

Atom je základní stavební jednotkou veškeré \_\_\_\_\_. Jeho existenci předpověděl již antický filozof \_\_\_\_\_, který si představoval svět složený z malých nedělitelných částíček. Dnes víme, že atom se skládá ze dvou částí. Vnější část se jmenuje \_\_\_\_\_, který je tvořen záporně nabitými částicemi \_\_\_\_\_. Vnitřní část \_\_\_\_\_, obsahuje kladně nabitě a neutrální částice \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_. Vnitřní část je velikostně \_\_\_\_\_ a má \_\_\_\_\_ hmotnost.

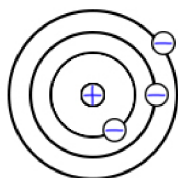
### 2) Proč se dva atomy nemohou dotknout?

### 3) Přiřaďte k sobě vědce, model atomu a název modelu atomu. Jeden vědec je navíc.



Kvantový model atomu

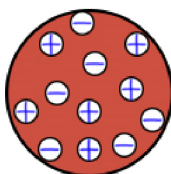
J. J. Thomson



Pudingový model atomu

J. Dalton

N. Bohr



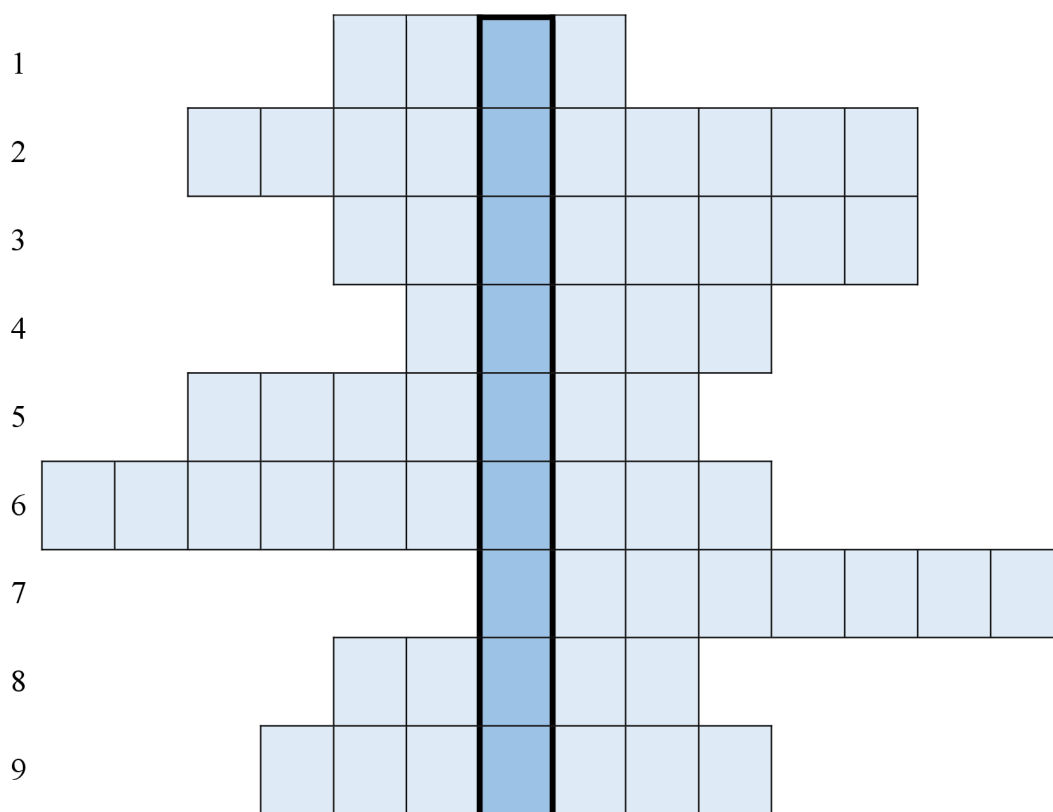
Planetární model atomu

E. Rutherford

### 4) Určete počet protonů, neutronů a elektronů, ze kterých se skládají tyto prvky: $^{31}_{15}\text{P}$ , $^{56}_{26}\text{Fe}$ , $^{127}_{53}\text{I}$ .



### 5) Doplňte tajenku



1. Typ záření o vysoké energii, které nejsnáze proniká hmotou?
2. .... konstanta vyjadřuje počet částic v látkovém množství 1 molu.
3. Protony a neutrony jsou souhrnně označovány jako ...
4. Látka tvořená atomy se stejným protonovým číslem?
5. Atom, který odevzdal elektron, se nazývá ...
6.  $m_u$  je značka pro atomovou ... konstantu.
7. Vnější vrstva elektronů se nazývá ...
8. Radioaktivita může být přirozená nebo ...
9. Atomy jednoho prvku se stejným počtem protonů, ale jiným počtem neutronů se nazývají ...

Tajenka: Část přírody, v níž platí zákonitosti klasické fyziky, a jsme ji schopni pozorovat vlastními smysly, se nazývá:



6) Najděte v čtyřsměrce devět pojmů souvisejících s atomem a vypište je

J	A	P	R	S	T	K	O	P	E	N
L	V	R	T	I	Z	O	T	O	P	M
O	D	V	C	V	A	T	H	G	K	O
Č	Y	E	E	S	T	J	M	P	O	L
Á	K	K	V	D	I	B	S	R	A	N
S	L	E	L	E	K	T	R	O	N	E
T	O	V	J	U	R	D	R	T	E	U
I	M	I	D	Á	S	U	E	O	N	T
C	O	B	A	L	D	O	N	N	A	R
E	C	A	R	B	E	R	O	S	T	O
D	I	N	U	K	L	E	O	N	I	N

-----  
 -----  
 -----

-----  
 -----  
 -----

-----  
 -----  
 -----



### 3.1.2 Voda

Pomocí doplňovaček a spojovacích úloh jsou zopakovány základní pojmy a děje související s vodou. Úlohy jsou zaměřené na zopakování důležitých vlastností a charakteristik vody.

Snaha byla vytvořit úlohy takovým způsobem, aby žáky řešení bavilo (zakomponování aktivizačních metod, didaktických her, např. křížovky) a aby tak byla větší šance, že si žáci z vyučovací hodiny s využitím pracovního listu odnesou alespoň základní představu o probraném učivu směsi, se zaměřením na vodu.

**Název:** Voda

**Doporučený ročník:** 8. ročník ZŠ, případně 3. ročník osmiletého gymnázia

**Zařazení:** 8. třída ZŠ – téma Voda

**Použití:** Pracovní list je zaměřen na opakování učiva voda. Objevují se v něm také pojmy z předchozích kapitol (směsi, změny skupenství), je tedy vhodné zařadit pracovní list na závěr probírané látky.

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

**Časová náročnost:** 10–15 minut

**Cíl:** Cílem vyučovací hodiny je zábavnou formou zopakovat učivo voda a dát učivo voda do souvislosti nejen s učivem chemie, které spolu úzce souvisí, ale zaměřit se také na mezipředmětový přesah do předmětu fyzika, kde zasahuje do tématu skupenství – skupenské přeměny.



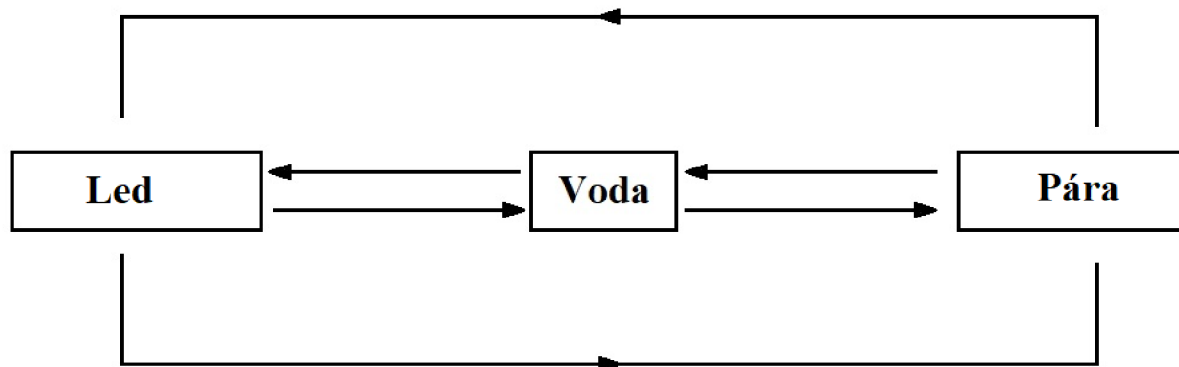


## Pracovní list – Voda

S vodou se v našich životech setkáváme úplně všude. Kromě toho, že je voda základem života a tvoří 60 % našeho těla, neobejdeme se bez ní téměř v žádné profesi. Proto je nutné znát základní vlastnosti této kapaliny a k čemu všemu je můžeme využít.

1) Napište stechiometrický vzorec molekuly vody.

2) Doplňte do schématu jednotlivé skupenské přeměny.



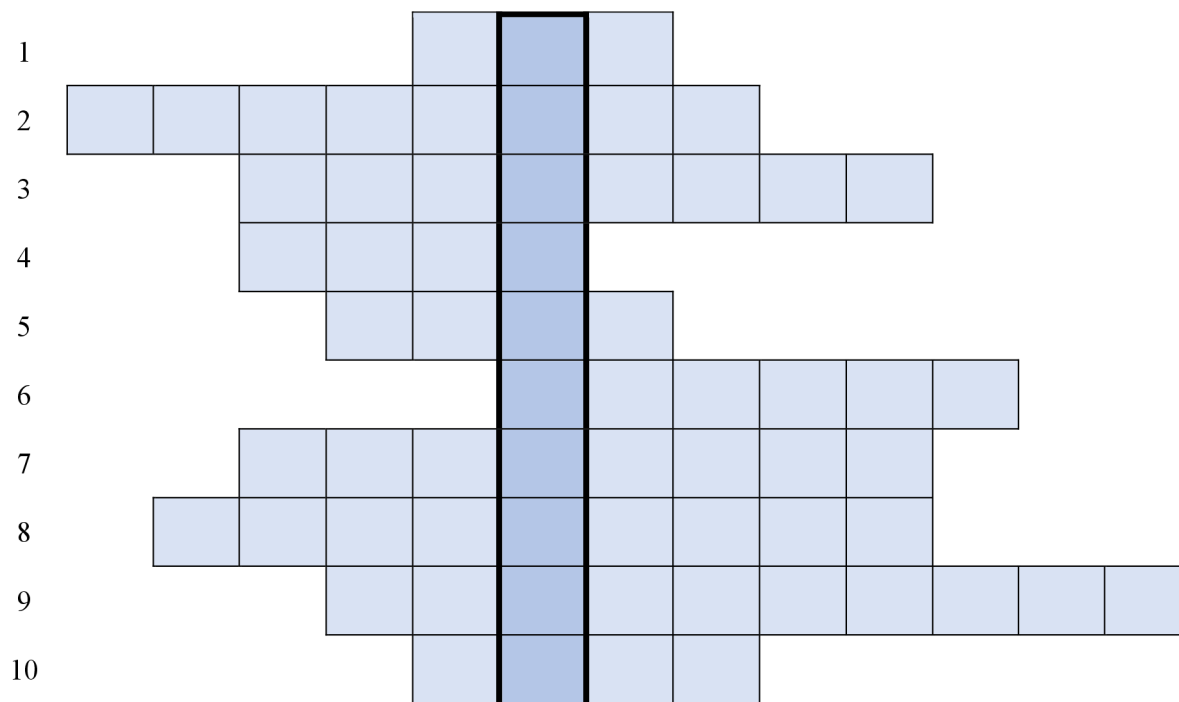
3) Doplňte do textu informace o koloběhu vody.

