

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Učitelství chemie pro střední školy – Učitelství biologie pro střední školy



**Bc. Lukáš Wilhelm**

**Vybrané materiály pro výuku chemie v nižších ročnících na osmiletém gymnáziu**

**Selected materials for teaching chemistry in lower grades at the eight-year grammar  
school**

Typ závěrečné práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.

Praha, 2023

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Petra Šmejkal, Ph.D. Uvedl jsem všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne: .....

.....

Lukáš WILHELM

## Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval doc. RNDr. Petru Šmejkalovi Ph.D. za rady, čas a ochotu, které mi během psaní této diplomové práce věnoval. Velké poděkování patří taktéž Přemkovi Kauckému za ilustrace a Mgr. Tereze Samkové za jazykovou korekci této práce. Největší dík patří však rodině a mým nejbližším za neutuchající podporu během celého studia.

## **Abstrakt**

Nesourodost českého školního systému, která vychází z existence tří odlišných typů gymnázií, přináší i časový nesoulad výuky některých předmětů. Dnes se totiž žáci na osmiletých gymnáziích setkávají s vyučovacím předmětem chemie poprvé o rok až dva roky dříve než žáci na základních školách. Oběma skupinám ale může být předložena stejná učebnice, která však může být pro mladší žáky nevhodná, jelikož by nereflektovala, že žáci nejsou dostatečně kognitivně vyspělí. Jakým způsobem k této disproporci přistupují osmiletá gymnázia samotná? Odlišuje se nějak přístup k výuce chemie mladších žáků v cizích zemích? Právě na tyto otázky se tato diplomová práce snaží odpovědět. Pro zjištění odpovědí byla použita analýza českých i vybraných zahraničních kurikulárních dokumentů. K nejdůležitějším výsledkům práce patří, že osmiletá gymnázia v ČR zařazují během prvního roku výuky chemie nejčastěji celkem sedm výukových celků, z nichž nejvíce abstraktních pojmů obsahuje výukový celek *Částicové složení látek*. V cizích zemích se ve výuce chemie u mladších žáků nejde tak do hloubky jako na našich osmiletých gymnáziích, ale do výuky jsou zařazována srovnatelná témata i v podobném pořadí. Tato práce obsahuje i zpracovaný učební materiál pro mladší žáky osmiletých gymnázií zaměřující se právě na částicové složení látek. Tento učební materiál je pro žáky nižších ročníků osmiletých gymnázií vhodný nejen pro vyvážený počet abstraktních pojmů, ale i kvůli začlenění celé řady aktivizačních metod, které žákům mají pomoci pochopit toto důležité téma.

## **Klíčová slova**

Chemie, výuka chemie, osmiletá gymnázia, výukový materiál

## **Abstract**

The incoherence of the Czech school system, which is based on the existence of three different types of grammar schools, results in a time inconsistency in the teaching of some subjects. Today, pupils at eight-year grammar schools encounter the subject of chemistry for the first time one to two years earlier than pupils at primary schools. However, the same textbook may be presented to both groups, but it may be inappropriate for younger pupils as it would not reflect the fact that they are not cognitively advanced enough. How do eight-year grammar schools themselves approach this disparity? Does the approach to teaching chemistry to younger pupils differ in foreign countries in any way? These are the questions this thesis seeks to answer. To find the answers, an analysis of Czech and selected foreign curriculum documents was used. The most important results of this thesis include the fact that eight-year grammar schools in the Czech Republic most often include a total of seven teaching units during the first year of chemistry teaching, of which the most abstract concepts are included in the teaching unit *Particle composition of substances*. In foreign countries, the teaching of chemistry to younger pupils does not go as in-depth as in our eight-year grammar schools, but comparable topics are included in the teaching and in a similar order. This thesis also contains a teaching material for younger pupils of eight-year grammar schools focusing specifically on the particle composition of substances. This teaching material is suitable for lower grades of eight-year grammar schools not only because of the balanced number of abstract terms, but also because of the inclusion of a number of activation methods to help students understand this important topic.

## **Key words**

Chemistry, chemistry education, Eight-year grammar school, Teaching material

## **Seznam zkratk**

MŠMT Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

PSP Periodická soustava prvků

RVP G Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP ZV Rámcový program pro základní vzdělávání

ŠVP Školní vzdělávací program

TIMSS Trends in International Mathematics and Science Study

ZZH Zákon zachování hmotnosti

# Obsah

Úvod .....	8
Cíle .....	10
1 Teoretická část .....	11
1.1 Výuka chemie na osmiletých gymnáziích v ČR.....	11
1.2 Učivo v RVP.....	13
1.3 Kognitivní vývoj žáků nastoupivších na osmiletá gymnázia v souvislosti s výukou chemie.....	15
2 Praktická část .....	20
2.1 Analýza učebních témat v ŠVP vybraných osmiletých gymnázií.....	20
2.2 Analýza učebních témat v chemii ve vybraných cizích zemích .....	23
2.2.1 Singapur .....	24
2.2.2 Jižní Korea.....	26
2.2.3 Finsko .....	27
2.2.4 Litva .....	28
2.2.5 Austrálie .....	30
2.2.6 Shrnutí analýzy učebních témat v chemii v cizích zemích .....	31
2.3 Zhodnocení vybraných učebních materiálů.....	33
2.3.1 Zhodnocení míry abstrakce jednotlivých tematických celků.....	33
2.3.2 Zpracování kapitol zabývajících se tematickým celkem částicové složení látek ve vybraných učebnicích.....	37
2.3.3 Zhodnocení elektronických materiálů .....	40
2.4 Tvorba učebního materiálu.....	41
3 Závěr .....	45
4 Seznam použité literatury.....	46
5 Seznam příloh .....	52

## Úvod

Český školní systém se v mezinárodním srovnání vymyká nejen existencí tří typů gymnázií, ale také částečným časovým překryvem vzdělávání na základních školách a víceletých gymnáziích. Zatímco v případě šestiletých gymnázií je tento překryv dvouletý, osmiletá gymnázia a základní školy, vzdělávají české žáky souběžně celé čtyři roky. Toto souběžné vzdělávání žáků však s sebou přináší řadu problémů. Jeden z nich souvisí i s výukou chemie. Základní školy totiž zařazují vyučovací předmět chemie v naprosté většině až od osmého ročníku základní školy, tedy od 13 let věku žáků. Osmiletá gymnázia naproti tomu zařazují chemii nejčastěji o rok či výjimečně o dva roky dříve než základní školy, ve dvanácti nebo jedenácti letech věku.

Problematické je ovšem to, že jak žákovi osmého ročníku základní školy, tak žákovi prvního nebo druhého ročníku osmiletého gymnázia jsou předkládány stejné učebnice určené zároveň žákům základních škol i osmiletých gymnázií. Tyto učební materiály ale nereflektují, že věk žáků, kteří se s učebnicí ve výuce setkávají, se může až o dva roky lišit. Tento věkový rozdíl se může však stát zcela zásadním pro pochopení řady teorií a principů, se kterými se žáci v chemii v tomto období setkávají. Procházejí totiž jedním z posledních zlomových období, kdy se mění jejich kognice a způsob uvažování. Jinými slovy, třináctiletý žák je schopen snáze chápat abstraktní učivo než dvanáctiletý, respektive jedenáctiletý žák.

Vzhledem k tomu, že tato problematika není příliš probádaná, se tato práce bude věnovat právě přístupu k výuce chemie v nižších ročnících osmiletých gymnázií a tvorbě vyhovujícího učebního materiálu pro žáky těchto gymnázií. V teoretické části bude nejprve popsán současný systém výuky chemie na osmiletých gymnáziích a odpovídající část rámcového vzdělávacího programu, který se výukou chemie na nižším stupni gymnázia zabývá. Pro lepší pochopení kognitivního vývoje žáků a změn myšlení, se kterým se setkáváme nejčastěji kolem věku dvanácti let, tedy v čase, kdy se žák poprvé nejčastěji setkává s chemií jako vyučovacím předmětem, je v teoretické části zařazena i kapitola zabývající se kognitivním vývojem a jeho možnými souvislostmi s výukou chemie.

V praktické části se zaměříme na kurikulární dokumenty osmiletých gymnázií se záměrem zjistit, do jaké hloubky je učivo v prvním roce výuky chemie zařazováno a v jakém pořadí jsou jednotlivá učební témata žákům předkládána. Ze získaných dat bude možné zjistit, zda samotné školy při výběru témat a jejich obtížnosti do prvního roku výuky chemie zohledňují kognitivní

úroveň žáků. Tyto poznatky budou dále srovnány v mezinárodním měřítku s kurikulárními dokumenty vybraných cizích zemí. V další části práce budou jednotlivá učební témata, se kterými se žáci setkají v prvním roce výuky chemie na osmiletých gymnáziích srovnána dle jejich míry abstrakce, aby bylo možné určit, které z témat by pro žáky mohlo být tím nejabstraktnějším. Nejabstraktnější z témat pak bude dále zpracováno v učebním materiálu, který bude reflektovat potřeby žáků osmiletých gymnázií, ale zároveň také jejich kognitivní úroveň, a to vše v souladu s moderními výukovými metodami a didaktickými postupy.

Tato práce nahlíží na první rok výuky chemie na osmiletém gymnáziu z více úhlů. Zohledňuje nejen vyšší nároky, které jsou na žáky osmiletých gymnázií obvykle kladeny oproti základním školám, ale také upozorňuje na kognitivní dysbalanci, kterou může pouhé přejímání učebních materiálů určených pro starší žáky do nižších ročníků přinést.

## Cíle

S ohledem na to, že začátek výuky chemie na osmiletých gymnáziích, kde je chemie zařazována obvykle dříve oproti základním školám, by měla být tato výuka více přizpůsobena kognitivním schopnostem žáků. S tímto záměrem si tato diplomová práce klade následující cíle:

1. Na základě obsahové analýzy školních vzdělávacích programů osmiletých gymnázií v ČR zmapovat, které tematické celky jsou nejčastěji začleňovány do prvního ročníku výuky chemie, a do jaké hloubky jsou v tomto ročníku probírány. Na základě této analýzy odhadnout kognitivní náročnost těchto témat.
2. Porovnat zjištěné poznatky s kurikulárními dokumenty cizích zemí s důrazem na zařazované tematické celky a obsahovou stránku výuky chemie
3. Vytvořit učební materiál pro žáky v nejnižších ročnících osmiletých gymnázií, který odpovídal jejich potřebám i kognitivní úrovni.

# 1 Teoretická část

V rámci teoretické části této práce se nejprve zaměříme na úvod do problematiky výuky chemie na osmiletých gymnáziích, dále pak na část rámcového vzdělávacího programu, která se týká právě nižších ročníků osmiletých gymnázií a v neposlední řadě se budeme věnovat také kognitivní připravenosti žáků při vstupu na osmileté gymnázium, a to z hlediska vývojové psychologie vztažené na výuku chemie.

## 1.1 Výuka chemie na osmiletých gymnáziích v ČR

S výukou přírodních věd se žáci v českých školách setkávají již od začátku povinné školní docházky, nicméně s chemií jako vyučovacím předmětem až o mnoho let později. Buďto na základní škole, kde se chemie vyučuje nejčastěji od osmého ročníku, nebo se s chemií může žák poprvé setkat na osmiletém gymnáziu, popřípadě gymnáziu šestiletém (Čtrnáctová & Banýr, 1997). Osmiletá gymnázia stojí v českém školním systému na pomezí základní a střední školy (Dostálová, 2010). První čtyři roky se řídí Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání (RVP ZV), dále pak již podle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G) (MŠMT, 2021, 2022).

Ovšem narozdíl od základních škol, kde dochází k zahájení výuky chemie zpravidla v osmém ročníku, nejsou osmiletá gymnázia v počátku zahájení výuky chemie jako předmětu jednotná. Liší se jak rozsahem výuky chemie za dobu studia, tak obsahem jejího učiva. Na 68 % osmiletých gymnázií se chemie poprvé začleňuje do výuky již v primě nebo sekundě, tedy dříve oproti základním školám. Žák na těchto gymnáziích zpravidla absolvuje výuku chemie s celkovou vyšší hodinou dotací za dobu studia oproti možnosti, kdy žák přechází z devátého ročníku základní školy na gymnázium čtyřleté. Bylo by tedy jistě žádoucí, aby tuto rozsahovou odlišnost výuky chemie reflektovaly i učební materiály, které jsou na osmiletých gymnáziích používány, ale ukazuje se, že tomu tak není (Wilhelm, 2021). Odpovídající učební materiál, který by byl určen cíleně pro výuku chemie na osmiletých gymnáziích, na trhu není dostupný. Ve výuce se tedy využívají ve většině případů učební materiály, které jsou určeny pro základní školy, což potvrdilo i dotazníkové šetření z roku 2021, kde všichni respondenti (učitelé chemie na osmiletých gymnáziích) uvedli, že ve výuce používají učební materiál, který je určený pro základní školy (Wilhelm, 2021).

Většina těchto učebnic je určena jak pro základní školy, tak i pro odpovídající ročníky osmiletých gymnázií, ale kvůli časové odlišnosti zařazení jednotlivých témat probíraných na základních školách a osmiletých gymnáziích, která je dána zpravidla větším časovým rozsahem

výuky na osmiletých gymnáziích, může nastat i situace, kdy stejnou učebnici dostane do ruky třináctiletý žák osmého ročníku základní školy a žák osmiletého gymnázia, který je o dva roky mladší (Wilhelm, 2021).

Tento věkový rozdíl může být pro pochopení vyučované látky dost klíčový. Zhruba v tomto věku, mezi 10 a 12 lety věku žáka, totiž dochází k poslednímu zlomu, kdy se mění způsob uvažování a schopnost učit se, který definuje vývojová psychologie. Jedná se o přechod z tzv. období konkrétních operací do období operací formálních. Tato dvě období v lidském vývoji se liší významnou kognitivní schopností, a sice schopností abstraktně myslet (Piaget & Inhelder, 2010). Abstraktní myšlení může být klíčové nejen pro pochopení chemických dějů, ale především pro rozvoj logiky, využívané ve všech přírodních vědách (Pugnerová, 2019). Více o vývoji abstraktního myšlení a kognitivním vývoji se dozvíme v dalších kapitolách.

Učební materiály, které jsou určené pro výuku chemie na základních školách a osmiletých gymnáziích však řadí učivo tak, že abstraktní témata, která mohou být pro mladší žáky těžko pochopitelná, jsou uváděna hned v počátečních kapitolách. Ve třech nejpoužívanějších učebnicích chemie pro základní školy (Průchová, 2017), což jsou *Chemie 8* od nakladatelství *Nová škola*, *Chemie 8* od nakladatelství *Fraus* a *Základy chemie I* od nakladatelství *Fortuna*, je kapitola věnující se částicovému složení hmoty, které lze bezesporu pokládat za abstraktní téma, zařazována hned v úvodní části publikací (Beneš & Pumpr, 1995; Mach & Plucková, 2015; Pánek & Škoda, 2006).

Pokud bychom odhlédli od problematiky řazení jednotlivých témat, musíme zdůraznit i odlišné obsahové nároky, které se kladou na učební materiály pro základní školy a osmiletá gymnázia. Z výzkumu z roku 2013 vychází, že se na osmiletá gymnázia hlásí přes 90 % žáků především z toho důvodu, aby se naučili více informací než na základních školách, a zvýšili tak pravděpodobnost, že se dostanou na kýženou vysokou školu (Straková & Greger, 2013).

Zdalo by se tedy žádoucí, aby se výukový obsah, který by byl určený pro nižší ročníky osmiletého gymnázia, probíral oproti výukovému obsahu určenému pro základní školy učivu více do hloubky, a umožnil by tak žákům více se rozvíjet. Hlubší pochopení učiva je od žáků vyžadováno hned od prvních ročníků osmiletého gymnázia. Respondenti, učitelé osmiletých gymnázií, v semikvantitativním výzkumu z roku 2021 uvádějí, že chemii zařazují oproti základním školám dříve především z toho důvodu, aby mohli látku probrat více do hloubky a žáky více motivovat (Wilhelm, 2021).

Je tedy zjevné, že snaha prohlubovat učivo oproti základoškolské úrovni je na osmiletých gymnáziích trendem po celou dobu studia, což ještě více podtrhuje potřebu tvorby učebního materiálu, ve kterém by byl jednak výukový obsah vhodně seřazen z důvodu méně rozvinutého abstraktního myšlení u mladších žáků, a zároveň by vysvětloval učivo do větší hloubky, aby byly uspokojeny potřeby žáků, i jejich vyučujících, kteří by z materiálu mohli čerpat.

Aby bylo možné připravit učební materiál, který cílí na nejnižší ročníky osmiletých gymnázií, kde se s chemií začíná, je nejprve třeba zjistit, která témata jsou do tohoto období zařazována. V dalších kapitolách se proto budeme věnovat právě analýze učebních témat, která definují kurikulární dokumenty ČR a jsou zařazována do výuky chemie v nejnižších ročnících osmiletých gymnázií. Dále se budeme zabývat i tématy, která zařazují do příslušných kurikulárních dokumentů vybrané cizí země, s cílem zjistit, zda se jednotlivá témata či jejich pořadí v jiných zemích od ČR liší.

## 1.2 Učivo v RVP

Prvním kurikulárním dokumentem, který definuje, kromě dalšího, obsah výuky chemie je Rámcový vzdělávací program (RVP), který je vydán pro jednotlivé obory vzdělání, tedy předškolní, základní, střední, základní umělecké a jazykové vzdělávání (561/2004 Sb. Školský zákon, 2004). V této práci budou zmíněny pouze Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) a Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G), jelikož prvním zmíněným se řídí osmiletá gymnázia v prvních čtyřech letech výuky žáků (od 11 do 15 let věku žáků), dle RVP G se řídí následující čtyři roky výuky (od 15 do 19 let věku žáků). Tyto kurikulární dokumenty, které vydává ministerstvo školství, definují mimo jiné povinné cíle vzdělávání a jeho rámcový obsah (561/2004 Sb. Školský zákon, 2004).

Chemie je v RVP ZV zařazena do vzdělávací oblasti *Člověk a příroda*, která zahrnuje mimo chemii ještě vyučovací předměty fyzika a přírodopis. Vzdělávací obsah předmětu chemie je určen pro 2. stupeň základní školy (MŠMT, 2021). Chemie je ale do výuky zařazována nejčastěji v posledních dvou ročnících základní školy (Čtrnáctová & Banýr, 1997; Wilhelm, 2021), vzdělávací obsah popsany v RVP ZV lze tedy zároveň považovat za náplň předmětu chemie, se kterou se žák setká během svých prvních dvou let studia chemie na základní škole, tedy v osmém (13 let) a devátém ročníku (14 let). Na osmiletých gymnáziích, pro které je RVP ZV také závazným kurikulárním dokumentem (MŠMT, 2021), dochází k zařazování chemie

nejčastěji o rok až dva dříve oproti základním školám (tedy ve věku 11–12 let) (Wilhelm, 2021), nicméně vzdělávací obsah definovaný RVP ZV je stejný.

V případě osmiletých gymnázií není ale ve většině případů vzdělávací obsah rozdělen do dvou let výuky, jako je tomu u škol základních, ale může být rozdělen až do 3–4 let výuky při obdobné týdenní hodinové dotaci (Wilhelm, 2021). Nicméně i zde lze vzdělávací obsah definovaný v RVP ZV považovat za náplň, se kterou by se žák měl v začátku výuky chemie setkat. Vzdělávací obsah je v RVP ZV rozdělen do sedmi tematických celků. Prvním z nich je *Pozorování, pokus a bezpečnost práce*, který zahrnuje učební témata jako vlastnosti látek, zásady bezpečné práce a nebezpečné látky a přípravky. Druhým tematickým celkem jsou pak *Směsi*, v rámci kterého by měla být probrána klasifikace a oddělování směsí, dále pak témata jako jsou voda a vzduch. Dalšími tematickými celky jsou *Částicové složení látek a chemické prvky* a *Chemické reakce*. Vzhledem k vývoji a směřování této práce se budeme nyní blíže věnovat tematickému celku *Částicové složení látek a chemické prvky* (MŠMT, 2021).

V rámci onoho tematického celku by se žáci měli seznámit se složením atomu, jeho dělení na jádro a obal, včetně změn elektronového obalu během chemických reakcí. Očekávaným výstupem této části učiva by pak mělo být, že žák používá pojmy atom a molekula ve správných souvislostech. Další část tohoto tematického celku je věnována prvkům, jejich názvům, značkám a využití, včetně řazení do periodické soustavy prvků na základě jejich protonového čísla a společných vlastností. Mimo prvky samotné by se žák měl v tomto celku seznámit i s chemickými sloučeninami, principem vzniku chemické vazby a základním názvoslovím anorganických a organických sloučenin. Těchto částí učiva se pak týkají výstupy, kdy má žák rozlišovat pojmy prvek a sloučenina, orientovat se v PSP a rozpoznat základní prvky (MŠMT, 2021).

Pátým tematickým celkem jsou *Anorganické sloučeniny*, které zahrnují jejich názvosloví, vlastnosti a využití oxidů, kyselin a hydroxidů a kyslíkatých i nekyslíkatých solí. Jako předposlední je v RVP ZV uveden tematický celek s názvem *Organické sloučeniny*, které obsahují učivo zaměřené na uhlovodíky a jejich deriváty, paliva a přírodní látky. Konečně sedmým tematickým celkem je *Chemie a společnost*, jehož učební náplň tvoří zejména chemický průmysl ČR a významné látky chemického průmyslu, jako jsou hnojiva, plasty, detergenty, léčiva aj. (MŠMT, 2021)

Tento vzdělávací obsah, který je definovaný učivem a vzdělávacími cíli v jednotlivých tematických celcích v RVP ZV, je školám doporučen. Z RVP jsou však tvořeny Školní

vzdělávací programy (ŠVP), které definují učivo podrobněji, řadí ho do časového plánu, což je již pro školu závazné (Maňák et al., 2008). ŠVP vydávají ředitelé příslušných škol (561/2004 Sb. Školský zákon, 2004). Při tvorbě ŠVP mohou školy podle svého zaměření a podmínek modifikovat RVP (Maňák et al., 2008). Zejména pak, podle vlastního uvážení, seřadit výše popsané učivo do časového plánu.

Abychom si mohli udělat představu o tom, jak jsou učební témata v ŠVP osmiletých gymnázií řazena, bude právě analýza jejich pořadí na jednotlivých vybraných osmiletých gymnáziích jedním z předmětů zájmu praktické části této práce. V příští kapitole se zaměříme na problematiku kognitivního vývoje.

### **1.3 Kognitivní vývoj žáků nastoupivších na osmiletá gymnázia v souvislosti s výukou chemie**

Jak již bylo řečeno v první kapitole této práce, žáci osmiletých gymnázií se s chemií jako vyučovacím předmětem setkávají zpravidla dříve než žáci základních školách. Je ale velmi důležité si uvědomit, že z hlediska kognitivního vývoje dítěte bude výuku chemie pravděpodobně vnímat žák ve věku 11 nebo 12 let (žák v prvním či druhém ročníku osmiletého gymnázia) odlišně ve srovnání s žákem třináctiletým (žák třetího ročníku osmiletého gymnázia). Právě touto problematikou se bude zabírat tato kapitola.

Člověk během svého života prochází nepřetržitým vývojem. Mění se nejen jeho vzhled a fyzické možnosti, ale velmi dramaticky se mění také po psychické stránce. Právě těmito změnami psychiky člověka v průběhu jeho života se zabývá kognitivní psychologie. Předmětem zájmu této psychologické disciplíny je především změna v myšlení, paměti, řeči a pozornosti. (Pugnerová, 2019). V určitých etapách vývoje člověka se tyto procesy výrazně mění, dochází ke zlepšování paměti, mění se způsob uvažování a myšlení (Sternberg, 2009). Toto období nastává i v době přechodu žáků ze základních škol na osmiletá gymnázia. Předmětem této kapitoly bude tedy hlubší seznámení s problematiku kognitivního vývoje právě v tomto období v souvislosti s učením a výukou chemie.

Žáci přecházejí ze základní školy na osmiletá gymnázia ve věku 11 let, tedy ve věku, kdy dochází k jednomu z posledních výraznějších zlomů jejich kognitivního vývoje. Jean Piaget, jeden z nejuznávanějších vývojových psychologů, definoval toto období jako období přechodu mezi tzv. stádiem konkrétních operací a stádiem formálních operací (Piaget & Inhelder, 2010).

Ve stádiu konkrétních operací je dítě zpravidla mezi sedmi a dvanácti lety věku. Dalo by se zjednodušeně říci, že se jedná o způsob, kterým přemýšlí žák na prvním stupni základní školy. Myšlení je vázáno na konkrétní realitu. Dítě tedy uvažuje o předmětech, které zná, ať už se aktuálně nacházejí, či nenacházejí v jejich blízkosti, jelikož si je již schopno předmět vybavit pouze na základě minulé zkušenosti. Do určité míry je již rozvinuto i logické myšlení. Dítě dokáže pojmy a myšlenky řadit dle určitých kritérií, musí ale vždy jít o pojmy, které vycházejí z reality (Vágnerová & Lisá, 2021).

Typickým příkladem uvažování dítěte, které je v kognitivním stádiu konkrétních operací, je pokus se sklenicemi a vodou. Pokud bychom před dítě postavili dvě stejné sklenice, do kterých bychom nalili shodný objem vody, i dítě v předškolním věku by v tomto případě došlo samostatně k názoru, že v obou sklenicích je vody stejně. Pokud bychom objem vody z jedné sklenice přelili do sklenice užší, ve které by hladina dosáhla výše, předškolák by tuto situaci interpretoval tak, že v užší sklenici je více vody. Jedinec ve stádiu konkrétních operací tuto situaci ale vyřeší, protože je mu jasné, že vody je ve sklenicích stále stejně (Sternberg, 2009).