Použijte slova: odpaří, deště, podzemní vody, moří, páry, vodními toky, oceánů, sněhu

Voda se ve formě \_\_\_\_\_ vypařuje z \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_. Vystoupá vzhůru, ve velkých výškách se ochladí a v podobě \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ se vrací zpátky na zem. Část vody se \_\_\_\_\_, část se vsákne hluboko do země, kde vytváří zásoby \_\_\_\_\_ a část odtéká \_\_\_\_\_ zpátky do velkých vodních ploch a koloběh začíná nanovo.



#### 4) Doplňte tajenku



1. Děj, při kterém se z kapaliny stává pára.
2. Za normálních podmínek je voda v ..... skupenství.
3. Voda, kterou používáme k zalévání, splachování, a nemůžeme ji pít, se nazývá ...
4. Voda zamrzá při ..... stupních.
5. Za kyselá deště jsou mimo jiné odpovědné oxidy dusíku a oxidy .....
6. Voda se skládá ze dvou prvků, kterými jsou vodík a .....
7. Místo, kde se z vody odstraňují nežádoucí látky, se jmenuje „..... odpadních vod“
8. Metoda používaná k oddělení kapalných látek s rozdílnou teplotou varu se nazývá ...
9. Vodní obal Země se nazývá ...
10. Směs plynu v kapalině?

Tajenka: Nejslanější jezero na světě se nachází v \_\_\_\_\_ a jmenuje se Don Juan Pond.



5) Napište alespoň pět způsobů využití vody.

6) Spojte pojmy se správným popisem.

Měkká voda

Tvrdá voda

Minerální voda

Destilovaná voda

zvýšený obsah  
vápníku a hořčíku

zbavena rozpuštěných  
minerálních látek

malé množství minerálních látek

Zvýšený obsah  
minerálních látek



### 3.1.3 Elektrochemie, elektrolytické děje

Doplňovacími úlohami, otázkami s výběrem ano/ne, ale také úlohou se zakreslením schématu jsou zopakovány základní elektrochemické pojmy a děje a využití těchto dějů v praxi.

Úlohy byly vytvořeny tak, aby zahrnovaly široké spektrum různých typů úloh (doplňování pojmů, výběr odpovědí ano/ne, kreslení schématu apod.) a nepůsobily tak jednotvárně a nudně. Řešení úloh by tak mělo být pro žáky zajímavé a z vyučovací hodiny s využitím pracovního listu by si měli odnést základní představu o elektrochemických dějích.

**Název:** Elektrochemie, elektrolytické děje

**Doporučený ročník:** 2. ročník střední školy

**Zařazení:** 2. ročník SŠ – téma Redoxní reakce

**Použití:** Pracovní list je zaměřen na opakování učiva elektrochemie, elektrolytické děje.

Objevují se v něm také pojmy z předchozích kapitol (směsi, změny skupenství). Vhodné je zařazení pracovního listu pro fixaci učiva, případně ověření učiva.

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

**Časová náročnost:** 20–25 minut

**Cíl:** Cílem vyučovací hodiny je zopakovat učivo elektrochemie a nabyté znalosti využít nejen v teoretických, ale také v početních úlohách. Cílem je zapojení mezipředmětových vazeb do předmětu fyzika, kde se prolíná s tématem Elektrický proud v kapalinách, konkrétně s elektrolýzou a Faradayovými zákony.



## Pracovní list – Elektrochemie, elektrolytické děje

V kapitole si zopakujeme základy elektrolytických dějů. Tyto děje byly použity ke stavbě prvních elektrických článků, které produkovaly měřitelné napětí. Následným zdokonalením jsme se dostali až do dnešní situace, kdy vylepšené, a dokonce znovu nabíjitelné články běžně používáme.

### 1) Doplňte pojmy do textu:

Elektrochemie je vědní disciplína zabývající se \_\_\_\_\_ a ději v soustavách, které obsahují částice nesoucí \_\_\_\_\_. Tyto soustavy (obvykle roztoky nebo taveniny) se obecně nazývají \_\_\_\_\_. Nedílnou součástí jsou elektrody. Rozlišujeme je na \_\_\_\_\_, na které probíhá redukce a \_\_\_\_\_, na které probíhá oxidace. Důležitým odvětvím elektrochemie jsou \_\_\_\_\_ reakce, během kterých se přenáší elektrický proud a mění se tak \_\_\_\_\_ atomů. Obecně je elektrický proud uspořádaný pohyb nosičů \_\_\_\_\_ prošlého za jednotku \_\_\_\_\_ daným průřezem elektrického vodiče. Podle nosičů náboje rozlišujeme dva typy vodičů. Pokud přenos zajišťují \_\_\_\_\_, mluvíme o vodiči I. třídy. Pokud přenos elektřiny zprostředkovávají \_\_\_\_\_, jedná se o vodiče II. třídy.

### 2) S pomocí znalostí o Beketově řadě kovů vyber správnou možnost:

**Zn Cr Fe Cd Tl Co Ni Sn Pb H Cu Ag Hg Au**

a) Reaguje měď s kyselinou chlorovodíkovou?

ANO (D)      NE (N)

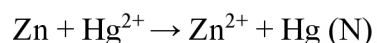
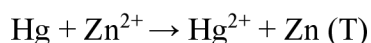
b) Reaguje kobalt s kyselinou chlorovodíkovou i kyselinou sírovou?

ANO (E)      NE (A)

c) Reaguje stříbro s kyselinou chlorovodíkovou i s kyselinou dusičnou?

ANO (L)      NE (R)

d) Která z následujících reakcí proběhne samovolně?



e) Draslík, železo, hliník, rtuť a zinek patří mezi neušlechtilé kovy.

ANO (O)      NE (S)

f) Standardní potenciál vodíkové elektrody je 0,0 V

ANO (T)      NE (N)

Autorem rovnice pro výpočet redoxního potenciálu v závislosti na teplotě a koncentraci je chemik Walther Hermann \_\_\_\_\_.

**3) Nakreslete a popište Daniellův článek, nezapomeňte určit co je katoda a co anoda. Napište, jak byste článek sestavili, abyste změřili standardní potenciál zinkové elektrody.**

**4) U následujících dvojic určete, na které elektrodě bude probíhat oxidace a na které redukce.**

1)  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$  ( $E^0 = -0,126 \text{ V}$ )

$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  ( $E^0 = -0,761 \text{ V}$ )

2)  $\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$  ( $E^0 = -2,912 \text{ V}$ )

$\text{Ag}^+/\text{Ag}$  ( $E^0 = 0,799 \text{ V}$ )

3)  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$  ( $E^0 = -0,137 \text{ V}$ )

$\text{H}^+/\text{H}_2 (\text{g})$  ( $E^0 = 0,000 \text{ V}$ )

4)  $\text{Au}^{3+}/\text{Au}$  ( $E^0 = 1,498 \text{ V}$ )

$\text{Br}^-/\text{Br} (\text{l})$  ( $E^0 = 1,066 \text{ V}$ )

**5) Napište, čemu odpovídají následující popisy.**

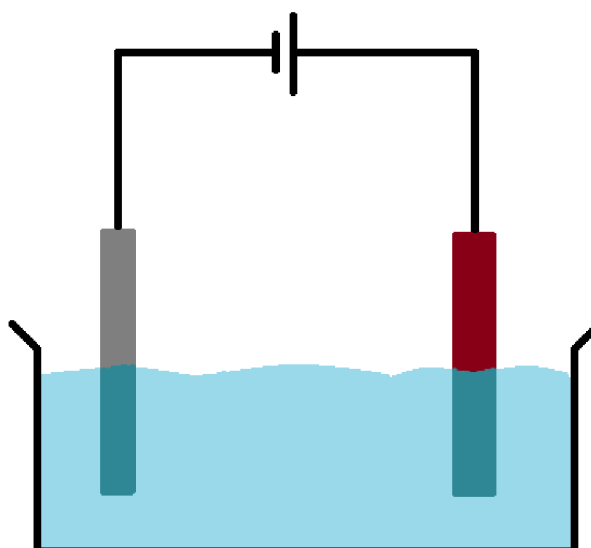
**a)** Jsem primární článek. Katodu tvoří grafit obalený oxidem manganičitým a anodu zinek. Jako elektrolyt je použit chlorid amonný. Kdysi jsem byl používán v telegrafii nebo kapesních svítilnách.



b) Jsem sekundární člunek, anodu mám z grafitu a katodu z oxidu lithno-kobaltitého. Jsem schopen vyvinout napětí 3,6 V a najdeš mě například ve svém mobilním telefonu nebo v notebooku.

c) Jsem proces, během kterého z látky při rozpouštění v polárním rozpouštědle vznikají kationty a anionty.

6) Na obrázku je jednoduché schéma **elektrolýzy**. Elektrody jsou ponořeny v roztoku  $\text{CuCl}_2$ . Označte anodu a katodu a zaznačte, jaké ionty vzniknou a ke které katodě se přesunou.



7) Vypočítej za jak dlouho se vyloučí 1,2 g mědi na elektrodě, pokud roztokem síranu měďnatého prochází proud o velikosti 2 A.



### 3.1.4 Chemická vazba

Pomocí doplňovacích úloh, tajenky a dalších zajímavých aktivizujících úloh jsou v pracovním listu zopakovány nejdůležitější pojmy související s chemickou vazbou. Jako zajímavost se žáci dozvědí také informaci o jedné z prvních teorií o vzniku chemické vazby.

Pracovní list byl vytvořen tak, aby donutil žáky přemýšlet a využít jejich teoretické znalosti k řešení úloh. Zároveň by řešení pracovního listu mělo žáky bavit (zakomponování aktivizačních metod, např. tajenka). Oba faktory by měli dopomoci k tomu, aby si žáci zapamatovali alespoň nejnütnější základy o chemické vazbě.