Na tomto příkladu je možné si ukázat několik myšlenkových operací, které jsou typické právě pro stádium konkrétních operací. První z nich je decentrace, tedy způsob uvažování, díky kterému je dítě schopno vzít v jeden moment v úvahu více hledisek, na základě kterých si vytvoří svůj závěr. V našem příkladě dítěti tato myšlenková operace pomůže v tom, že bere v potaz nejen to, že před ním stojí dvě sklenice, ale je schopno vnímat i další znak, sice jejich průměr. Další významnou kognitivní charakteristikou dítěte v mladším školním věku je konzervace. Jinými slovy schopnost dítěte vnímat trvalost objektů kolem sebe. Mladší školák bere v úvahu, že stejný objekt může za určitých okolností vypadat různě. V našem případě dítě vnímá, že voda již jednou nalitá do první sklenice se po přelítí nijak nezměnila, což mu pomáhá k vytvoření správného závěru, tedy že pokud se voda nezměnila, i její množství musí být v užší sklenici shodné. Třetí a poslední důležitou myšlenkovou operací, která je pro toto období typická je reverzibilita, tedy vratnost dějů. Díky tomuto aspektu si dítě může uvědomit, že pokud by přelilo vodu z užší sklenice zpět do sklenice s větším průměrem, dosahovala by voda opět stejné hladiny (Vágnerová & Lisá, 2021). Kombinací těchto tří kognitivních schopností je dítě schopné pochopit i výše popsany příklad, tedy chápat stálost množství (Sternberg, 2009).

Jedinec ve stádium konkrétních operací je tedy limitován v pochopení daného jevu konkrétní (pozorovatelnou) realitou. Je schopen vnímat a vyhodnocovat procesy, které je možné smyslově ověřit. Typickým příkladem je měření hmotnosti či objemu. Tyto dvě veličiny dokáže žák ve stádiu konkrétních operací na základě předem definovaných matematických

pravidel i vypočítat. Jeho kognitivní stav dítěti umožňuje docházet i ke složitějším závěrům. Například zapálením několika dřevěných předmětů je možné usoudit, že dřevo je hořlavé. Pokud dáme žákovi do ruky teplou zkumavku, ve které viditelně probíhá určitá reakce, je žák schopen konstatovat, že reakce ve zkumavce produkuje teplo. Na základě smyslově ověřitelných poznatků je možné definovat i takové pojmy, jako jsou kyselina a zásada. Žák ve stádiu konkrétních operací může chápat kyselinu jako látku, která zbarví pH papírek do červena. Zásadu jako látku, která zbarví pH papírek do modra (Herron, 1975).

Po stádiu konkrétních operací přichází stádium operací formálních, pro které je typická možnost abstraktního uvažování. Časový přechod mezi těmito stádii není pevně dán. Herron (1975) poukazuje na fakt, že řada lidí ani v dospělosti není schopna abstraktně uvažovat, naproti tomu jiní autoři uvádějí, že řada dětí přechází do stádia formálních operací i dříve než ve 12 letech (Brainerd, 1973; Damon et al., 2006). Na kognitivní vývoj dětí mají totiž neopominutelný vliv také vnější faktory (Green & Others, 1971; Sternberg & Berg, 1992). Důležité je podotknout, že děti při svém vývoji prochází všemi Piagetem definovanými stádii, která jsou nevratná a mají své jasně dané pořadí. I z tohoto důvodu se odborná veřejnost shoduje na tom, že k přechodu mezi těmito dvěma stádii dochází kolem dvanáctého roku věku dětí (Sternberg, 2009), tedy v období přechodu mezi základní školou a osmiletým gymnáziem.

Stádium formálních operací se taktéž vyznačuje několika důležitými charakteristikami. Hlavní z nich je, že jedinec (ve dvanácti letech je ho možné nazvat adolescentem) je již schopen při tvorbě nových pojmů odhlédnout od reality a vytvořit si představu i bez předchozí zkušenosti. Dospívající uvažuje tedy i v symbolické rovině (Pugnerová, 2019). Jedinec s rozvinutým abstraktním myšlením má schopnost řešit i hypotetické problémy, včetně těch, které nemají reálný základ. Měl by být schopen předložit odpověď i na otázku – *Proč je sníh černý?* Dítě ve stádiu konkrétních operací by se touto otázkou nezabývalo, protože by ji považovalo za nesmyslnou (Vágnerová & Lisá, 2021). Dospívající uvažují originálně, experimentují se svými myšlenkami (Brown & Prinstein, 2011) a málo kdy se spokojí s jedním jednoduchým řešením (Langmeier & Krejčířová, 2006). V tomto období jsou adolescenti schopni interpretovat situaci tak, aby neodporovala obecně danému pravidlu, ačkoliv ta se s tímto pravidlem nezdá být v souladu. Například pokud chemická reakce neposkytuje očekávané produkty, které by dle teoretických poznatků měla poskytovat, dle dospívajícího to neznamená, že by teorie v tomto případě neplatila, ale bylo by žádoucí zamyslet se nad variantou, zda se nestala chyba v průběhu experimentu (Vágnerová, 2001).

Stádium formálních operací umožňuje vzhledem k výuce chemie pohlížet na řadu témat z abstraktního pohledu. Jedním z takovýchto témat je například stavba atomu. Žáci již mohou chápat význam veličin, které nelze smyslově vnímat, jako je například hustota, pH či reakční teplo. Kyselinu již můžeme ve výuce definovat jako látku, která odštěpuje proton, a zásadu jako látku, která proton přijímá. Z experimentů lze tvořit i závěry, které přímo nevychází z pozorování, například na základě toho, že hoří papír, benzín i dřevo, což jsou ve všech případech látky, které obsahují uhlík, lze vyvodit závěr, že uhlík je hořlavý<sup>1</sup>. Dospívající by již měli být schopni pochopit i význam složitějších chemických výpočtů, týkajících se například koncentrace či vyčíslování chemických rovnic, které vycházejí ze zákona zachování hmotnosti (Herron, 1975).

Na základně poznatků popsaných v této kapitole lze tedy konstatovat, že vzhledem k odlišným vývojovým stádiím žáka v prvním a druhém ročníku osmiletého gymnázia ve srovnání s dalšími ročníky by mělo být žádoucí uzpůsobit výukový obsah předmětu chemie tak, aby žákům kognitivní bariéra nebránila v chápání učiva.

Tohoto lze docílit vyváženým množstvím abstraktních pojmů, které jsou ve výuce používány. Začleňováním co největšího množství příkladů, které žáci znají z běžného života, aby mohlo docházet k propojování konkrétních zkušeností s teoretickými poznatky. Na druhou stranu by ale Piagetova teorie neměla být vnímána jako záminka pro odstranění všech složitějších chemických principů z výuky mladších žáků (Good et al., 1979). Na základě výsledků práce dalšího vývojového psychologa Vygotského (1978) je totiž dítě, které se přibližuje přechodu mezi dvěma vývojovými stádii, v tzv. zóně nejbližšího vývoje. Dítě, které se v tomto období učí novým věcem a přichází do kontaktu se složitějšími myšlenkovými pochody, dosahuje dříve vyššího kognitivního stádia ve srovnání s dítětem, které se s novými podněty neseťkává (Čáp & Mareš, 2001; Poehner, 2017). Adekvátní kognitivní zátěž v zóně nejbližšího vývoje má tedy podle Vygotského nesporný vliv na rychlost a dynamiku intelektuálního vývoje dětí (Vygotsky, 1978).

Kognitivní vývoj žáků osmiletého gymnázia tedy není překážkou v zařazování výuky chemie již do nejnižších ročníků, je ale nutné přizpůsobit její obtížnost a množství abstraktních

---

<sup>1</sup> Autor citace se tímto příkladem snažil čtenářům zobecnit kognitivní proces, během kterého jedinec dokáže vyvozovat i nepozorovatelné závěry. Nicméně je na místě uvést, že existují i nehořlavé či velmi špatně hořlavé sloučeniny obsahující uhlík, jako je tetrachlormethan či teflon.

pojmu, se kterými se žáci setkávají. Adekvátní míra abstrakce je ale na místě, jelikož může žákům pomoci dříve dosáhnout vyššího kognitivního stádia. Lze tedy předpokládat, že část žáků nastoupivších na osmiletá gymnázia již může dosáhnout stádia formálních operací, avšak stále nezanedbatelný počet žáků přechod do tohoto vývojového stádia teprve čeká. Právě této skupině je však třeba výuku chemie přizpůsobit, aby měli všichni žáci možnost problematice učiva porozumět.

## 2 Praktická část

V praktické části této práce bude pozornost zaměřena na analýzu školních vzdělávacích programů ve vztahu k učivu a pořadí jednotlivých tematických celků. Dále v ní bude srovnáván obsah výuky chemie s vybranými cizími zeměmi a v neposlední řadě je praktická část zaměřena na tvorbu učebního materiálu pro žáky nejnižších ročníků osmiletých gymnázií. Učební materiál bude tvořen v souladu s poznatky z vývojové psychologie a při jeho tvorbě bude kladen důraz na praktickou činnost a propojení s běžným životem. Tyto aspekty mají za cíl zvýšit motivaci žáků a zjednodušit pochopení a upevnění učiva.

### 2.1 Analýza učebních témat v ŠVP vybraných osmiletých gymnázií

Jak bylo již předesláno, v této kapitole nás bude zajímat, v jakém pořadí se promítnou tematické celky z RVP ZV do pořadí v ŠVP. Po semikvantitativní analýze učebních témat předmětu chemie v prvním roce chemie na vybraných osmiletých gymnáziích tak bude možné srovnat, zda se na jednotlivých školách výrazně liší pořadí či obsahová náplň tematických celků.

Osmiletá gymnázia, jejichž ŠVP byly podrobeny analýze učebních témat, byla vybírána podle následujících kritérií. Z každého kraje byla vybrána dvě osmiletá gymnázia, pouze v případě čtyř nejlidnatějších krajů ČR, jejichž počet obyvatel přesahuje jeden milion, byla vybrána gymnázia tři. Vybraná osmiletá gymnázia zároveň zahajují výuku chemie dříve, než je tomu na základních školách, tedy dříve než v tercii osmiletého gymnázia. Gymnázia, která tuto podmínku splňují, byla nalezena v souhrnné tabulce v bakalářské práci L. Wilhelma z roku 2021 (Wilhelm, 2021). Pokud gymnázium uvedené v tabulce výše nemělo ŠVP k dispozici na svých webových stránkách či v něm nebylo pořadí jednotlivých učebních témat v předmětu chemie blíže rozepsáno, bylo vybráno osmileté gymnázium umístěné v tabulce níže. V případě Královéhradeckého kraje splňuje kritéria výběru pouze jedno osmileté gymnázium. Celkem tak došlo k analýze pořadí tematických celků ve 31 ŠVP osmiletých gymnázií. Údaje získané z analýzy byly zaneseny do přílohy 1 a jednotlivé tematické celky byly barevně odlišeny.

Jelikož se výuková témata na většině škol velmi podobají (názvem i obsahem), bylo možné srovnat pořadí jednotlivých tematických celků napříč gymnázii, a získat tak představu o tom, kolikátý v pořadí je daný tematický celek nejčastěji zařazován do výuky chemie na vybraných osmiletých gymnáziích v ČR.

Sedm nejzastoupenějších tematických celků, které se v ŠVP osmiletých gymnázií vyskytovaly jsou zapsány v tabulce 1. Ve sloupci *Pořadí v ŠVP* je uvedeno, kolikrát v pořadí je daný tematický celek do výuky začleňován. Poslední sloupec je pak označen hvězdičkou (\*), která značí, že tematický celek není v prvním roce výuky chemie na daném gymnáziu zařazen. V posledním sloupci je uveden *modus*.

Tabulka 1: Četnost výskytu a rámcové pořadí tematických celků v prvním ročníku na osmiletých gymnáziích

Tematický celek	Pořadí v ŠVP									Modus
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	*		
Vlastnosti látek	25	1						5		1
Pozorování, pokus a bezpečnost práce	19	7						5		1
Směsi	1	18	9		1			2		2
Voda a vzduch	1	7	11	4	1	2		5		3
Částicové složení látek, chemické prvky	1	4	8	14	4					4
Chemické reakce			1	7	12	2	1	8		5
Anorganická chemie, kyseliny a hydroxidy			2	5	8	7	2	7		5

Z tabulky 1 vyplývá, že tematické celky, kterými se ve výuce chemie v prvním ročníku osmiletého gymnázia většinou začíná, jsou *Vlastnosti látek* nebo *Pozorování, pokus a bezpečnost práce*. Tematický celek *Vlastnosti látek* ve školních vzdělávacích programech zahrnuje nejčastěji učivo o fyzikálních vlastnostech látek, změnách skupenství. Ojedinele k tomu tematickému celku školy přidávají téma *Směsi* a jejich klasifikace, včetně podtémat voda a vzduch (Gymnázium Český Těšín, 2012), dále se v tomto tematickém celku objevuje i část týkající se bezpečnosti práce (Slezké gymnázium Opava, 2021), které se ale bude pozornost věnována dále.