**Název:** Chemická vazba

**Doporučený ročník:** 1. ročník střední školy

**Zařazení:** 1. ročník SŠ – téma Chemická vazba

**Použití:** Pracovní list je zaměřen na opakování učiva Chemická vazba. Obsahuje pojmy z celého tematického celku (vazby kovalentní, polární, iontová, kovová, slabé vazebné interakce). Je vhodné zařadit pracovní list pro opakování (případně ověřování) učiva

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

**Časová náročnost:** 15–20 minut

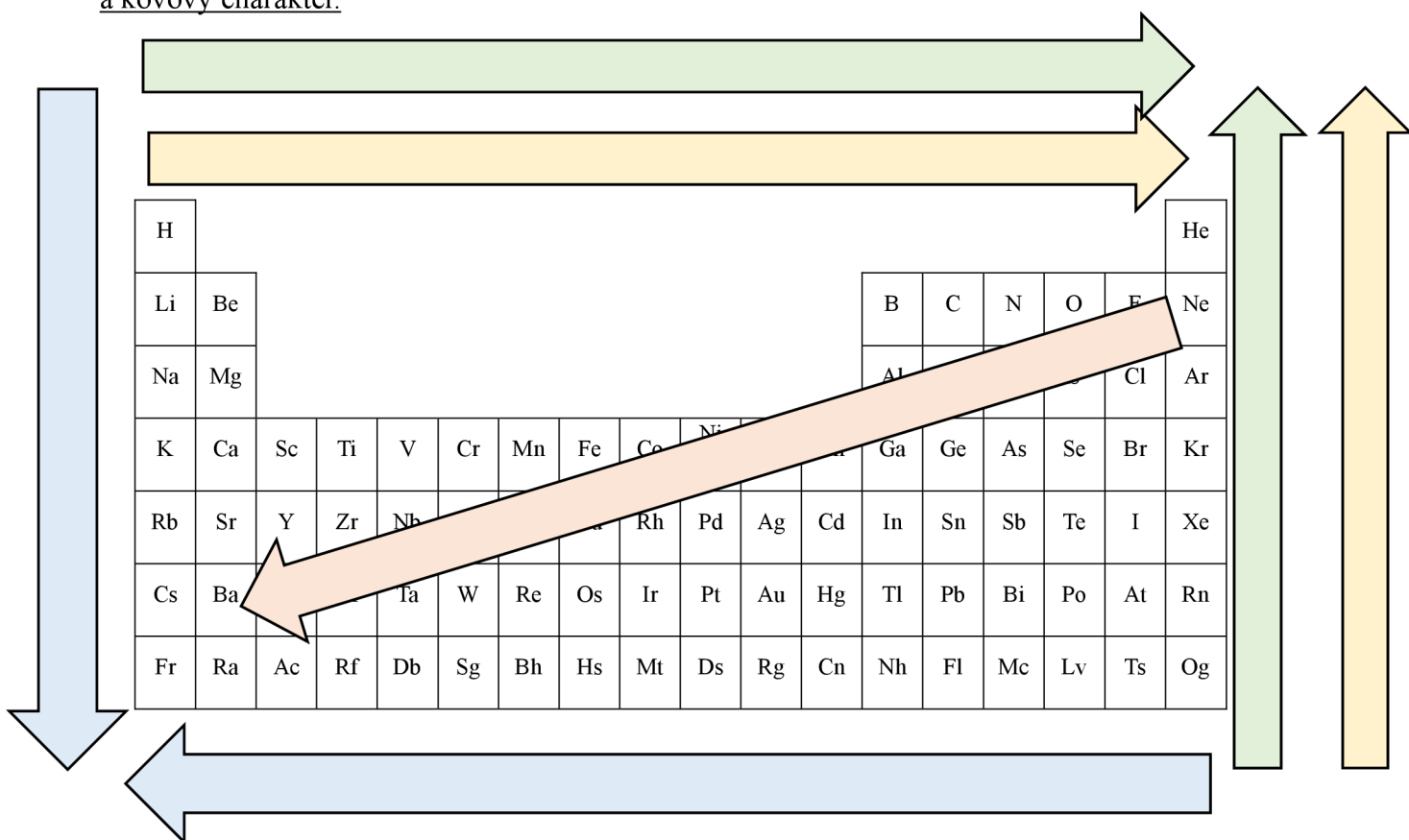
**Cíl:** Cílem vyučovací hodiny je komplexní zopakování učiva z celého tematického celku chemická vazba. Dalším cílem je zapojení mezipředmětových vazeb s předmětem fyzika, konkrétně s tématem elektrický proud v kovech.





## Pracovní list – Chemická vazba

1) Doplňte do šipek trendy růstu elektronegativity, atomového poloměru a ionizační energie a kovový charakter.



2) Doplňte do textu pojmy:

Podle vlastnosti atomu, která se nazývá \_\_\_\_\_, (schopnost přitahovat vazebné elektrony), rozlišujeme tři základní typy vazeb \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, a vazba \_\_\_\_\_. Obecně vazby vznikají na základě sdílení nevazebných \_\_\_\_\_. Podle počtu, které sdílí s dalším atomem rozlišujeme vazbu \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ a vazbu \_\_\_\_\_. Vlastnost atomu, která nám říká, kolik vazeb může atom maximálně vytvořit, se nazývá \_\_\_\_\_.

3) U následujících sloučenin odhadněte, o jaký typ vazby se jedná (hodnoty elektronegativit jsou zapsány u prvků).

K (0,91) - Cl (2,83)

N (3,07) – N (3,07)

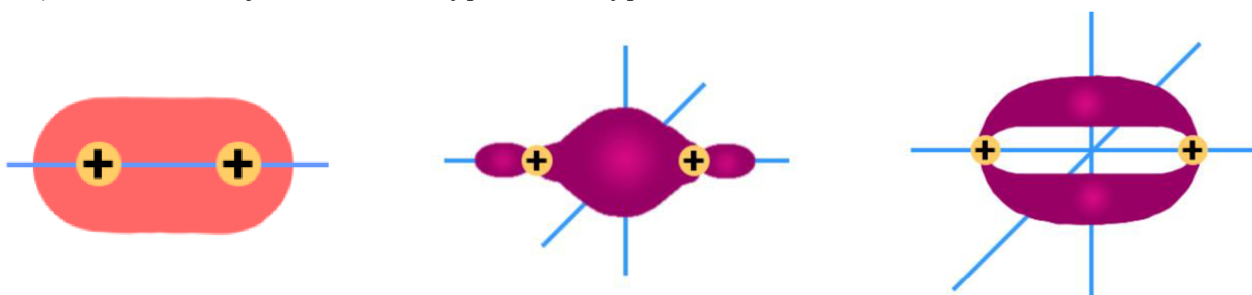
H (2,20) – O (3,50)

H (2,20) – Cl (2,83)



4) Zakreslete graf závislosti potenciální energie na vzdálenosti mezi dvěma atomy a označte, v jaké vzdálenosti vzniká vazba.

5) Určete, zda se jedná o orbital typu  $\sigma$  nebo typu  $\pi$



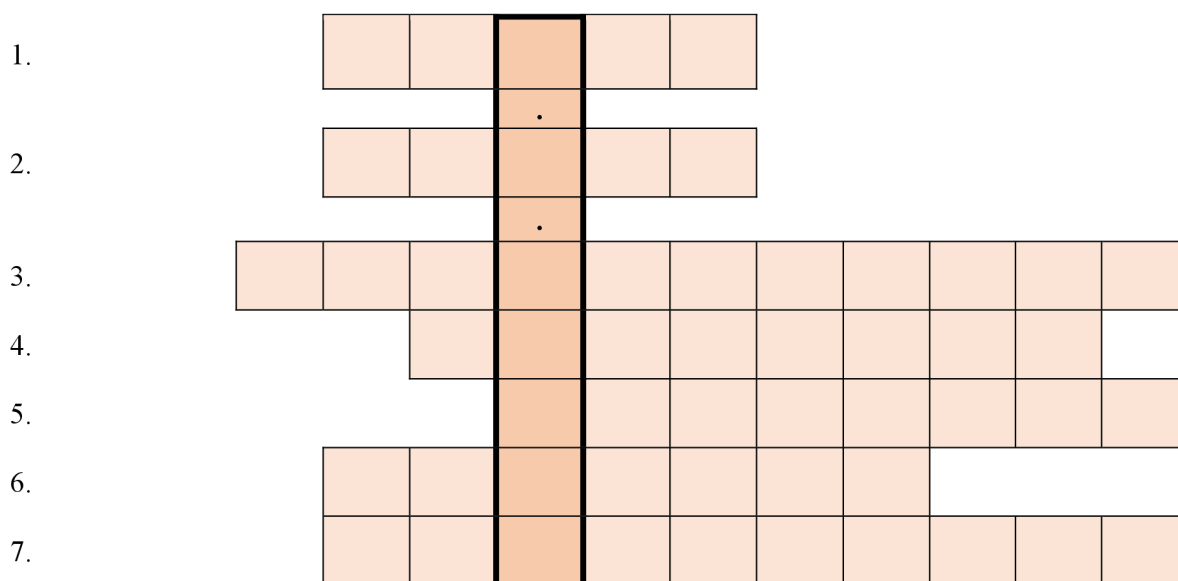
6) Doplňte informace o kovové vazbě

Atomy kovů se nejčastěji objevují ve formě \_\_\_\_\_. Množství atomů, které se vejdou na jedno místo, ovlivňuje \_\_\_\_\_ kovu. Některé kovy (sodík, draslík) by tak mohly plavat na vodě. Atomy jsou rozmístěny v krystalové mřížce a mezi nimi se volně pohybují \_\_\_\_\_ elektrony v podobě \_\_\_\_\_. Elektrony jsou tedy sdílené mezi všechny členy mřížky, a ne pouze mezi dva sousedící atomy. Díky volnému pohybu elektronů mohou kovy snadno vést \_\_\_\_\_. S kovovou vazbou souvisí také \_\_\_\_\_ kovů, protože delokalizace elektronů umožňuje při kování volný posuv vrstev.



7) Znázorněte mezi molekulami vody vodíkové můstky.

8) Doplňte tajenku



1. Řecké písmeno  $\sigma$  označující typ orbitalu se nazývá ...
2. Atom, který daroval volný elektronový pár, se nazývá ...
3. Elektrostatické síly působící mezi molekulami s permanentními elektrickými dipóly?
4. Tvar molekuly s hybridizací  $sp^3$  se nazývá ...
5. Typ slabých ne vazebných interakcí se nazývá Van der ..... síly.
6. Směs kovů vzniklá tavením se nazývá ...
7. Energie potřebná k rozbití vazby se nazývá ...