Tematický celek *Pozorování, pokus a bezpečnost práce* je často v ŠVP vybraných osmiletých gymnázií uváděn jako první, nebo druhý. V tomto tematickém celku bylo nejčastěji obsaženo učivo týkající se bezpečnosti a zásad při práci v chemické laboratoři, první pomoci v laboratoři, základních laboratorních pomůcek či označení příslušných nebezpečných chemikálií a bezpečnostních R-a S- vět. Třikrát se v rámci tohoto tematického celku objevuje

ještě téma alchymie. (Gymnázium Benešov, 2016; Gymnázium Hustopeče, 2021; Gymnázium Pelhřimov, 2017).

Tematické celky *Směsi a Voda a vzduch* jsou často spojovány a uváděny pod společným názvem *Směsi*. V řadě případů jsou ale v ŠVP celky rozděleny na dva. Tematický celek *Směsi* obsahuje nejčastěji klasifikaci směsí a různé způsoby jejich oddělení, dále roztoky a chemické výpočty týkající se hmotnostního zlomku a koncentrace. Tematický celek *Voda a vzduch* je v ŠVP nejčastěji rozveden v body zaměřující se na význam vody, jejich druhů, přípravu pitné vody, dále pak složení vzduchu, jeho znečištění, ozonovou vrstvu, smog, či inverzi.

Dalším tematickým celkem, který je v ŠVP vybraných škol nejčastěji zařazován jako čtvrtý, je *Částicové složení látek a chemické prvky*. Tento tematický celek obsahuje učivo zabývající se strukturou atomu, změnami elektronového obalu v průběhu chemické vazby či jednotlivými typy chemické vazby. V některých kurikulárních dokumentech se v tomto tematickém celku setkáváme i s pojmy izotop či nuklid (Gymnázium Benešov, 2016). Méně často pak u tohoto tematického celku dochází i k zařazení systematického rozdělení prvků na kovy, polokovy a nekovy (Gymnázium Děčín, 2007), z nichž jsou v některých případech do ŠVP zařazeny vodík, kyslík a halogeny (Gymnázium Rožnov pod Radhoštěm, 2018). Systematické dělení prvků a jejich charakteristika jsou také v několika případech rozděleny do samostatných tematických celků.

Předposledním, tedy šestým tematickým celkem je *Chemická reakce*. V rámci něj je v ŠVP nejčastěji popsána klasifikace chemických reakcí, faktory, které rychlost chemických reakcí ovlivňují, zákon zachování hmotnosti, zápis chemické rovnice. V některých případech i základní chemické výpočty, které z chemické rovnice vycházejí (Gymnázium Jírovcova, 2007).

Konečně sedmý a poslední tematický celek byl nazván *Anorganická chemie, kyseliny a hydroxidy*. V rámci tohoto, na učivo nejbohatšího, celku bylo spojeno několik témat, která byla v ŠVP osmiletých gymnázií definována. Jednalo se o *dvouprvkové sloučeniny*, mezi něž spadají halogenidy, oxidy a sulfidy, dále pak *víceprvkové sloučeniny*, do kterých bychom zařadili *kyseliny a hydroxidy*, se kterými je spjata pH, a soli (Gymnázium Cheb, 2019). Poslední velkou oblastí učiva, která byla k sedmému tematickému celku přiřazena, je vlastní systematická *anorganická chemie*. Pokud je jí vyčleněn samostatný tematický celek, dělí se nejčastěji na kovy, polokovy a nekovy, a charakteristiku vybraných prvků a sloučenin, jejich vlastnosti a využití (Gymnázium Nad Štolou, 2021).

Nyní již máme rámcovou představu, v jakém pořadí jsou v prvním roce výuky chemie na osmiletých gymnáziích v ČR jednotlivé tematické celky zařazovány. Pro srovnání se v příští kapitole zaměříme na to, zda se tyto tematické celky objevují i ve vybraných cizích zemích a jaká je jejich obsahová náplň.

## **2.2 Analýza učebních témat v chemii ve vybraných cizích zemích**

Chemie je pro mnohé žáky nudná a příliš komplikovaná, a to hlavně kvůli své, z části abstraktní, povaze (Kubiatko et al., 2017). To má za následek, že žáci považují chemii za jeden z nejobtížnějších předmětů (Höfer & Svoboda, 2004; Pavelková & Škaloudová, 2004). Lze se tedy domnívat, že i nevhodné řazení abstraktních výukových témat v nižším věku žáků může přispívat k takovému vnímání chemie jako školního předmětu. Pokud si žák během prvního roku výuky vytvoří k chemii negativní postoj, bude tento předmět v dalších letech stěžovat vnímat pozitivně (Pugnerová, 2019).

V této kapitole se proto zaměříme na analýzu pořadí učebních témat výuky chemie ve vybraných cizích zemích s cílem zjistit, zda jsou v tamějších kurikulárních dokumentech výuková témata rozdělena do výrazně odlišných tematických celků oproti osmiletým gymnáziím v ČR, které byly popsány v předchozí kapitole, a jak jsou tyto tematické celky řazeny.

Jako klíč pro výběr zemí, ve kterých byla analýza učebních témat předmětu chemie provedena, byl použit výzkum TIMSS z roku 2019, který byl proveden celkem ve 39 zemích po celém světě a zabýval se úrovní vědomostí a dovedností žáků osmého ročníku povinné školní docházky v oblasti matematiky a přírodních věd, které zahrnují fyziku, chemii, biologii a vědy o Zemi (TIMSS & PIRLS, 2019).

Na rozdíl od mezinárodního šetření PISA lze u TIMSS získat výsledky nejen pro oblast přírodovědné gramotnosti či přírodních věd, ale také pro jednotlivé předměty samostatně. Blíže popsáno bude pět zemí, které se umístily mezi prvními deseti v šetření TIMSS a od kterých bylo možné získat tamní kurikulární dokumenty. Umístění prvních deseti zemí v úrovni znalostí z chemie shrnuje tabulka 2.

Tabulka 2: Pořadí zemí umístěných v šetření TIMSS v úrovni chemie na prvních deseti příčkách.

Pořadí	Země	Počet bodů
1.	Singapur	616
2.	Tchaj-wan	594
3.	Japonsko	560
4.	Jižní Korea	551
5.	Rusko	551
6.	Finsko	545
7.	Litva	530
8.	Maďarsko	527
9.	Austrálie	515
10.	Irsko	512

Převzato a upraveno: (TIMSS & PIRLS, 2019)

## 2.2.1 Singapur

Nejvíce bodů získal v mezinárodním šetření TIMSS Singapur, ve kterém není chemie vyučována jako samostatný předmět, ale je součástí vyučovacího předmětu *Science*, který zahrnuje mimo chemii učivo biologie a fyziky. Tento předmět provází singapurské žáky od počátku školní výuky (Ministry of Education, Singapore, 2014). V prvních čtyřech letech jsou v osnovách tohoto předmětu zařazena témata, která bychom zařadili především do biologie a fyziky. Vyučovací témata týkající se chemie se tak objevují až v rámci sekundárního vzdělávání od věku 13 let (Ministry of Education, Singapore, 2021). Jednotlivé tematické celky i příslušná výuková témata naleznete v tabulce 3. Podtržená témata se týkají chemie.

Tabulka 3: Tematické celky v Singapuru

Tematické celky	Témata
Diverzita	1. <u>Vědecké snažení</u> 2. Zkoumání rozmanitosti hmoty na základě fyzikálních vlastností 3. <u>Zkoumání rozmanitosti hmoty na základě chemických vlastností</u> 4. Zkoumání rozmanitosti hmoty na základě separačních technik
Modely	5. Paprskový model světla 6. Buňka-základní jednotka života 7. <u>Hmota-částicová povaha hmoty</u> 8. <u>Hmota-atomy a molekuly</u>
Interakce	9. Síla a přenos energie 10. Přenos tepla a jeho účinky 11. <u>Chemické přeměny</u> 12. Interakce v rámci ekosystémů
Systémy	13. Elektrické systémy 14. Trávicí soustava člověka 15. Soustavy zajišťující transport látek v živých organismech 16. Rozmnožovací soustava člověka

Převzato a upraveno: (Ministry of Education, Singapore, 2021)

Prvním tematickým celkem, který singapurské kurikulum v rámci sekundárního vzdělávání obsahuje je *Vědecké snažení*, v rámci kterého se žáci snaží tvořit vlastní hypotézy, učí se pracovat s informacemi, které získávají z pozorování a experimentů, vytvářejí si vědecké názory, hledají odpověď na otázku, co je to věda a k čemu v našich životech přispívá (Ministry of Education, Singapore, 2021). V českém kurikulu bychom srovnatelný tematický celek nenalezli, ačkoliv by se mohlo zdát, že je jeho obsah velmi podstatný. Dílčí podobnosti bychom mohli najít u výukového tématu *Pozorování, pokus a bezpečnost práce*.

Jako další chemické téma je začleněno *Zkoumání rozmanitosti hmoty na základě chemického složení*, ve kterém by žáci měli získat poznatky o tom, že hmota je složena z chemických prvků, které lze na základě PSP klasifikovat podle různých kritérií, jako jsou například kovy, polokovy a nekovy. Dále rozlišit prvek a chemickou sloučeninu a prokázat, že sloučeniny mají odlišné vlastnosti než prvky. (Ministry of Education, Singapore, 2021). V tomto případě se svým obsahem tematický celek podobá části výukového celku *Částicové složení směsí, chemické prvky*, který definuje RVP ZV. V neposlední řadě zahrnuje tento singapurský tematický celek také podtéma *Směsi*, jejich klasifikaci, vlastnosti a složení roztoků. Téma *Směsi* se prolíná i do dalšího tématu *Zkoumání rozmanitosti hmoty na základě separačních technik*, ve kterém jsou již zmíněné konkrétní metody dělení směsí, s důrazem na přesah do běžného života, jako je odsolování mořské vody či filtrace při výrobě pitné vody.

V rámci dalšího výukového tématu *Modely* jsou za chemii zastoupena témata týkající se částicového složení látek. V prvním z těchto témat *Hmota–částicová povaha hmoty*, by se žáci měli seznámit s pohybem částic ve hmotě na základě jejího skupenství, s pojmem koncentrace, principem koncentračního gradientu, difuzí a vlivem expanze, resp. komprese na množství hmoty. V navazujícím tématu *Hmota–atomy a molekuly* je již atom definovaný jako dále dělitelná částice, žáci by měli popsat polohu a náboj protonů, neutronů a elektronů, vnímat prvek jako atom s jedinečným složením protonů a uvést počet a typ jednotlivých atomů v rámci chemické sloučeniny (Ministry of Education, Singapore, 2021). Náplň tohoto výukového tématu se opět shoduje s českým výukovým celkem *Částicové složení látek*. Je zajímavé si uvědomit, že v singapurském kurikulu je nejdříve definován prvek a až následně se tamní žáci seznamují s atomem a jeho částicovým složením.

Posledním chemickým tématem, které je v singapurském kurikulu obsaženo, jsou *Chemické přeměny*. V rámci tohoto tématu by se žáci měli seznámit s používáním chemických rovnic pro vyjádření chemické změny, uvědomit si, že v rámci chemické reakce hmota nevzniká ani nezaniká, a vyjmenovat typy chemických přeměn, které znají z běžného života,

jako je například oxidace. Tento temný výukový celek je srovnatelný s výukovým tématem *Chemické reakce*, který definuje RVP ZV. Ostatními tématy v singapurském kurikulu se již zabývají další přírodními vědy, biologie a fyzika (Ministry of Education, Singapore, 2021).

### 2.2.2 Jižní Korea

Další země, u které se podařilo dohledat kurikulum definující tematické celky, je Jižní Korea, která se v mezinárodním šetření TIMSS umístila na čtvrtém místě (TIMSS & PIRLS, 2019). Zde, stejně jako v Singapuru, je chemie vyučována v rámci předmětu Science, který žáky provází od třetího ročníku povinné školní docházky. Nicméně témata, která se týkají chemie, jsou začleňována od počátku výuky tohoto předmětu, tedy od devíti let věku žáků (Součková, 2021). Přehled jednotlivých témat korejského kurikula od třetího do šestého ročníku týkajících se výuky chemie naleznete v tabulce 4.