Tajenka: Chemik, který v roce 1916 vypracoval první kvantově chemickou teorii vazby, se jmenoval \_ . \_ . \_ \_ \_ \_ .



### 3.2 Zařazení mezipředmětových vztahů v RVP a v ŠVP vybraných škol

Zařazení mezipředmětových vztahů je jeden ze základních požadavků RVP G [1]. ŠVP vybraného vzorku škol tento požadavek však příliš nereflektovaly. Některé obsahovaly jen minimální množství přesahů, např. ŠVP Gymnázia, Krnov [4] obsahoval pouze jeden. Velmi často se také stávalo, že mezipředmětové vazby byly uvedeny výhradně u jednoho z předmětů a byly tak vypsány například pouze v oddílu chemie. Také se lze velmi často setkat s tím, že ŠVP uvádí jen ročník, ve kterém se učivo obou předmětů propojuje, neuvádí už ale konkrétní přesahy a zařazení mezipředmětových vztahů je tak bezvýznamné. Příkladem těchto dvou nedostatků je ŠVP Slezského gymnázia, Opava [5]. V oddílu fyziky jsou popsány jenom dva přesahy do předmětu chemie spolu s ročníkem a tématem. Oproti tomu v oddílu chemie jsou sice mezipředmětové přesahy zmíněny u tří tematických celků, není zde však uvedeno, s jakým učivem se ve fyzice prolínají. ŠVP tak působí nesystematicky a nedokončeně. Jako vzorový příklad bychom mohli uvést ŠVP Gymnázia, Olomouc – Hejčín [6]. Dokument u obou předmětů obsahuje rozepsané mezipředmětové vztahy. Vše je v přehledné tabulce spolu s ročníkem, kdy se učivo probírá v obou předmětech a také konkrétní přesah do druhého předmětu. Jako vzor by mohl sloužit také ŠVP Mendelova gymnázia, Opava [3], zde však pouze v oddílu chemie, protože část o fyzice neobsahuje žádné přesahy.

Celkově lze říct, že přehlednému zařazení mezipředmětových vztahů do svých ŠVP by se školy měly věnovat mnohem více a důkladněji. Zarážející je také fakt, že styl, jakým jsou přesahy uvedeny ve vzdělávacích programech, se v rámci jedné školy mění. K lepším výsledkům by mohla pomoci pevná norma pro učební osnovy, které zatím každá škola pojímá jinak. Zpracována by mohla být v nadcházejících revizích RVP G, které jsou naplánované po aktuálně probíhající revizi RVP ZV. Norma pro zapisování osnov by mohla vypadat následovně. Na každé nové stránce by v hlavičce tabulky byl uveden daný předmět a ročník výuky. Tabulka by byla rozdělena do sloupců *Téma, Výstupy, Učivo, Mezipředmětové vztahy a Poznámky* (pro možné exkurze a výlety). Příkladným vyobrazením toho, jak by takové pravidlo mohlo vypadat v praxi je Tabulka 3.1.

Tabulka 3.1: Příklad učebních osnov podle pevného pravidla.

## Vzdělávací obsah předmětu Chemie

### Ročník: I.

Téma	Výstupy	Učivo	Mezipředmětové vztahy	Poznámky
Stavba atomu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- žák dokáže definovat pojem atom, elektron, proton, neutron, nukleon, aniont, kationt, izotop, nuklid, elektronový obal</li> <li>- pozná a pracuje s protonovým a neutronovým číslem</li> <li>- zakreslí stavbu atomu</li> <li>- zapíše elektronovou konfiguraci prvku s pomocí periodické soustavy prvků</li> <li>- rozezná druhy radioaktivního záření (<math>\alpha</math>, <math>\beta^+</math>, <math>\beta^-</math>, <math>\gamma</math>)</li> <li>- definuje poločas rozpadu a jeho využití k určení stáří organismu</li> </ul>	<p>Atom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- částice</li> <li>- struktura</li> <li>- kvantová čísla</li> <li>- elektronová konfigurace</li> </ul> <p>Radioaktivita</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- druhy záření</li> <li>- poločas rozpadu</li> </ul>	<p>Fyzika</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kinetická teorie látek (II. ročník)</li> <li>- radioaktivita (IV. ročník)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plánovaný výlet do vědeckého centra</li> </ul>

Pevným zadáním tabulky by se všechny ŠVP synchronizovaly, obsahovaly by veškeré potřebné věci a dalo se v nich lépe orientovat. Důležitým prvkem u mezipředmětových vztahů by mohlo být uvedení ročníku, ve kterém se daný přesah v druhém předmětu vyučuje. Opět by se tak zlepšila orientace skrz ŠVP a jednotlivá témata by se nemusela dlouze dohledávat.

### 3.3 Inspirace v zahraničí

V kapitole 1.3 *Integrovaná výuka přírodovědných předmětů v zahraničí* byly shrnuty základní charakteristiky výuky s mezipředmětovými vztahy v cizích zemích. V USA se tato výuka upřednostňuje, čemuž odpovídá také jejich vzdělávací systém. Ten je koncipován právě tak, aby se žáci v průběhu studia na střední škole postupně dozvěděli informace ze všech integrovaných předmětů. Upraveno je také vzdělávání učitelů, kteří musí ovládat více předmětů, než jako je tomu u nás s klasickou dvouoborovou kombinací. Výhodou tohoto

systemu je velká úspora času, protože stejné tematické celky nejsou opakovaně probírány v různých předmětech. Učitelé mohou uspořené čas využít k doplňujícím aktivitám (např. pouštění výukových videí a filmů), didaktickým hrám nebo k hlubšímu upevnění učiva formou delšího opakování. Další výhodou je fakt, že zatímco u nás se na stejné učivo nahlíží z několika různých úhlů pohledu podle vyučovaného předmětu, žáci v USA mají pohled pouze jeden. Výklad tedy není zvlášť vysvětlován očima chemika, fyzika, biologa apod., což mnohdy vede ke zmatení žáků.

Ukázán byl také příklad z Německa, kde byla sestavena učebnice pro společný předmět chemie/fyzika [33]. Podle [26] byla učebnice značně kritizována a zlepšení nastalo až tehdy, kdy se rozšířila aprobace učitelů na tři až čtyři předměty. Ze systému obou zemí bychom tak mohli využít poznatek, že pro lepší integraci mezipředmětových vztahů musíme nejprve komplexněji zaškolit učitele. Mohlo by se tak jednat o rozšíření aprobace na tři předměty, nebo se zaměřit na tvorbu nově koncipovaného předmětu ve výukovém plánu vysokých škol, který by se zabýval integrací mezipředmětových vztahů do výuky. Částečným řešením by mohla být větší podpora budoucích učitelů při výběru aprobace a jejich cílenější motivace ke studiu předmětů buďto přírodovědných nebo humanistických.

### 3.4 Vyhodnocení analýzy učebnic chemie novějšího data vydání

V praktické části byla provedena analýza učebnic chemie pro spolužáky [8-10]. Ve srovnání se starší řadou Chemie pro gymnázia [14-16] jsou učebnice psány spíše neformálním jazykem, který je bližší mladší generaci a může je více motivovat ke čtení učebnice. Z hlediska odborného a vědeckého obsahu jsou v učebnici uvedeny pouze nezbytné definice a v celé sadě jich je velmi málo. Mnohdy jsou pojmy zmíněny v souvislém textu, ale nejsou zcela jasně vysvětleny nebo jsou interpretovány nepřesně. Příkladem může definice elektrolytu uvedena v kapitole 2.1.5 *Elektrický proud v kapalinách a elektrolyza*, kdy z definice „Obecná definice elektrochemie říká, že se zabývá reakcemi a rovnováhami mezi nabitými částicemi, tzv. elektrolyty.“ [9, str. 170] vyplývá, že elektrolyty jsou nabitě částice. Takových nepřesností a nepřesně definovaných pojmů lze v učebnicích najít více. Obrázky jsou sice barevné, ale opět oproti sadě ChG [14-16] nejsou vždy úplně názorné (příklad v kapitole 2.1.6 *Energie a teplo*). Jasným záměrem autorů je především zpřístupnit učivo chemie mladší generaci. Zjednodušení, častá absence konkrétních definic a neodborný jazyk však škodí chemii jako vědnímu oboru. Lze téměř s jistotou říct, že tyto učebnice [8-10] budou žákům vyhovovat více, než starší sada

ChG [14-16], přesto určitě existuje lepší kompromis mezi přístupností žákům a odborností textu.

Co se týče mezipředmětových vztahů chemie-fyzika, učebnice ChG [14-16] i učebnice Chemie pro spolužáky [8-10] se drží stejných tematických celků a téměř celé probrané učivo se v obou učebnicích nese v podobném duchu. Rozdíly nalezneme pouze v některých podkapitolách. Chemie pro spolužáky obsahuje kapitoly, které spadají spíše pod učební osnovy fyziky. Příkladem mohou být kapitoly věnující se principu fungování několika typů elektráren, dokonce je v učebnici vysvětlen fyzikální myšlenkový experiment se Schrödingerovou kočkou. Dále jsou uvedeny některé zmínky z předmětu fyzika, většinou však spíše jako zajímavosti. Výsledkem analýzy je fakt, že v novějších učebnicích [8-10] se mezipředmětová témata uvádí víceméně stejně jako ve starších. Rozdíl je pouze ve zpracování.

## ZÁVĚR

Předložená bakalářská práce se věnuje mezipředmětovým vztahům a jejich realizaci v hodinách chemie a fyziky. Přestože se jedná o důležitou součást výuky zavedenou také v rámcovém vzdělávacím programu, v průběhu práce zjistíme, že vybrané školy se jejich zapracování do školních vzdělávacích programů příliš nevěnují a uvádějí je pouze okrajově. Motivací k sepsání této práce byla snaha dále rozvíjet téma mezipředmětových vztahů a navázání na rešerši zpracovanou v práci Aleny Drábkové [25].

Teoretická část obsahuje rešerši školních vzdělávacích programů vybraných škol a vrhá tak světlo na to, že školy mezipředmětovým vztahům velmi často nevěnují potřebnou pozornost. Ani samotné školní vzdělávací programy nebývají zpracovány důsledně a přehledně. V této části jsou uvedeny také příklady integrované výuky v zahraničí, aby si čtenář mohl utvořit ucelenější představu, jak by výuka zaměřená na mezipředmětové vztahy mohla probíhat. Poslední částí teoretické části je zpracovaná rešerše učebnic staršího data vydání podle Aleny Drábkové [25], která je vhodná pro tvorbu didaktických materiálů s mezipředmětovými vztahy pro žáky.

V praktické části je provedena analýza učebnice novějšího data vydání. Analyzována jsou stejná témata, aby praktická část mohla sloužit k zvažování, které učebnice je vhodné použít ve výuce chemie. Zkoumá také, zda proběhl nějaký pokrok v zavedení mezipředmětových vztahů v učebnicích chemie, které nebyly podle A. Drábkové [25] zcela optimální.

V kapitole *Výsledky a diskuse* jsou zpracovány didaktické materiály, jako příklad integrace mezipředmětových vztahů do výuky. Mohou posloužit také jako didaktický materiál pro učitele.



## POUŽITÁ LITERATURA

1. BALADA, J., et al. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G* [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007 [cit. 2022-07-08]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>. ISBN 978-80-87000-11-3.
2. *Školní vzdělávací program Slovanského gymnázia Olomouc, č.j.239/2009* [online]. Olomouc: Slovanské gymnázium, Olomouc, 2022 [cit. 2022-07-08]. Dostupné z: <https://www.sgo.cz/skolni-vzdelavaci-program>.
3. *ŠVP pro vyšší gymnázium 1.–4. ročník a 5.– 8. ročník* [online]. Opava: Mendelovo gymnázium, Opava, příspěvková organizace, 2019 [cit. 2022-07-08]. Dostupné z: <https://www.sgo.cz/skolni-vzdelavaci-program>.
4. *Školní vzdělávací program pro vyšší stupeň osmiletého gymnázia, zpracován podle RVP G* [online]. Krnov: Gymnázium, Krnov, příspěvková organizace, 2017 [cit. 2022-09-08]. Dostupné z: <https://www.gymnaziumkrnov.cz/dokumenty/>.
5. *Školní vzdělávací program, V čase a prostoru se neztratíme* [online]. Opava: Slezské gymnázium, Opava, příspěvková organizace, 2019 [cit. 2022-09-08]. Dostupné z: <https://www.sgopava.cz/dokumenty/>.
6. *Školní vzdělávací plán pro obor vzdělání 79-41-K/81 Gymnázium* [online]. Olomouc: Gymnázium, Olomouc – Hejčín, Tomkova 45, 2022 [cit. 2022-09-08]. Dostupné z: <https://www.gytool.cz/o-skole/skolni-vzdelavaci-program>.
7. FRYČ, J., et al. *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+* [online]. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2020. 118 p. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-2030>. ISBN 978-80-87601-47-1.
8. OBRÁTIL, V., et al. *Chemie pro spolužáky: Obecná chemie I.* Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s. r. o., 2018. 175 p. ISBN 978-80-88255-16-1.
9. OBRÁTIL, V., et al. *Chemie pro spolužáky: Obecná chemie II.* Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s. r. o., 2018. 191 p. ISBN 978-80-88255-34-5.
10. HALÍK, T., et al. *Chemie pro spolužáky: Anorganická chemie.* Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s. r. o., 2019. 163 p. ISBN 978-80-88255-42-0.

11. RAKOUŠOVÁ, A. *Integrace obsahu vyučování v primární škole: Integrované slovní úlohy napříč předměty*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 160 p. ISBN 978-80-247-2529-1.
12. BAIERLOVÁ, Š., et al. *Hlavní směry revize rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MSMT, 2022 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://velke-revize-zv.rvp.cz/files/iii-hlavni-smery-revize-rvp-zv-po-vpr-final-230111.pdf>.
13. *Školní vzdělávací program Globe* [online]. Brno: Gymnázium Globe, s.r.o., 2020 [cit. 2023-06-13]. Dostupné z: <https://gymglobe.cz/svp-globe>.
14. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl*. 3. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2005. 240 p. ISBN 80-7182-055-5.
15. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 2. díl*. 2. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998. 231 p. ISBN 80-7182-056-3.
16. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 3. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2005. 250 p. ISBN 80-7182-057-1.
17. BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2011. 288 p. ISBN 978-80-7196-382-0.
18. BARTUŠKA, K., SVOBODA, E. *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2006. 244 p. ISBN 80-7196-200-7.
19. LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia: Mechanické kmitání a vlnění*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2009. 129 p. ISBN 978-80-7196-387-5.
20. LEPIL, O., ŠEDIVÁ, P. *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus*. 6. vyd. Praha: Prometheus, 2011. 342 p. ISBN 978-80-7196-385-1.
21. LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia: Optika*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2011. 207 p. ISBN 978-80-7196-384-4.
22. ŠTOLL, I. *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvěta*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2010. 193 p. ISBN 978-80-7196-386-8.
23. BARTOŠKA, K. *Fyzika pro gymnázia: Speciální teorie relativity*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2010. 62 p. ISBN 978-80-7196-388-2.
24. MACHÁČEK, M. *Fyzika pro gymnázia: Astrofyzika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2008. 143 p. ISBN 978-80-7196-376-9.
25. DRÁBKOVÁ, Alena. *Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia*. Olomouc, 2011. Bakalářská práce.

Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Doc. RNDr. Marta Klečková, CSc.

Dostupné také z: <https://theses.cz/id/cz6fxk/>.

26. BÍLEK, M., RYCHTERA, J., SLABÝ, A. *Integrovaná výuka přírodovědných předmětů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. 47 p. ISBN 9788024418810.
27. *Školní vzdělávací program: "Naše škola" 2022* [online]. Krnov: Základní škola Krnov, Žižkova 3, okres Bruntál, příspěvková organizace, 2022 [cit. 2023-03-24]. Dostupné z: <http://www.zs4krnov.cz/index.php/uredni-deska>.
28. HARLEN, W., et al. *Working with Big Ideas of Science Education*. Trieste: Science Education Programme of IAP, 2015. 58 p. Dostupné také z: <https://www.interacademies.org/publication/working-big-ideas-science-education>.
29. *The Ontario Curriculum: Science and Technology* [online]. Ontario: Queen's Printer for Ontario, 2022 [cit. 2023-06-16]. Dostupné z: <https://www.dcp.edu.gov.on.ca/en/curriculum/science-technology/downloads>.
30. *Nový bakalářský studijní program Science propojí přírodovědné disciplíny* [online]. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2022 [cit. 2023-06-17]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/aktuality/archiv-2022/studijni-program-science-propoji-prirodovedne-discipliny>.
31. *Le Système international d'unités/The International System of Units*. 9. vyd. Sévres: BIPM, 2019. ISBN 978-92-822-2272-0. Dostupné také z: <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>.
32. MIKULČÁK, J., et al. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. Praha: Prometheus, 1998. ISBN 978-807-1963-455.
33. SELCHOW, H., WROBEL, R. *Physik Chemie. 5./6. Schuljahr (Orientierungsstufe)*. Hannover: Schroedel, 1974. 108 p.
34. *Periodická soustava prvků dle IUPAC. Osobní webové stránky Ladislava Nádherného na VŠCHT Praha* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2017 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <http://web.vscht.cz/~nadhernl/psp.html>.
35. SKALKOVÁ, J. Příspěvek k otázce mezipředmětových souvislostí. *Pedagogika* [online]. 1962, (3/1962), [cit. 2023-07-08], p. 316–325. Dostupné z: <https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?p=5639%20title=> . ISSN 2336-2189.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ŠVP	Školní vzdělávací program
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
ChG	Chemie pro čtyřletá gymnázia
FG	Fyzika pro gymnázia
SŠ	Střední škola
ZŠ	Základní škola
USA	Spojené státy americké
VSEPR	Valence Shell Electron Pair Repulsion

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1 – Metodický list: Částicové složení látek – atom**

**Příloha 2 – Metodický list: Voda**

**Příloha 3 – Metodický list: Elektrochemie, elektrolytické děje**

**Příloha 4 – Metodický list: Chemická vazba**

## Příloha 1

### Metodický list: Částicové složení látek – atom

**Název:** Částicové složení látek – atom

**Doporučený ročník:** 8. ročník ZŠ, případně 3. ročník osmiletého gymnázia

**Zařazení:** 8. třída ZŠ – téma Částicové složení látek: atomy

**Použití:** Téma je zaměřeno na opakování učiva Částicové složení látek – stavby atomu, je tedy vhodné zařadit téma na závěr probírané látky, případně jako opakování před samotným ověřováním učiva.

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

**Časová náročnost:** 10–15 minut

#### Řešení jednotlivých úkolů:

##### 1) Doplňte pojmy na vynechaná místa.

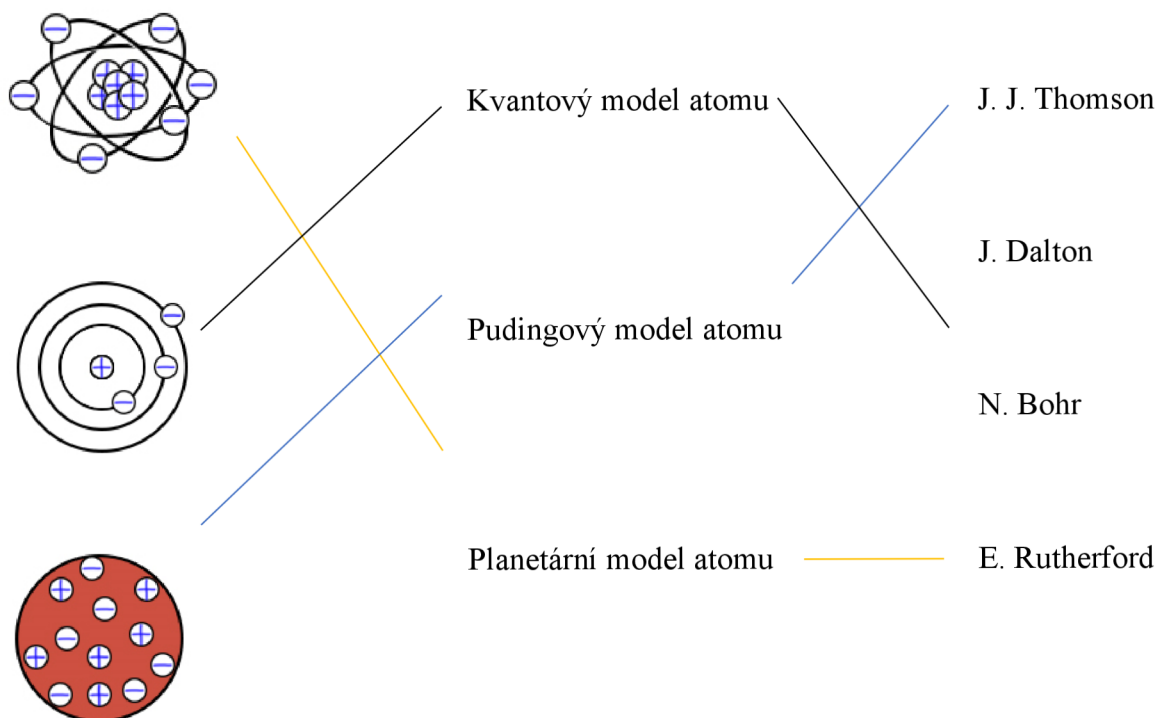
Atom je základní stavební jednotkou veškeré hmoty. Jeho existenci předpověděl již antický filozof Démokritos, který si představoval svět složený z malých nedělitelných částíček. Dnes víme, že atom se skládá ze dvou částí. Vnější část se jmenuje elektronový obal, který je tvořen záporně nabitými částicemi elektrony. Vnitřní část atomové jádro obsahuje kladně nabitě a neutrální částice protony a neutrony. Vnitřní část je velikostně menší a má větší hmotnost.