Tabulka 4: Tematické celky v Jižní Koreje

Tematické celky	Témata
Formy hmoty	pozorování fyzikálních vlastností látek, rozpouštění ve vodě, reakce látek na teplo, odpařování kapalin
Separace směsí	metody separace směsí, využití separačních metod v každodenním životě
Teplo a tepelná výměna	vztah mezi teplem a teplotou, přenos tepla, pozorování rozpínání látek teplem
Rozpouštění	rozpouštění látek, rozpustnost, vlastnosti rozpouštědla
Kyseliny a zásady	vlastnosti kyseliny a zásady, reakce kovů s kyselinami, kyseliny a zásady v každodenním životě
Molekuly	velikost molekul, mezimolekulové vzdálenosti, difuze plynů, odpařování, sublimace
Kyslík a oxid uhličitý	příprava a vlastnosti kyslíku, příprava a vlastnosti oxidu uhličitého, spalování

Převzato a upraveno: (Taehee, 2010)

Korejské kurikulum je rozděleno u každého tematického celku na dvě části, teoretickou a praktickou. Jejich teoretická náplň je shrnuta v tabulce výše, praktická část pak obsahuje konkrétní úlohy, které by si žáci měli vyzkoušet. V případě třetího tematického celku *Teplo a tepelná výměna* se jedná o experiment a jeho žákovskou interpretaci ve vztahu mezi teplem a teplotou, u dalšího tematického celku *Rozpouštění* by si žáci měli vyzkoušet odlišnou mísitelnost různých kapalin, rozpouštění plynů ve vodě či krystalizaci pevné látky z roztoku. Z vlastností kyselin a zásad spadá do praktické části například tvorba neutrálního roztoku

a pozorování reakcí kovů s kyselinami. Z posledního tematického celku by si žáci měli vyzkoušet například změření vznícení či zhasnutí svíčky s kyslíkem a oxidem uhličitým v nádobách o různých objemech (Taehee, 2010).

### 2.2.3 Finsko

Jako šesté se v mezinárodním šetření TIMSS umístilo Finsko (TIMSS & PIRLS, 2019), kde se chemie vyučuje od sedmého do devátého ročníku základní školy. Nejsou zde ale definovány vzdělávací tematické celky na celostátní úrovni, kurikulum určuje pouze obecné cíle výuky, jako je například rozvoj abstraktního myšlení či začlenění experimentů a badatelsky orientované výuky (Finsko, 2012). Konkrétní vzdělávací obsah předmětu chemie si pak určuje každá škola sama. Pro účely této práce byla vybrána helsinská skupina škol Botby, v níž se všechny sdružené školy řídí stejným kurikulem, které je volně dostupné. Kurikulum těchto škol rozděluje učivo chemie v sedmém ročníku do čtyř vzdělávacích tematických celků.

Prvním z nich je *Vědecký výzkum*. V tomto vzdělávacím tematickém celku se žáci učí plánovat a provádět experimenty, vyhodnocovat jejich pozorování a výsledky, zpracovávat data a prezentovat zjištěné výsledky. Žáci by měli mít možnost volby, co bude jejich předmětem zájmu. Nacházíme zde tedy podobnost se singapurským kurikulem. Druhým tematickým celkem je *Chemie v běžném životě a životním prostředí*. V rámci tohoto celku se žáci seznamují s chemickými látkami, které běžně používají, jako jsou například čisticí prostředky, a učí se s látkami bezpečně pracovat. Tento výukový celek by bylo možné přirovnat k českému výukovému tématu *Chemie a společnost*, nicméně svou náplní se podobá i výukovému tématu *Pozorování, pokus a bezpečnost práce*.

Další výukový celek v kurikulu helsinských škol nese název *Vlastnosti a struktura látek*. Žáci se v něm zaměřují především na rozdíly mezi směsí a čistou látkou, na klasifikaci směsí a vlastnosti látky, jako je například rozpustnost v závislosti na polaritě prostředí, dále jsou seznámeni s chemickými prvky, složením atomu a principem řazení prvků do PSP. Posledním, tedy čtvrtým tematickým celkem jsou *Vlastnosti a přeměny látek*, ve kterém se žáci zabývají energetickou bilancí chemických přeměn, pozorují rychlost daných chemických reakcí a snaží se vyvodit, jaké faktory chemickou rychlost ovlivňují. Do tohoto tematického celku spadá také téma kyselin a zásad s důrazem především na propojení s běžným životem (OPS, 2011). Tematické celky, které jsou definované pro osmý a devátý ročník výuky chemie, jsou včetně výše popsaných, shrnuté v tabulce 5.

Tabulka 5: Tematické celky ve Finsku

Tematické celky	Témata
Vědecký výzkum	Plánování, provádění a vyhodnocování chemického experimentu
Chemie v běžném životě a životním prostředí	Bezpečnost práce s chemickými látkami, čisticí prostředky
Vlastnosti a struktura látek	Čisté látky a směsi, atom, prvky, PSP
Vlastnosti a přeměny látek	Rychlost chemických reakcí, změny energie, kyseliny a zásady

Převzato a upraveno: (OPS, 2011)

## 2.2.4 Litva

Na sedmém místě se v mezinárodním šetření TIMSS se umístila Litva (TIMSS & PIRLS, 2019). Litevští žáci se s vyučovacím předmětem chemie mohou setkat poprvé v osmém ročníku povinné školní docházky. Některé školy ale mohou chemii vyučovat spolu s fyzikou a biologií dále v rámci jednoho společného předmětu. Litevské kurikulum rozděluje učivo určené pro osmý ročník do dvou tematických celků, prvním je *Struktura hmoty* a druhým jsou *Chemické přeměny* (Švietimo mokslo il sporto ministeria Lithnuania, 2021). Členění učiva určeného pro osmý ročník shrnuje tabulka 6.

Tabulka 6: Tematické celky v Litvě

Tematické celky	Témata
Struktura hmoty	1. Atom: protony, neutrony a elektrony, izotopy, ionty
	2. PSP: periodický zákon, fyzikální a chemické vlastnosti kovů a nekovů, rozložení prvků ve vesmíru
	3. Chemické vzorce: Lewisovy, strukturní i molekulové vzorce, hmotnost a hmotnostní zlomek
	4. Chemická vazba: typy vazeb, elektronegativita, fyzikální a chemické vlastnosti iontových a kovalentních látek. Bezpečná práce s chemikáliemi
Chemické přeměny	1. Chemické reakce: princip chemické reakce, reaktanty, produkty, popis odlišných reakcí, ZZH, oxidace, redukce, typy chemických rovnic, exotermická a endotermická reakce

Převzato a upraveno: (Švietimo mokslo il sporto ministeria Lithnuania, 2021)

V rámci prvního tematického celku *Struktura hmoty*, by se žáci měli naučit lokalizovat a určit náboj protonů, neutronů a elektronů v atomu. Měli by také být schopni vypočítat

příslušné počty těchto částic u vybraného prvku na základě protonového a neutronového čísla uvedeného u příslušného prvku v PSP. Žák by měl také vysvětlit, jak se od sebe liší izotopy daných prvků, a určit počet elektronů u iontů. V další podkapitole věnující se *PSP* se žáci seznamují s periodickým zákonem, který je dáván do souvislosti se stavbou atomu, uspořádáním prvků v periodické tabulce. V rámci systematické anorganické chemie je věnována pozornost kovům a nekovům, jejich fyzikálním a chemickým vlastnostem a rozložení jednotlivých prvků na Zemi i ve vesmíru. Třetí podkapitolou prvního tematického celku jsou *Chemické vzorce*. Žáci by měli po probrání této podkapitoly umět načrtnout strukturní, molekulové a Lewisovy vzorce jednoduchých molekul, jako je voda, kyslík, oxid uhličitý či kyselina chlorovodíková, a také zjistit použitím jednoduchých chemických výpočtů hmotnost a hmotnostní zlomek zadaných látek. Konečně čtvrtou a poslední částí tohoto tematického celku je *Chemická vazba*, v rámci níž je v litevském kurikulu definováno, že by žáci měli určit typ chemické vazby na základě rozdílu elektronegativit prvků tvořících sloučeninu. Iontová vazba by měla být žákům vysvětlována jako přitahování kladných a záporných iontů, kovalentní vazba naopak jako vzájemné sdílení elektronů. Součástí této podkapitoly je i část věnující se bezpečnosti práce (Švietimo mokslo il sporto ministeria Lithuania, 2021). Celý tento celek *Struktura hmoty*, je možné přirovnat k českému výukovému tématu *Částicové ložení látek, chemické prvky*. Na rozdíl od kurikulárních dokumentů dalších zemí, jsou zde zmiňovány i pojmy, jako jsou izotopy či složitější typy vzorců, včetně Lewisových, které již vyžadují hlubší úroveň pochopení dané problematiky. Je ale na místě uvést, že litevští žáci se poprvé s chemií jako vyučovacím předmětem setkávají až ve věku 13 let.

Druhý tematický celek *Chemické přeměny* se věnuje chemickým reakcím, určování reaktantů a produktů v chemické rovnici a jejich správnému zápisu. Princip chemické reakce kurikulum vysvětluje jako srážku reagujících částic, během níž zanikají dosavadní vazby a vznikají vazby nové. Žáci by si také měli uvědomit, že počet atomů v průběhu chemické reakce zůstává stejný, ovšem může docházet k přenosu elektronů, což popisují děje, jako jsou oxidace a redukce. Měli by mít také možnost pozorovat průběh odlišně rychlých chemických reakcí, jako je například spalování a rezivění, a zamýšlet se nad faktory, které rychlost takových reakcí ovlivňují. Dále by také mělo být žákům vysvětleno, že na základě odlišných energetických změn v průběhu chemických reakcí můžeme reakce rozdělit na exotermní a endotermní (Švietimo mokslo il sporto ministeria Lithuania, 2021).

## 2.2.5 Austrálie

Konečně pátým a posledním vybraným státem je Austrálie, která se v mezinárodním šetření TIMSS umístila na devátém místě (TIMSS & PIRLS, 2019). Australský vzdělávací systém, stejně jako v systému v Singapuru, sdružuje přírodovědné předměty, chemii, fyziku, biologii a vědy o Zemi do společného předmětu Science, který je vyučován již od prvního roku povinné školní docházky, tedy od 6 let věku žáka.

Tabulka 7: Tematické celky v Austrálii

Tematické celky	Témata
Vlastnosti látek	Fyzikální vlastnosti látek, změny skupenství
Reverzibilní a ireverzibilní děje	Rozdíl mezi ději, spalování, reznutí, recyklace
Směsi	Dělení směsí a jejich klasifikace
Struktura hmoty	Uspořádání částic v různých skupenstvích, atomy a jejich složení, molekuly, sloučeniny, ZZH,
PSP	Řazení, vlastnosti a využití vybraných prvků
Chemické reakce	Průběh a klasifikace chemických reakcí, rychlost reakcí a faktory, které je ovlivňují

Převzato a upraveno: (ACARA, 2012)

V prvních pěti letech povinné školní docházky jsou v chemické části australského kurikula popsána témata týkající se *vlastností látek*, jejich fyzikálních vlastností a změn skupenství. Dále jsou již tematické celky pestřejší. V šestém ročníku, tedy v 11 letech věku, se žáci zabývají *reverzibilními a ireverzibilními ději*, zkoumají procesy, jako jsou například spalování, rezivění či tavení, a snaží se využít znalosti o reverzibilních dějích pro recyklaci materiálů. Pro sedmý ročník je určen tematický celek *Směsi*, jejich klasifikace a metody separace, jako je filtrace, odpařování, destilace a další. Důraz je kladen na žákům z domova známé separační techniky (usazování, odstředování). V osmém a devátém ročníku je výuka chemie zaměřena na *strukturu hmoty a její složení*. Žáci pracují s modely odlišně uspořádaných částic v pevném, kapalném a plynném skupenství, jsou schopni popsat atom, jako částici složenou z protonů, neutronů a elektronů, a vysvětlit rozdíl mezi prvky a sloučeninami. Chemická reakce je vysvětlena, jako děj, během kterého se přeskupují atomy a ze stávajících látek vznikají látky nové. Je zdůrazněno, že během reakcí hmota ani energie nevzniká, ani

nezaniká. Poslední, desátý ročník povinné školní docházky australských žáků je věnován periodické soustavě prvků (PSP), popisu významných prvků, třídění chemických reakcí, chemické kinetice a faktorům, které rychlost chemických reakcí ovlivňují (ACARA, 2012). Shrnutí jednotlivých tematických celků australského kurikula je shrnuta v tabulce 7.

### 2.2.6 Shrnutí analýzy učebních témat v chemii v cizích zemích

Na základě stručné analýzy kurikulárních dokumentů pěti vybraných cizích zemí, která byla provedena v předchozích podkapitolách, lze konstatovat, že tematické celky jsou sice často pojmenovány odlišně oproti RVP ZV, jejich obsah je ale ve srovnání s českými tematickými celky velmi podobný. Většinou tematickým celkům cizích zemí je proto možné přiřadit i odpovídající název vycházející z RVP ZV. Kurikula cizích zemí často nezabíhají do tak velkých podrobností jako je tomu u nás. Česká ŠVP osmiletých gymnáziích uvádějí v rámci tematického celku *Částicové složení látek* pojem jako elektronegativita či definují chemickou vazbu a její typy. Naproti tomu se ve většině ostatních zemí zabývají kurikulární dokumenty v rámci stejného tématu pouze náboji jednotlivých částic v atomu, případně rozlišení atomů, prvků a iontů. Dalším příkladem může být koncepce výukového tématu *Chemické reakce*. Zatímco v popsáných státech se v tomto celku zabývají většinou principem chemické reakce s důrazem na ZZH, propojením tématu s chemickými reakcemi, které jsou žákům známé ze života, jako je oxidace, či ověřením odlišné rychlosti chemických reakcí v závislosti na různých faktorech, v popsáných ŠVP jsou součástí tohoto výukového tématu také chemické výpočty, jako například výpočet látkového množství, klasifikace chemických reakcí, či vyčíslování chemických rovnic. Popsané státy tak mohou u těchto témat předcházet abstraktnosti a nepochopení mnohdy i u mladších žáků, než jsou žáci nastoupivší na osmiletá gymnázia.

Jen několik málo tematických celků z daných zemí nemá mezi českými tematickými celky svůj ekvivalent. K takovým tematickým celkům patří *Vědecké snažení* (obsažený v singapurském kurikulu) a *Vědecký výzkum* (Finsko), v rámci kterých se žáci snaží stanovovat hypotézy experimentů, ty následně provádět a vyhodnocovat. Tyto tematické celky jsou jistě vhodné začlenit do výuky v jakémkoliv věku žáků, a proto by tyto tematické celky byly i vhodným doplňkem výuky v prvním roce výuky chemie na osmiletých gymnáziích. Dalším tematickým celkem, který není ztotožnitelný s českým kurikulem, je *Teplo a tepelná výměna* (Jižní Korea), který bychom zařadili v českém prostředí spíše do předmětu fyzika. Dva výukové tematické celky, které by bylo možné zařadit do některého z českých tematických celků jsou *Reverzibilní a ireverzibilní děje* (Austrálie), který částečně obsahuje učivo českého tematického celku *Chemické reakce*, a pak *Rozpouštění* (Jižní Korea), které by se nejvíce hodilo do

tematického celku *Vlastnosti látek*. Poslední tematický celek, kterému nebyl přiřazen žádný adekvátní celek definovaný v RVP ZV je *Chemie v běžném životě a životním prostředí* (Finsko). Tento tematický celek je pro výuku chemie na osmiletých gymnáziích velmi vhodný, jelikož jednotlivé jevy, které propojují chemii s běžným životem, budou žákům důvěrně známé, a není proto pro jejich výuku potřeba zcela rozvinuté abstraktní myšlení.

Co se týče pořadí jednotlivých tematických celků v kurikulech cizích zemích, lze říci, že pokud odhlédneme od celků, které nemají v RVP ZV adekvátní alternativu, odpovídá pořadí tematických celků českému modelu poměrně věrně. Tematický celek *Vlastnosti látek* je, pokud je v kurikulu uveden, umístěn vždy jako první. Po tomto tematickém celku navazují *Směsi* a *Částicové složení látek*. Až po těchto tematických celcích navazují chemické reakce a celky zabývající se anorganickou chemií a tematikou kyselin a zásad.

Tabulka 8: Shrnutí analýzy učebních témat v cizích zemích

Stát	Tematický celek	Adekvátní tematický celek v RVP ZV
Singapur	Vědecké snažení	
	Zkoumání chemické rozmanitosti hmoty na základě chemických vlastností	Částicové složení látek
	Zkoumání chemické rozmanitosti hmoty na základě separačních technik	Směsi
	Částicová povaha hmoty, atomy a molekuly	Částicové složení látek
	Chemické přeměny	Chemické reakce
Jižní Korea	Formy hmoty	Vlastnosti látek
	Separace směsí	Směsi
	Teplo a tepelná výměna	
	Rozpouštění	
	Kyseliny a zásady	Kyseliny a zásady
	Molekuly	Částicové složení látek
Finsko	Kyslík a oxid uhličitý	Anorganická chemie
	Vědecký výzkum	
	Chemie v běžném životě a životním prostředí	
	Vlastnosti látek	Vlastnosti látek
Litva	Vlastnosti a přeměna látek	Chemické reakce
	Struktura hmoty	Částicové složení látek
Austrálie	Chemické přeměny	Chemické reakce
	Vlastnosti látek	Vlastnosti látek
	Reverzibilní a ireverzibilní děje	
	Směsi	Směsi
	Struktura hmoty	Částicové složení látek
	PSP	Anorganická chemie
	Chemické reakce	Chemické reakce

Závěrem této kapitoly je tedy možné shrnout, že kurikula cizích zemí se obsahem i pořadím tematických celků velmi podobají českému modelu uvedenému v RVP ZV, který se následně promítá i do podoby ŠVP. Tento poznatek shrnuje tabulka 8. Avšak požadované znalosti žáků o jednotlivých tématech nejsou ve srovnání s ŠVP tak podrobné, což může vést k tomu, že je chemie, jako vyučovací předmět, pro tamní žáky pochopitelnější a méně abstraktní.

## 2.3 Zhodnocení vybraných učebních materiálů

Jak jsme ukázali v předchozí kapitole, ve vybraných cizích zemích jsou tematické celky řazeny velmi podobně jako v RVP ZV. Pořadí tematických celků tedy pravděpodobně není důvodem negativního přístupu žáků k chemii, o níž se zmiňuje (Kubiatko et al., 2012). Míra abstrakce při osvojování nového učiva bude ale u českých žáků pravděpodobně větší než ve vybraných cizích zemích, jelikož výše popsané ŠVP popisují učivo často do větší hloubky. V této kapitole se proto budeme věnovat výběru nejabstraktnějšího tematického celku a dále zpracování tohoto celku ve vybraných učebnicích a dostupných učebních materiálech.

Pro účel této práce byly pro zhodnocení míry abstrakce vybrány tři nejpoužívanější učebnice (Průchová, 2017), a sice *Chemie 8* od nakladatelství *Nová škola*, *Chemie 8* od nakladatelství *Fraus* a *Základy chemie I* od nakladatelství *Fortuna*, a dále ještě učebnice *Hravá chemie* od nakladatelství *Taktik*, která začíná být, dle názoru autora, v současné době také velmi využívaná, ale při šetření, které zjišťovalo nejpoužívanějších učebnice chemie pro základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií, nebyla ještě vydána.

### 2.3.1 Zhodnocení míry abstrakce jednotlivých tematických celků

Aby bylo možné zhodnotit míru abstrakce, je nejprve potřeba definovat pojem abstraktního myšlení. Jedná se „o přesah poznávání do oblasti, kterou již nelze přímo pozorovat a která není fixována na konkrétní realitu“. Analogicky je možné definovat i abstraktní pojem jako termín odkazující na nekonkrétní realitu, kterou nelze přímo pozorovat (Langmeier & Krejčířová, 2006). Abstraktní myšlení je předpoklad nezbytný pro pochopení některého učiva v mnoha vyučovacích předmětech, mezi něž chemie beze sporu patří. Neměli bychom proto zapomínat na to, že se abstraktní myšlení tvoří právě v době příchodu žáků na osmileté gymnázium a jeho tvorba dosahuje vrcholu kolem 15. roku věku žáka (Langmeier & Krejčířová, 2006). Proto je žádoucí uzpůsobovat výuku, jelikož žáci nemusí mít abstraktní myšlení, obzvláště v prvních ročnících osmiletého gymnázia, dostatečně vyvinuto, což by jim mohlo bránit v pochopení látky s abstraktní povahou.

Za metodu pro zhodnocení míry abstrakce u jednotlivých témat ve výše jmenovaných učebnicích bylo zvoleno určení počtu abstraktních termínů, které byly vybírány podle výše popsané definice, tedy jako termínů, které nejsou přímo pozorovatelné a nejsou spojené s konkrétní realitou. Jelikož pokud stanovíme počet abstraktních pojmů v kapitole, měli bychom být schopni kvalitativně určit, která z kapitol bude pro žáky nejvíce abstraktní.

Z původních osmi tematických celků vyučovaných v počátku výuky chemie na osmiletých gymnáziích, které vycházely z ŠVP analyzovaných škol, byla míra abstrakce vyhodnocena pouze u šesti z nich. Vynechána byla kapitola *Pozorování, pokus a bezpečnost práce*, jelikož se jedná o tematický celek, který má u dětí rozvíjet především pracovní kompetence při práci i chemikáliemi, které jsou z podstaty věci konkrétní. Posuzován nebyl ani tematický celek *Anorganická chemie* obsahující celou řadu problematických názvů, které jsou sice spojené s konkrétní pozorovatelnou látkou, ale možnost reálně ji spatřit budou mít žáci jen zřídka. Dalším z důvodů, proč není tento celek zařazen do této analýzy, je jeho pozdější zařazování do výuky, které už zvyšuje šanci kognitivní vyspělosti žáků.

Jako první byla míra abstrakce hodnocena u učebnice *Základy chemie I (Fortuna)*. Shrnutí a počty abstraktních pojmů můžete vidět v tabulce 9.

Tabulka 9: Základy chemie I (Fortuna)

Tematický celek	Název kapitoly	Počet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek	Co nás obklopuje	6
	Čím se látky liší?	
	Jak zjišťujeme vlastnosti látek?	
Směsi	Které látky jsou směsi?	15
	Jak vznikají roztoky?	
	Jak můžeme vyjádřit složení roztoku?	
	Jaké metody využíváme k oddělování směsí?	
Voda, vzduch	Voda vzduch-základ života	7
Částicové složení látek	Z čeho jsou složeny látky?	16
	Chemické prvky základ přírody	
Chemické reakce	Jak probíhají chemické reakce	15
Kyseliny a zásady	Které látky jsou kyselé a které zásadité?	6

Nejméně abstraktních pojmů se objevuje v tematickém celku *Kyseliny a zásady*, k dalším málo abstraktním tématům pak patří i *Vlastnosti látek* a *Voda a vzduch*. Naopak k tématům s nejvíce abstraktními pojmy v textu se řadí *Chemické rovnice* a *Směsi*. V poslední zmiňované kapitole je mimo velké množství abstraktních pojmů použitý také nevhodný matematický aparát, jelikož žáci v primě a sekundě osmiletého gymnázia by ještě nemuseli ovládat používání procent, a nemuseli by tak pochopit princip hmotnostního zlomku. Nevhodné využití matematického aparátu se ale vyskytuje i v jiných učebnicích. Tematický celek, který v textu obsahuje nejvíce abstraktních pojmů, je *Částicové složení látek*.

Učebnice chemie pro základní školy a osmiletá gymnázia vydávaná pro nakladatelstvím *Nová škola* obsahuje v daných kapitolách podobné množství abstraktních pojmů jako v předchozím případě. Výrazně vyšší je však počet těchto pojmů v tematickém celku *Částicové složení látek*, kde jich bylo napočítáno 23, což z něj činí celek s největším počtem abstraktních pojmů. Počet abstraktních pojmů v jednotlivých kapitolách učebnice naleznete v tabulce 10.

Tabulka 10: Chemie 8 (Nová škola)

Tematický celek	Název kapitoly	Počet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek	Látky a tělesa	3
	Zjišťování vlastností látek	
	Měření vlastností látek	
Směsi	Rozlišujeme chemické látky a směsi	14
	Třídění směsí	
	Roztoky	
	Počítáme složení roztoků	
	Rozpustnost	
	Oddělování složek směsí	
Voda a vzduch	Vzduch	4
	Voda	
Částicové složení látek	Atom	23
	Chemické prvky	
	Periodická soustava prvků	
	Chemická vazba	
	Chemické sloučeniny	
	Ionty	
Chemické reakce	ZZH	14
	Chemické rovnice	
	Rozdělení chemických rovnic	
	Chemické výpočty	
Kyseliny a zásady	Hydroxidy	7
	Kyseliny	
	Kyselost a zásaditost látek	

V této učebnici se například, jako v jediné z jmenovaných, objevují pojmy jako nukleony a kvarky (Mach & Plucková, 2015). V tematickém celku *Kyseliny a zásady* je kyselina definována jako látka, která odštěpuje proton vodíku, což z kyseliny činí pro žáky abstraktní pojem, jelikož, jak Herron (1975) popisuje, žák bez vyvinutého abstraktního myšlení je schopen vnímat kyselinu například jako látku, která barví pH papírek do červena, ale nikoliv vnímat částicovou podstatu tohoto jevu.

Třetí posuzovanou učebnicí je *Chemie 8* od nakladatelství *Fraus* (Pánek & Škoda, 2006). I v této publikaci se kapitolou s největším počtem abstraktních pojmů ukazuje být tematický celek *Částicové složení látek*, ve které je zmíněn, jako v jediné analyzované učebnici, pojem ionosféra. Nejvyšší počet abstraktních pojmů ve srovnání s ostatními publikacemi se nachází v tematickém celku *Vlastnosti látek*. Obsahuje totiž mimo jiné, dle mého názoru dokonce i pro část odborné veřejnosti, abstraktní pojmy, jako je Bose-Einsteinův kondenzát či fermionický kondenzát. Naopak abstraktní pojem, který se objevuje ve všech popsáných učebnicích, je hustota. I tato veličina je žákem bez vyvinutého abstraktního myšlení vnímána jako abstraktní, jelikož ji nelze snadno smyslově ověřit, na rozdíl od objemu či hmotnosti (Herron, 1975). Přesné počty abstraktních pojmů shrnuje tabulka 11.