##### 2) Proč se dva atomy nemohou dotknout?

Atomy se nemohou dotknout, protože souhlasné náboje se navzájem odpuzují.



3) Přiřaďte k sobě vědce, model atomu a název modelu atomu. Jeden vědec je navíc.



4) Určete počet protonů, neutronů a elektronů, ze kterých se skládají tyto prvky:  ${}_{15}^{31}\text{P}$ ,  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ ,  ${}_{53}^{127}\text{I}$ .

${}_{15}^{31}\text{P}$  – 15 protonů, 16 neutronů, 15 elektronů

${}_{26}^{56}\text{Fe}$  – 26 protonů, 30 neutronů, 26 elektronů

${}_{53}^{127}\text{I}$  – 53 protonů, 74 neutronů, 53 elektronů

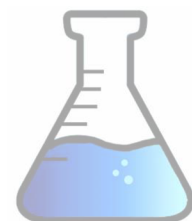


### 5) Doplňte tajenku

1			G	A	M	A													
2		A	V	O	G	A	D	R	O	V	A								
3				N	U	K	L	E	O	N	Y								
4					P	R	V	E	K										
5			K	A	T	I	O	N	T										
6	H	M	O	T	N	O	S	T	N	Í									
7							V	A	L	E	N	Č	N	Í					
8				U	M	Ě	L	Á											
9			I	Z	O	T	O	P	Y										

1. Typ záření o vysoké energii, které nejnáze proniká hmotou?
2. .... konstanta vyjadřuje počet částic v látkovém množství 1 molu.
3. Protony a neutrony jsou souhrnně označovány jako ...
4. Látka tvořená atomy se stejným protonovým číslem?
5. Atom, který odevzdal elektron, se nazývá ...
6.  $m_u$  je značka pro atomovou ... konstantu.
7. Vnější vrstva elektronů se nazývá ...
8. Radioaktivita může být přirozená nebo ...
9. Atomy jednoho prvku se stejným počtem protonů, ale jiným počtem neutronů se nazývají ...

Tajenka: Část přírody, v níž platí zákonitosti klasické fyziky, a jsme ji schopni pozorovat vlastními smysly, se nazývá:





6) Najděte v čtyřsměrce devět pojmů souvisejících s atomem a vypište je

J	A	P	R	S	T	K	O	P	E	N
L	V	R	T	I	Z	O	T	O	P	M
O	D	V	C	V	A	T	H	G	K	O
Č	Y	E	E	S	T	J	M	P	O	L
Á	K	K	V	D	I	B	S	R	A	N
S	L	E	L	E	K	T	R	O	N	E
T	O	V	J	U	R	D	R	T	E	U
I	M	I	D	Á	S	U	E	O	N	T
C	O	B	A	L	D	O	N	N	A	R
E	C	A	R	B	E	R	O	S	T	O
D	I	N	U	K	L	E	O	N	I	N

ČÁSTICE

IZOTOP

NUKLEON

PRVEK

JÁDRO

OBAL

ELEKTRON

NEUTRON

PROTON

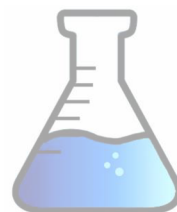


### **Doporučení:**

Pro nejlepší vypovídající hodnotu by během práce neměly být používány mobilní telefony, učebnice ani periodická soustava prvků. Žáci by měli pracovat samostatně, případně maximálně ve dvojici. Práce ve větších skupinkách by se jevila jako příliš jednoduchá a krátká. Motivací za správně vyplněný list by měla být adekvátní odměna (např. hodnocení 1), naopak nedoporučuji žáky trestat za chybné nebo nedostačující vyplnění špatnou známkou.

### **Literatura:**

1. OBRÁTIL, V., et al. *Chemie pro spolužáky: Obecná chemie I.* Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s. r. o., 2018. 175 p. ISBN 978-80-88255-16-1.
2. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl.* 3. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2005. 240 p. ISBN 80-7182-055-5.
3. MACH, J., PLUCKOVÁ, I., ŠIBOR, J. *Chemie 8 - Úvod do obecné a anorganické chemie.* Brno: NOVÁ ŠKOLA, 2015. 110 p. ISBN 9788072897704.



## Příloha 2

### Metodický list: Voda

S vodou se v našich životech setkáváme úplně všude. Kromě toho, že je voda základem života a tvoří 60 % našeho těla, neobejdeme se bez ní téměř v žádné profesi. Proto je nutné znát základní vlastnosti této kapaliny a k čemu všemu je můžeme využít.

**Název:** Voda

**Doporučený ročník:** 8. ročník ZŠ, případně 3. ročník osmiletého gymnázia

**Zařazení:** 8. třída ZŠ – téma Voda

**Použití:** Pracovní list je zaměřen na opakování učiva voda. Objevují se v něm také pojmy z předchozích kapitol (směsi, změny skupenství), je tedy vhodné zařadit pracovní list na závěr probírané látky.

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

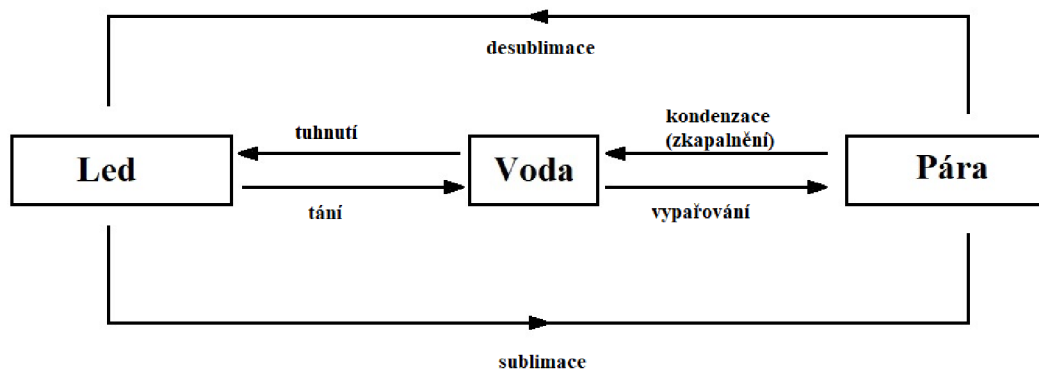
**Časová náročnost:** 10–15 minut

#### Řešení jednotlivých úkolů:

1) Napište stechiometrický vzorec molekuly vody.

H<sub>2</sub>O

2) Doplňte do schématu jednotlivé skupenské přeměny.



### 3) Doplňte do textu informace o koloběhu vody.

Použijte slova: odpaří, deště, podzemní vody, moří, páry, vodními toky, oceánů, sněhu

Voda se ve formě páry vypařuje z moří a oceánů. Vystoupá vzhůru, ve velkých výškách se ochladí a v podobě deště a sněhu se vrací zpátky na zem. Část vody se odpaří, část se vsákne hluboko do země, kde vytváří zásoby podzemní vody a část odtéká vodními toky zpátky do velkých vodních ploch a koloběh začíná nanovo.

### 4) Doplňte tajenku

1				V	A	R						
2	K	A	P	A	L	N	É	M				
3			U	Ž	I	T	K	O	V	Á		
4			N	U	L	A						
5				S	Í	R	Y					
6					K	Y	S	L	Í	K		
7			Č	I	S	T	I	Č	K	A		
8	D	E	S	T	I	L	A	C	E			
9			H	Y	D	R	O	S	F	É	R	A
10				P	Ě	N	A					

1. Děj, při kterém se z kapaliny stává pára
2. Za normálních podmínek je voda v ..... skupenství
3. Voda, kterou používáme k zalévání, splachování, a nemůžeme ji pít, se nazývá
4. Voda zamrzá při ..... stupních
5. Za kyselý dešť jsou mimo jiné odpovědné oxidy dusíku a oxidy .....
6. Voda se skládá ze dvou prvků, kterými jsou vodík a .....
7. Místo, kde se z vody odstraňují nežádoucí látky, se jmenuje „..... odpadních vod“



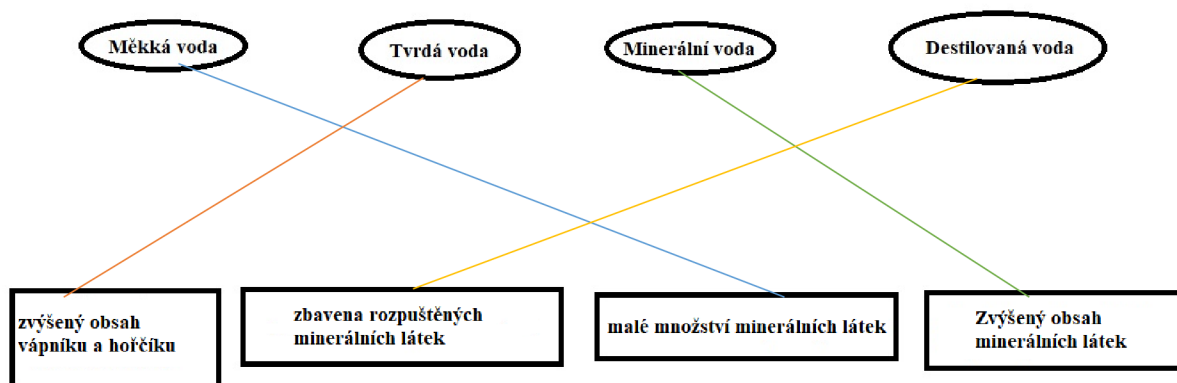
8. Metoda používaná k oddělení kapalných látek s rozdílnou teplotou varu se nazývá
9. Vodní obal Země se nazývá
10. Směs plynu v kapalině

Tajenka: Nejslanější jezero na světě se nachází v Antarctidě a jmenuje se Don Juan Pond.

5) Napište alespoň pět využití vody.

chlazení, surovina, čištění, přeprava, zavlažování, reakční prostředí, hašení, sport, hygiena, život ...

6) Spojte pojmy se správným popisem.