Tabulka 11: *Chemie 8 (Fraus)*

Tematický celek	Název kapitoly	Počet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek	Vlastnosti látek	8
	Jak mohou být chemické látky nebezpečné?	
Směsi	Jak vznikají červánky?	8
	Oddělujeme složky směsí	
Částicové složení látek	Částicové složení látek	26
Chemické reakce	Chemické reakce a děje	18
Voda a vzduch	Vzduch	7
	Voda	
Kyseliny a zásady	Kyseliny a zásady	4

Poslední učebnicí, kterou se v rámci zhodnocení míry abstrakce budeme zabývat, je *Hravá chemie* od nakladatelství *Taktik*. I v této publikaci se potvrzuje, že tematický celek s největším počtem abstraktních pojmů je *Částicové složení látek*. V kapitolách týkajících se tematického celku *Chemické reakce* se, v této i dalších publikacích, objevují pojmy jako je zákon zachování hmotnosti, látkové množství či zápis chemické reakce a vysvětlení principu jejího průběhu (Budínská et al., 2019). I tyto pojmy jsou ale žáci schopni pochopit až

s vyvinutým abstraktním myšlením, stejně jako princip chemické rovnice, který ze zákona zachování hmotnosti vychází (Herron, 1975). Souhrn počtu abstraktních pojmů v učebnici Hravá chemie naleznete v tabulce 12. Soupis všech abstraktních pojmů v daných učebnicích pak v příloze 2.

Tabulka 12: Hravá chemie (Taktik)

Tematický celek	Název kapitoly	Počet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek	Úvod do chemie	1
Směsi	Směsi	13
Částicové složení látek	Od atomu ke sloučeninám	20
	Periodická soustava prvků	
Chemické reakce	Chemické reakce a výpočty	13
Voda a vzduch	Voda	1
Kyseliny a zásady	Hydroxidy	7
	Kyseliny	
	pH roztoku	

Jak se tedy ukazuje, tematickým celkem s největším množstvím abstraktních pojmů je *Částicové složení látek*, lze tedy soudit, že se jedná o téma pro žáky nejabstraktnější. Řada abstraktních pojmů, jako například nukleony, kvarky či ionosféra, není, dle mínění autora, užívána účelně, jelikož neslouží k pochopení látky. Počet abstraktních pojmů v tomto tematickém celku by tedy bylo možné snížit pouze na účelné minimum a spíše se věnovat důkladnějšímu vysvětlení abstraktních pojmů. V dalších kapitolách se budeme právě tímto tematickým celkem více zabývat.

### 2.3.2 Zpracování kapitol zabývajících se tematickým celkem částicové složení látek ve vybraných učebnicích

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, nejvíce abstraktním tématem se ukazuje, na základě počtu abstraktních pojmů v učebních textech, být tematický celek týkající se *Částicového složení látek*. V této kapitole se budeme proto zabývat zhodnocením těchto kapitol ve výše jmenovaných učebnicích. Pro zhodnocení učebnic byla vybrána forma recenze a byla zvolena shodná kritéria, která se objevují v práci J. Staníčka z roku 2022 (Staníček, 2022), který těmito kritérii hodnotil kapitoly pěti vybraných středoškolských učebnic zabývajících se lipidy. Vzhledem k tomu, že výstupem práce J. Staníčka byl taktéž učební materiál, byla jeho kritéria hodnocení převzata i pro tuto práci. Tato kritéria shrnuje tabulka 13.

Tabulka 13: Vybraná kritéria hodnocení učebnic

Kritéria pro zhodnocení tematického celku Částicové složení látek ve vybraných učebnicích	
1.	Úplnost
2.	Ilustrace, schémata, vzorce
3.	Otázky a úkoly (náměty na laboratorní práci)
4.	Zajímavosti a rozšiřující učivo
5.	Propojení s běžným životem

Prvním kritériem hodnocení je úplnost. Tou je dle Staníčka (2022) míněno splnění požadavků, které jsou pro daný tematický celek definovány v RVP ZV. Obsah celku lze tedy považovat za úplný právě tehdy, když je v kapitolách, které se daným celkem zabývají, popsáno vše, co definuje RVP ZV. V rámci druhého kritéria bude hodnoceno, zda jsou v příslušných kapitolách učebnice použity ilustrace, a pokud ano, zda jsou uvedeny vhodně a didakticky správně. Tyto prvky zlepšují estetickou stránku učebního materiálu a tím i pomáhají žákovi učivo lépe pochopit, například zvýšením jeho motivace (Průcha, 1998). Jako další důležité kritérium uvádí Staníček (2022) přítomnost otázek a úkolů k opakování a fixaci učiva. Hodnoceno bude, zda jsou v kapitolách tyto prvky přítomny. Jelikož jsou učebnice hodnoceny z pohledu využití v osmiletých gymnáziích, je vhodné, aby daná kapitola obsahovala i rozšiřující učivo, které by žákům umožnilo dále se rozvíjet. Tento faktor, společně s přítomností zajímavostí, jejichž začlenění do učebního materiálu rovněž zvyšuje motivaci žáka k danému tématu (Průcha, 1998), je obsažen ve čtvrtém kritériu. Pátým a velmi důležitým kritériem je pak propojení tématu s běžným životem, které u žáků opět zvyšuje motivaci učit se dané téma (Průcha, 1998), jelikož spojuje mnohdy abstraktní učivo s procesy, které žák dobře zná.

### 2.3.2.1 *Základy chemie (Fortuna)*

První hodnocenou učebnicí jsou *Základy chemie* od nakladatelství *Fortuna*. Z hlediska úplnosti této publikace lze říci, že učebnice obsahuje všechny pojmy, které jsou definovány v RVP ZV. Obsahuje také celou řadu více či méně vhodných ilustrací, které ale vzhledem k datu vydání této učebnice již neodpovídají současným grafickým nárokům. Otázky a úkoly učebnice sice obsahuje, ale nenutí žáka příliš se nad danou problematikou zamýšlet, jelikož všechny odpovědi žák nalezne explicitně napsané v textu. Tyto otázky lze tedy považovat spíše za ověření zapamatování faktů než za otázky vedoucí k pochopení souvislostí. Tato učebnice jako jediná obsahuje rozšiřující učivo, které odděluje růžovými čarami. Za to neodděluje zajímavé

informace, které by pro žáky mohly mít motivační charakter. Učebnice v kapitolách týkajících se tematického celku *Částicové složení látek* však nezmiňuje vazbu na běžný život.

#### 2.3.2.2 *Chemie 8 (NSS)*

Učebnice od nakladatelství Nová škola obsahuje všechny pojmy, které jí předepisuje RVP ZV, pro mladší žáky jsou některé další pojmy, jako jsou například kvarky, nepodstatné, a spíše brání pochopení základních principů, než by k pochopení látky napomáhaly. Učebnice je po grafické stránce rozdělena na základní text, úseky s definicemi nových pojmů a otázky a úkoly pro žáky. Oproti jiným učebnicím neobsahuje tolik obrázků, které by mohly pomoci k pochopení dané problematiky. Otázky pro žáky jsou v publikaci poměrně hojně zastoupené, jako v jediné publikaci ze čtyř hodnocených mohou žáci také nalézt i správná řešení úkolů. Zajímavosti v učebnici uváděné lze považovat spíše za doplňující informace než za informace, které by žáky upoutaly. Část z uváděných zajímavostí lze považovat také za rozšiřující učivo. Jako příklad jmenujme právě odstavec o kvarcích a jejich složení. Ačkoliv jsou v této části učebnice uváděné dva experimenty, ani ty nenaplní poslední kritérium hodnocení, tedy vazbu na běžný život. Mimo přirovnání velikosti a hmotnosti atomu k hradu Špilberk a slonovi nebyl v textu nalezen žádný jiný odkaz na pojmy a jevy, které žáci znají.

#### 2.3.2.3 *Chemie 8 (Fraus)*

Další hodnocenou učebnicí je *Chemie 8* od nakladatelství *Fraus*. I tato učebnice splňuje z hlediska úplnosti všechny požadavky, které na ni klade RVP ZV, ovšem jedná se zároveň o publikaci, která v daném tematickém celku obsahuje nejvíce abstraktních pojmů, které nejsou nezbytné pro pochopení dané látky. Graficky je učebnice členěna na barevně odlišený uvádějíci odstavec a další text. Otázky a úkoly pro žáky jsou v učebnici přítomny, ovšem není v ní již obsaženo správné řešení daných cvičení, otázky se často zaměřují na práci s obrázky či PSP. Rozšiřující učivo není v této publikaci obsaženo vůbec, nebo není nijak odlišeno od zbylého textu. Publikace obsahuje poutavé obrázky znázorňující stavbu atomu, vznik iontů, chemických sloučenin aj. Symboly sice odkazují na zajímavosti v textu, ty ale nejsou zajímavostmi v pravém slova smyslu, kdy by se žák z textu dozvěděl poutavou informací, ale spíše otázky, na které si žáci mohou dohledat odpovědi.

#### 2.3.2.4 *Hravá chemie (Taktik)*

Poslední publikace, která bude v rámci této kapitoly hodnocena bude *Hravá chemie* od nakladatelství *Taktik*. V této učebnici jsou uvedené a vysvětlené všechny pojmy, které jsou definovány v RVP ZV. *Hravá chemie* obsahuje ale i řadu pojmů, které požadavky RVP ZV

přesahují. Graficky je učebnice velmi vyvedená, odlišuje definice důležitých pojmů, zajímavosti a úkoly pro žáky a náměty na pokusy. Obsahuje názorné zjednodušené ilustrace atomů, molekul, iontů i složitějších sloučenin. Jak již bylo zmíněno, úkoly se v učebnici vyskytují, ale není v ní již obsaženo správné řešení těchto úkolů. V rámci celého tematického celku je pak uvedeno několik zajímavostí týkajících se přirovnání velikosti jádra atomu a počtu molekul v kapce vody či historických informací o názvech prvků. Rozšiřující učivo buďto v učebnici není obsaženo, nebo není nijak odlišeno. Poslední faktor, tedy propojení s běžným životem, v učebnici však zcela chybí, až na jednu zmínku Atomia v belgické metropoli není v učebnici uvedena žádná souvislost, kterou by žák mohl z běžného života znát.

Z předchozích odstavců vychází, že všechny učebnice požadavky RVP ZV splňují, obsahují ale celou řadu nadbytečných abstraktních pojmů, které často neslouží k pochopení dané látky, ba naopak mohou žáka od snahy chápat danou kapitolu odradit. Až na *Hravou chemii* neobsahují učebnice klíč správných řešení k otázkám a úkolům, které se v nich objevují. Učebnice zároveň neobsahují téměř žádné propojení s běžným životem a nenabízí žákům možnost vyzkoušet si některé jevy prakticky. Proto se další kapitola, se bude proto věnovat tomu, zda některé elektronické materiály, zabývající se tematickým celkem *Částicové složení látek* pro ZŠ a osmiletá gymnázia, obsahují prvky, které nebyly obsaženy v posuzovaných učebnicích.

### 2.3.3 Zhodnocení elektronických materiálů

Jedním z obsáhlých zdrojů elektronických materiálů je portál [dumy.cz](http://dumy.cz) (Digitální materiály pro výuku). Materiály, které se na tomto portále nacházejí, se zabývají spíše úzkými úseky učiva a z většiny se jedná o power-pointové prezentace. Tematický celek *Částicové složení látek* je nejčastěji rozdělen na materiály zaměřující se na atom, molekuly a prvky. Na portálu se objevuje i několik materiálů přímo nazvaných *Částicové složení látek*, avšak ani tyto materiály neobsahují kompletní učivo, které je definováno pro tento celek RVP ZV (Hrubá, 2012). Výhodami těchto materiálů je, že v případě, kdy obsahují úkoly a cvičení k dané látce, obsahují také správné řešení těchto úloh (Ryba, 2012). Zásadními nevýhodami zmiňovaných materiálů je mimo jejich stáří a s ním spojenou nižší grafickou úrovní především to, že zdroji pro jejich tvůrce jsou většinou právě výše popsané učebnice, tudíž ani tyto materiály nemohou splňovat kritéria, která nebyla splněna u těchto učebnic (Budínská, 2012). Hodnocené prezentace nevyužívají ani potenciál vizuálního média. Některé prezentace obsahují nevhodně zvolené obrázky, jako například lze uvést materiál od autorky Staré (2012), kde se v první vrstvě atomového obalu nachází čtyři elektrony, některé materiály neobsahují obrázky vůbec.

Ani u těchto materiálů se však neobjevuje souvislost mezi látkou a běžným životem ani praktická aplikace učiva, což by jistě oživilo teoretickou látku a umožnilo žákům některé jevy prakticky vyzkoušet.

## 2.4 Tvorba učebního materiálu

Poslední částí této práce je tvorba učebního materiálu, který je určen žákům osmiletých gymnázií, kteří se s vyučovacím předmětem chemie setkávají již v prvním nebo druhém ročníku. Obsahová náplň učebního materiálu byla vytyčena na základě analýzy zabývající se mírou abstrakce jednotlivých výukových témat. V rámci této analýzy bylo zjištěno, že kapitoly věnující se výukovému tématu *Částicové složení látek* obsahují ve všech analyzovaných učebnicích nejvíce abstraktních pojmů. Na základě tohoto výsledku lze usuzovat, že toto téma mohlo být pro žáky nejvíce abstraktní, a z tohoto důvodu bylo vybráno právě výukové téma *Částicové složení látek* jako náplň tohoto nově vytvořeného učebního materiálu.