### **Doporučení:**

Aby bylo docíleno co nejlepšího efektu při opakování učiva, neměli by žáci používat mobilní telefony. Žáci by měli pracovat samostatně, případně maximálně ve dvojici. Práce ve větší skupině by se mohla jevit jako příliš jednoduchá a krátká. Motivací za správně vyplněný list by měla být adekvátní odměna (např. hodnocení 1), naopak nedoporučuji žáky trestat za chybné nebo nedostačující vyplnění špatnou známkou.

### **Literatura:**

1. HALÍK, T., et al. *Chemie pro spolužáky: Anorganická chemie*. Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s. r. o., 2019. 163 p. ISBN 978-80-88255-42-0.
2. MACH, J., PLUCKOVÁ, I., ŠIBOR, J. *Chemie 8 - Úvod do obecné a anorganické chemie*. Brno: NOVÁ ŠKOLA, 2015. 110 p. ISBN 9788072897704.



## Příloha 3

### Metodický list: Elektrochemie, elektrolytické děje

V kapitole si zopakujeme základy elektrolytických dějů. Tyto děje byly použity ke stavbě prvních elektrických článků, které produkovaly měřitelné napětí. Následným zdokonalením jsme se dostali až do dnešní situace, kdy vylepšené, a dokonce znovu nabíjitelné články běžně používáme.

**Název:** Elektrochemie, elektrolytické děje

**Doporučený ročník:** 2. ročník střední školy

**Zařazení:** 2. ročník SŠ – téma Redoxní reakce

**Použití:** Pracovní list je zaměřen na opakování učiva elektrochemie, elektrolytické děje.

Objevují se v něm také pojmy z předchozích kapitol (směsi, změny skupenství). Vhodné je zařazení pracovního listu pro fixaci učiva, případně ověření učiva.

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

**Časová náročnost:** 20–25 minut

#### Řešení jednotlivých úkolů:

##### 1) Doplňte pojmy do textu:

Elektrochemie je vědní disciplína zabývající se rovnováhami a ději v soustavách, které obsahují částice nesoucí elektrický náboj. Tyto soustavy (obvykle roztoky nebo taveniny) se obecně nazývají elektrolyty. Nedílnou součástí jsou elektrody. Rozlišujeme je na katodu, na které probíhá redukce a anodu, na které probíhá oxidace. Důležitým odvětvím elektrochemie jsou redoxní reakce, během kterých se přenáší elektrický proud a mění se tak oxidační čísla atomů. Obecně je elektrický proud uspořádaný pohyb nosičů elektrického náboje prošlého za jednotku času daným průřezem elektrického vodiče. Podle nosičů náboje rozlišujeme dva typy vodičů. Pokud přenos zajišťují elektrony, mluvíme o vodiči I. třídy. Pokud přenos elektřiny zprostředkovávají ionty, jedná se o vodiče II. třídy.



2) S pomocí znalostí o Beketově řadě kovů vyber správnou možnost:

**Zn Cr Fe Cd Tl Co Ni Sn Pb H Cu Ag Hg Au**

a) Reaguje měď s kyselinou chlorovodíkovou?

ANO (D)      NE (N)

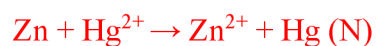
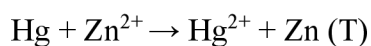
b) Reaguje kobalt s kyselinou chlorovodíkovou i kyselinou sírovou?

ANO (E)      NE (A)

c) Reaguje stříbro s kyselinou chlorovodíkovou i s kyselinou dusičnou?

ANO (L)      NE (R)

d) Která z následujících reakcí proběhne samovolně?



e) Draslík, železo, hliník, rtuť a zinek patří mezi neušlechtilé kovy.

ANO (O)      NE (S)

f) Standardní potenciál vodíkové elektrody je 0,0 V

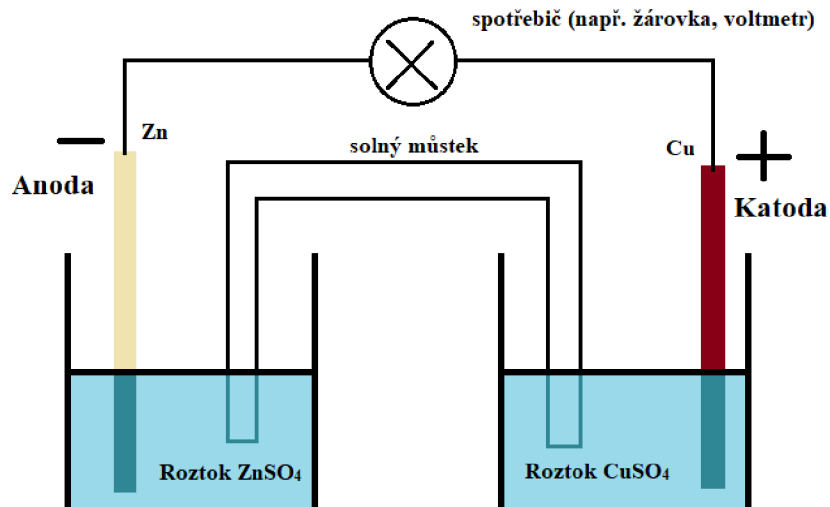
ANO (T)      NE (N)

Autorem rovnice pro výpočet redoxního potenciálu v závislosti na teplotě a koncentraci je chemik Walther Hermann Nernst.





3) Nakreslete a popište Daniellův člunek, nezapomeňte určit co je katoda a co anoda. Napište, jak byste člunek sestavili, abyste změřili standardní potenciál zinkové elektrody.



Místo měděné katody bychom použili vodíkovou elektrodu a ke změření potenciálu použili voltmetr (na místě „spotřebiče“).

4) U následujících dvojic určete, na které elektrodě bude probíhat oxidace a na které redukce.

1)  $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$  ( $E^0 = -0,126 \text{ V}$ ) - Redukce

$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  ( $E^0 = -0,761 \text{ V}$ ) - Oxidace

2)  $\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$  ( $E^0 = -2,912 \text{ V}$ ) - Oxidace

$\text{Ag}^+/\text{Ag}$  ( $E^0 = 0,799 \text{ V}$ ) - Redukce

3)  $\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$  ( $E^0 = -0,137 \text{ V}$ ) - Oxidace

$\text{H}^+/\text{H}_2 (\text{g})$  ( $E^0 = 0,000 \text{ V}$ ) - Redukce

4)  $\text{Au}^{3+}/\text{Au}$  ( $E^0 = 1,498 \text{ V}$ ) - Redukce

$\text{Br}^-/\text{Br} (\text{l})$  ( $E^0 = 1,066 \text{ V}$ ) - Oxidace

5) Napište, čemu odpovídají následující popisy.

a) Jsem primární člunek. Katodu tvoří grafit obalený oxidem manganičitým a anodu zinek. Jako elektrolyt je použit chlorid amonný. Kdysi jsem byl používán v telegrafii nebo kapesních svítilnách.

- Leclancheův člunek



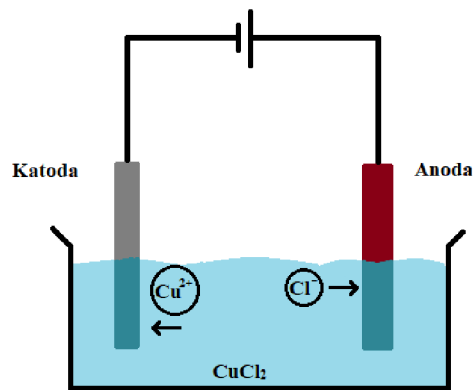
b) Jsem sekundární článek Anodu mám z grafitu a katodu z oxidu lithno-kobaltitého. Jsem schopen vyvinout napětí 3,6 V a najdeš mě například ve svém mobilním telefonu nebo v notebooku.

-Lithiový akumulátor

c) Jsem proces, během kterého z látky při rozpouštění v polárním rozpouštědle vznikají kationty a anionty.

- disociace

6) Na obrázku je jednoduché schéma **elektrolýzy**. Elektrody jsou ponořeny v roztoku  $\text{CuCl}_2$ . Označte anodu a katodu a zaznačte, jaké ionty vzniknou a ke které katodě se přesunou.



Vznikají ionty  $\text{Cu}^{2+}$  (přesunou se ke katodě) a ionty  $\text{Cl}^-$  (přesunou se k anodě)

7) Vypočítej za jak dlouho se vyloučí 1,2 g mědi na elektrodě, pokud roztokem síranu měďnatého prochází proud o velikosti 2 A.

$$F = 9,648 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m = 1,2 \text{ g}$$

$$v = 2$$

$$I = 2 \text{ A}$$

$$M = 63,546 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$t = \frac{m \cdot F \cdot v}{M \cdot I} = \frac{1,2 \cdot 9,648 \cdot 10^4 \cdot 2}{63,546 \cdot 2} \text{ s} = 1821 \text{ s} = \underline{30,36 \text{ min}}$$

Na elektrodě se 1,2 gramu mědi vyloučí za 30,36 min.



### Doporučení:

Aby bylo docíleno co nejlepšího efektu při opakování učiva, neměli by žáci používat mobilní telefony. Žáci by měli pracovat samostatně, případně maximálně ve dvojici. Práce ve větší skupině by se mohla jevit jako příliš jednoduchá a krátká. Motivací za správně vyplněný list by měla být adekvátní odměna (např. hodnocení 1), naopak nedoporučuji žáky trestat za chybné nebo nedostačující vyplnění špatnou známkou.

### Literatura:

1. OBRÁTIL, V., et al. *Chemie pro spolužáky: Obecná chemie II.*. Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s. r. o., 2018. 191 p. ISBN 978-80-88255-34-5.
2. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 2. díl.* 2. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998. 231 p. ISBN 80-7182-056-3.
3. MIKULČÁK, J., et al. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy.* Praha: Prometheus, 1998. ISBN 978-807-1963-455.



## Příloha 4

### Metodický list: Chemická vazba

**Název:** Chemická vazba

**Doporučený ročník:** 1. ročník střední školy

**Zařazení:** 1. ročník SŠ – téma Chemická vazba

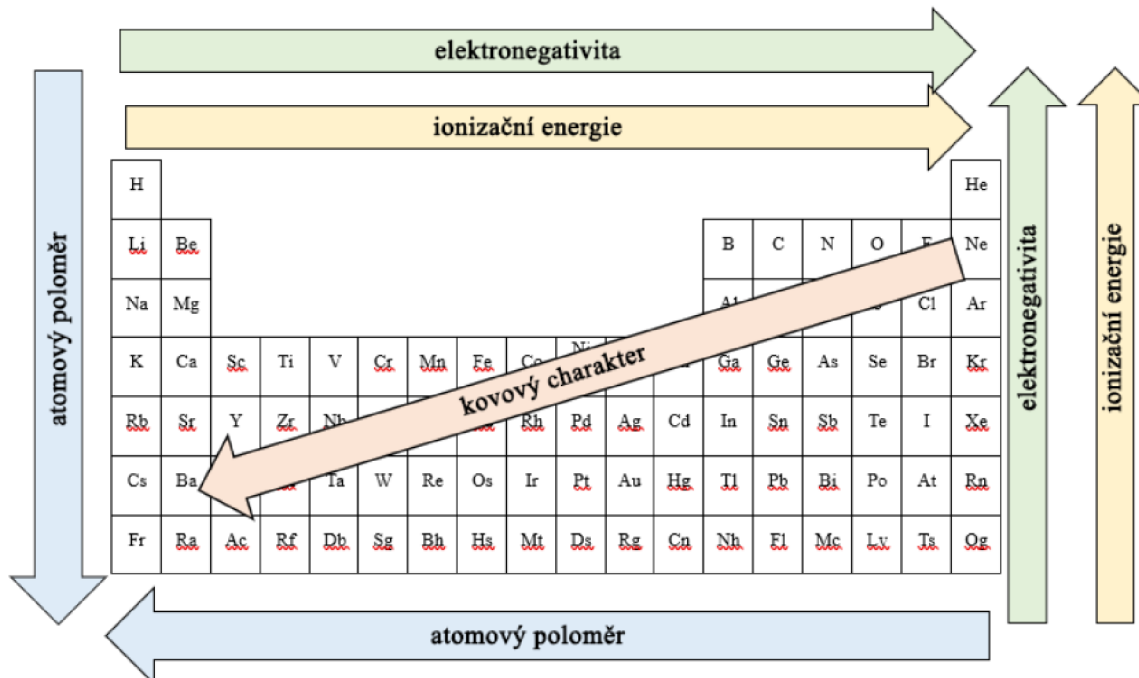
**Použití:** Pracovní list je zaměřen na opakování učiva Chemická vazba. Obsahuje pojmy z celého tematického celku (vazby kovalentní, polární, iontová, kovová, slabé vazebné interakce). Je vhodné zařadit jej jako formu opakování až po probrání všech podkapitol.

**Organizace:** vhodné pracovat samostatně nebo ve dvojici

**Časová náročnost:** 15–20 minut

#### Řešení jednotlivých úkolů:

1) Doplňte do šipek trendy růstu elektronegativity, atomového poloměru a ionizační energie a kovový charakter.



2) Doplňte do textu pojmy:

Podle vlastnosti atomu, která se nazývá elektronegativita, (schopnost přitahovat vazebné elektron), rozlišujeme tři základní typy vazeb kovalentní, polární, a vazba iontová. Obecně vazby vznikají na základě sdílení ne vazebných elektronů. Podle počtu, které sdílí s dalším atomem rozlišujeme vazbu jednoduchou, dvojnou a vazbu trojnou. Vlastnost atomu, která nám říká, kolik vazeb může atom maximálně vytvořit, se nazývá vaznost.

3) U následujících sloučenin odhadněte, o jaký typ vazby se jedná (hodnoty elektronegativit jsou zapsány u prvků).

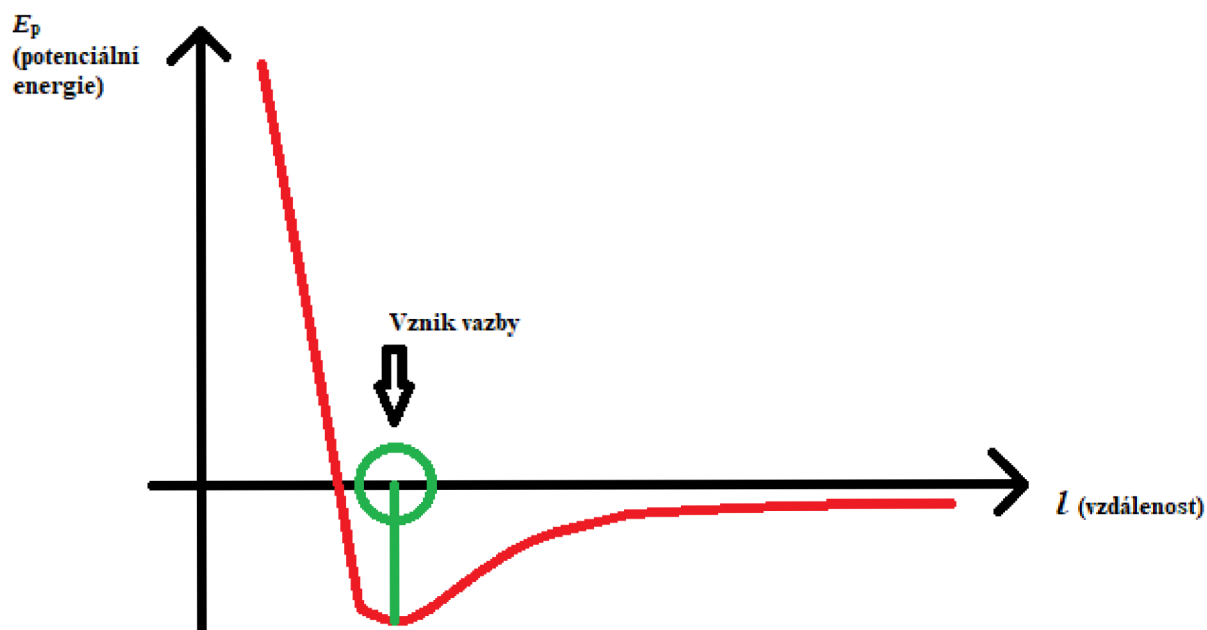
K (0,91) - Cl (2,83) - iontová

N (3,07) – N (3,07) - kovalentní

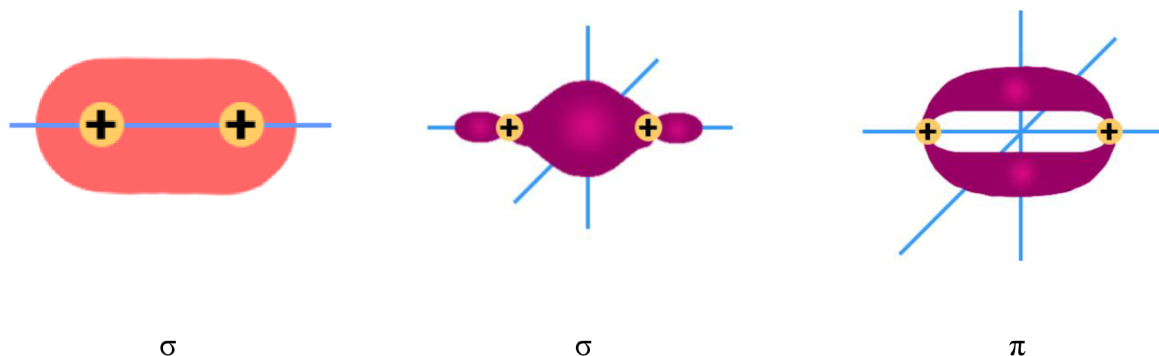
H (2,20) – O (3,50) - polární

H (2,20) – Cl (2,83) – polární

4) Zakreslete graf závislosti potenciální energie na vzdálenosti mezi dvěma atomy a označte, v jaké vzdálenosti vzniká vazba.



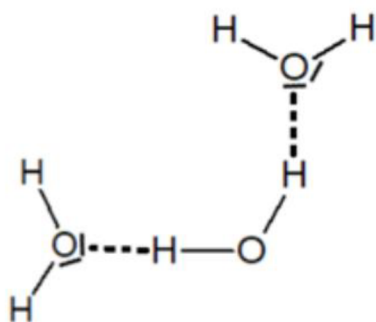
5) Určete, zda se jedná o orbital typu  $\sigma$  nebo typu  $\pi$



6) Doplňte informace o kovové vazbě

Atomy kovů se nejčastěji objevují ve formě krystalové mřížky. Množství atomů, které se vejdou na jedno místo, ovlivňuje hustotu kovu. Některé kovy (sodík, draslík) by tak mohly plavat na vodě. Atomy jsou rozmístěny v krystalové mřížce a mezi nimi se volně pohybují valenční elektrony v podobě elektronového plynu. Elektrony jsou tedy sdílené mezi všechny členy mřížky, a ne pouze mezi dva sousedící atomy. Díky volnému pohybu elektronů mohou kovy snadno vést elektrický proud. S kovovou vazbou souvisí také kujnost kovů, protože delokalizace elektronů umožňuje při kování volný posuv vrstev.

7) Znázorněte mezi molekulami vody vodíkové můstky.



### 8) Doplňte tajenku

1.	S	I	G	M	A						
			.								
2.	D	O	N	O	R						
			.								
3.	C	O	U	L	O	M	B	I	C	K	É
4.			T	E	T	R	A	E	D	R	
5.			W	A	A	L	S	O	V	Y	
6.	S	L	I	T	I	N	A				
7.	D	I	S	O	C	I	A	Č	N	Í	

1. Řecké písmeno  $\sigma$  označující typ orbitalu se nazývá ...
2. Atom, který daroval volný elektronový pár, se nazývá ...
3. Elektrostatické síly působící mezi molekulami s permanentními elektrickými dipóly?
4. Tvar molekuly s hybridizací  $sp^3$  se nazývá ...
5. Typ slabých nevazebných interakcí se nazývá Van der ..... síly.
6. Směs kovů vzniklá tavením se nazývá ...
7. Energie potřebná k rozbití vazby se nazývá ...

Tajenka: Chemik, který v roce 1916 vypracoval první kvantově chemickou teorii vazby se jmenoval G. N. Lewis.



### Doporučení:

Aby bylo docíleno co nejlepšího efektu při opakování učiva, žáci by neměli používat mobilní telefony. Žáci by měli pracovat samostatně, případně maximálně ve dvojici. Práce ve větší skupině by se mohla jevit jako příliš jednoduchá a krátká. Motivací za správně vyplněný list by měla být adekvátní odměna (např. hodnocení 1), naopak nedoporučuji žáky trestat za chybné nebo nedostačující vyplnění špatnou známkou.

### Literatura:

1. OBRÁTIL, V., et al. *Chemie pro spolužáky: Obecná chemie I.* Hradec Králové: ProSpolužáky.cz s. r. o., 2018. 175 p. ISBN 978-80-88255-16-1.
2. MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia: 1. díl.* 3. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2005. 240 p. ISBN 80-7182-055-5.
3. MIKULČÁK, J., et al. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy.* Praha: Prometheus, 1998. ISBN 978-807-1963-455.
4. *Periodická soustava prvků dle IUPAC. Osobní webové stránky Ladislava Nádherného na VŠCHT Praha* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2017 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <http://web.vscht.cz/~nadhernl/psp.html>.