Obsahová náplň učebního materiálu vychází z RVP ZV, který učivo výukového tématu *Částicové složení látek a chemické prvky* rozděluje do tří částí. Jedná se o *Částicové složení látek*, dále *prvky* a třetí část nese název *chemické sloučeniny*. V materiálu je komplexně zpracováno především učivo týkající se první jmenované části. Dále pak v materiálu nalezneme část zabývající se chemickými prvky a chemickými vazbami. Konkrétními chemickými prvky, jejich vlastnostmi a použitím se materiál naopak nezaobírá, stejně tak jako názvoslovím jednoduchých anorganických sloučenin. Vlastní učební materiál byl vytvořen v rozsahu čtyř stran, dále však obsahuje metodické přílohy a další podklady pro výukové aktivity, které jsou v učebním materiálu blíže popsány. Práci s učebním materiálem včetně plnění žákovských aktivit by bylo vhodné věnovat 4-5 vyučovacích hodin.

Učební materiál je koncipován tak, aby co nejvíce odpovídal potřebám žáků osmiletých gymnázií v prvním či druhém ročníku. Počet abstraktních pojmů byl zúžen pouze na ty, které uvádí RVP ZV. Se složitějšími abstraktními pojmy, které nejsou v materiálu uvedené, jako jsou izotopy či typy chemických vazeb, se žáci setkají ve vyšších ročnících. Abstraktní pojmy, které jsou obsažené ve výukovém materiálu jsou čtenářům vždy vysvětleny jim přístupným jazykem a jsou připodobněny ke konkrétním předmětům, které jsou čtenářům dobře známy. Materiál ale zohledňuje taktéž to, že žáci na osmiletém gymnáziu by se měli učivu vhodnou formou věnovat více do hloubky, a proto obsahuje také řadu zajímavostí a rozšiřující učivo, včetně vazeb na běžný život. Zohledněny jsou taktéž různorodé učební potřeby žáků. V materiálu nalezneme

prvky a úlohy, které by měly vyhovovat jak vizuálním, tak i auditivním a kinestetickým typům žáků.

Textová složka je v učebním materiálu pro lepší přehlednost graficky členěna do šesti úrovní. Mimo základní text, který má výkladovou funkci, obsahuje materiál také části s motivační funkcí. Ať už se jedná o odkazy na úkoly, které mají za cíl upevnit teoretické poznatky, na části se zajímavostmi, či ikony, u kterých se žáci dočtou o souvislostech daného tématu s běžným životem, jako například jak souvisí atomy s časem, který se jim zobrazí na jejich mobilním telefonu, nebo s využíváním elektrických spotřebičů v domácnosti. Materiál ale také obsahuje rozšiřující učivo určené především žákům, kteří mají o chemii vyšší zájem, a v neposlední řadě také několik otázek a úloh k opakování, včetně jejich správného řešení. Grafickou stránku materiálu zdobí ilustrace Přemka Kauckého, které nejen vhodným způsobem doplňují jeho výkladovou funkci, ale také odlehčují a zpřístupňují materiál čtenářům. Mimo ilustrace obsahuje materiál i několik schémat vytvořených v programu MS Word. Členění textu v jednotlivých ikonách zobrazuje obrázek 1.



Obrázek 1: Ikonky použité v učebním materiálu

Pro zvýšení motivace čtenářů je výukový materiál psán ich-formou z pozice průvodce, kterým je právě atom. Tato skutečnost souvisí i s názvem celého výukového materiálu, kterým je titul *S atomy na kus řeči*, který je složen ze značek chemických prvků. Ačkoliv není ich-forma v učebních textech rozšířeným narativem, byla zvolena z toho důvodu, že může ve čtenáři vzbuzovat větší pocit autentičnosti a dokáže ho snáze vtáhnout do děje (Čmejková et al., 1999; Writer, 2019). Na začátku textu je položena čtenářům motivační otázka, „Co je na světě nejmenší?“, která má upoutat jejich pozornost. Dalším prvkem, který má čtenáře nejen zaujmout, ale zároveň jim pomoci v pochopení daného úseku učiva, je celá řada přirovnávání a přiblížení pojmů, se kterými se čtenář v textu setkává.

Výkladová složka je v materiálu proložena pěti úkoly. Každý z nich má za cíl zaměřit se na malou část učiva, kterou má žák různorodými prostředky upevnit. První z úkolů lze pokládat

za experiment, jelikož v něm má žák prakticky ověřit, že za určitých okolností se k sobě mohou dva nemagnetické předměty přitahovat, na základě čehož lze vysvětlit, že hmota je tvořena částicemi, které obsahují opačný náboj. Na tuto aktivitu navazuje část, která popisuje náboj jednotlivých částí jádra. Během této aktivity mohou žáci, vzhledem k dodržování krátkého pracovního postupu a vyhodnocování experimentu rozvíjet pracovní kompetence (Koubek et al., 2011). V rámci druhé úlohy mají žáci nakreslit atom na základě poznatků, které jim byly do té doby předloženy. Tato aktivita má pomoci lepší představitelnosti abstraktního pojmu, jako je atom tím, že mu žák vtiskne co nejkonkrétnější podobu. Zároveň žáci však vhodnou formou rozvíjí kompetence k učení, jelikož při kresbě pracují s dosavadními poznatky, které dále systematizují a třídí (Koubek et al., 2011). Po přečtení předchozího textu by žák měl na základě počtu protonů v jádře nakresleného atomu umět určit, o který chemický prvek se jedná, a tím si tento pojem ukotvit a zároveň ho odlišit od pojmu atom. Aby se jeho představa co nejvíce blížila realitě a žáci vnímali atom v trojrozměrném prostoru a nejen jako dvourozměrný objekt na papíře, je v učebním materiálu zařazen čtvrtý úkol, tvorba modelu atomu z papírenského zboží. Poslední pátý úkol se pak věnuje chemické vazbě a tvorbě molekul. Žáci během něj pomocí lentilek, které představují elektrony, spojují jednotlivé atomy do molekul. Tato i všechny předešlé aktivity se snaží o to, aby žáci při jejich plnění měli možnost aplikovat a upevňovat teoretické poznatky v praktické činnosti. Pro všech pět úkolů, které jsou v učebním materiálu popsány, byly zároveň vytvořeny metodické materiály, se kterými mohou vyučující pracovat při přípravě na vyučovací hodiny.

Metodické materiály pro učitele jsou koncipovány, jako podrobnější návody k jednotlivým aktivitám. Vždy obsahují výukový cíl, soupis potřebných pomůcek a stručný popis aktivity. Mimo tyto základní informace jsou ale v metodických pokynech také sepsány výstupy této aktivity očekávané u žáků ve formě znalostí, které by si měli během aktivity ukotvit. Tyto výstupy navazují na text v učebním materiálu, jsou proto psány tak, aby jim žáci rozuměli. V neposlední řadě obsahují metodické materiály také bod, který se věnuje motivaci žáků. Může se jednat například o popis situace či žakovské role, již by bylo vhodné aktivitu uvést (žák se stává detektivem, objevitelem nového prvku či účastníkem televizního pořadu). V některých případech jsou v materiálech pro vyučující také popsány další alternativní varianty téže aktivity.

V závěru učebního materiálu je uvedeno pět otázek a úkolů k opakování. Otázky v této závěrečné části byly voleny tak, aby se nejednalo pouze o kontrolu zapamatování faktických informací z učebního textu, ale aby od žáků vyžadovaly porozumění dané látce. Proto je do závěrečných úloh začleněna i práce s PSP, zjišťování protonových čísel a vyvozování dalších

informací z těchto dat či úloha, u které mají žáci rozhodnout o pravdivosti daných tvrzení. Čtvrtá a pátá úloha jsou pak opět ve formě opakovací žákovské aktivity. První z nich je vedena formou didaktické hry *Hádej, kdo jsem*. Žáci v ní mají za úkol dobře mířenými otázkami, které vychází z teoretických znalostí, uhodnout pojmy, které se týkají atomu. Žáci tak mají nejen možnost zlepšovat se ve svých znalostech, ale zároveň i pracovat v malých skupinách a rozvíjet tak komunikační a sociální kompetence. Poslední úloha u žáků ověřuje, že chápou a používají pojmy atom a molekula ve správných souvislostech. Aktivita je koncipována jako problémová úloha, v níž se žáci mění v detektivy, kteří mají za úkol přiřadit jméno atomu či molekuly ke správnému obrázku. Žáci musí využít i předchozích znalostí, které se týkají počtů protonů a elektronů v atomu a práce s PSP. Rozvíjí tak zároveň kompetence k řešení problémů.

Celý učební materiál je psán jazykem přístupným žákům ve věku do dvanácti let, vyhýbá se složitým větným konstrukcím, při vysvětlování volí slova, jejichž význam by měl být čtenářům znám. Zároveň materiál obsahuje řadu zjednodušení a faktických či principiálních nesrovnalostí. Například zanedbává, že elektron nemá pouze povahu částice, ale také povahu vlnění, dále se při definici chemické vazby omezuje pouze na kovalentní nepolární vazbu, ve které jsou elektrony rovnoměrně sdíleny, zbylé typy vazeb zanedbáváme. V grafických zobrazeních atomu neodpovídá poměr velikosti jádra a velikosti elektronového obalu, který by v poměru k jádru musel být mnohem větší. U popisu náboje protonu a elektronu chybí přívlastek elementární. Tyto vědecky nepřesné úseky byly v materiálu použity vědomě, se záměrem žákům osmiletého gymnázia učivo týkající se částicového složení látek co nejvíce přiblížit a pochopitelně vysvětlit.

### 3 Závěr

Analýza školních vzdělávacích programů vybraných osmiletých gymnázií, na nichž se chemie oproti základním školám zařazuje do výuky dříve, ukázala, že náročná témata týkající se obecné chemie se často řadí již do úvodu studia chemie na těchto osmiletých gymnáziích. Tato témata, týkající se například částicového složení látek, mohou být však pro mladší žáky problematická, jelikož vysoká míra abstrakce, která je pro pochopení těchto témat potřeba, není adekvátní kognitivnímu stupni jejich vývoje. Témata zabývající se obecnou chemií však na úvod studia chemie zařazují i vybrané cizí země, jejichž kurikula byla analyzována. Ve srovnání s vybranými školními vzdělávacími programy, však tato témata popisují více obecně, bez využití řady abstraktních pojmů, které jsou součástí vybraných ŠVP. Jelikož je obecná chemie základem pro pochopení řady procesů, které souvisejí s dalšími odvětvími oboru chemie, zdá se být vhodné témata obecné chemie na úvod studia chemie zařadit, ovšem v takové podobě, aby jejich obtížnost a míra abstrakce více odpovídala kognitivní úrovni žáků. Aby bylo možné určit, který z tematických celků vyžaduje vysokou míru abstrakce, byla provedena analýza zaměřená na míru abstrakce jednotlivých výukových celků ve čtyřech vybraných učebnicích. Ve všech případech se ukázal být nejabstraktnějším celkem tematický celek *Částicové složení látek*. Část tohoto tematického celku byla zpracována jako učební materiál pro žáky nižších ročníků osmiletých gymnázií. Tento materiál obsahuje nejen ucelenou textovou část s vyváženým množstvím abstraktních pojmů, obsahuje ale také ilustrace, grafickou úpravu, schémata a členění na několika úrovních. V materiálu nalezneme také otázky a úkoly k opakování spolu se vzorovým řešením, zajímavosti a propojení tématu s běžným životem. Dále je do textu začleněno pět úloh, které si kladou za cíl ukotvit teoretické znalosti žákům a propojit je s praktickou činností. Mimo vlastní učební materiál byly vytvořeny také metodické podklady pro pedagogy, zahrnující vysvětlení experimentu či soupis výstupů, které by si měli žáci z jednotlivých aktivit odnést. Tento učební materiál byl tvořen se záměrem pomoci žákům nižších ročníků osmiletých gymnázií s pochopením i takto abstraktního tématu, jako je *částicové složení látek*, a dopomoci žákům k přesvědčení, že chemie je fascinující věda, o které je radost (se) učit.

## 4 Seznam použité literatury

- [1] 561/2004 Sb. Školský zákon, č. 561/2004 Sb. (2004).
- [2] ACARA. (2012). *Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (ACARA)*. <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/science/>
- [3] Beneš, P., & Pumpr, V. (1995). *Základy chemie I*. Fortuna.
- [4] Brainerd, C. J. (1973). Neo-Piagetian training experiments revisited: Is there any support for the cognitive-developmental stage hypothesis? *Cognition*, 2(3), 349–370. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(72\)90039-X](https://doi.org/10.1016/0010-0277(72)90039-X)
- [5] Brown, B. B., & Prinstein, M. J. (2011). *Encyclopedia of Adolescence*. Academic Press.
- [6] Budínská, G. (2012). *Chemické prvky*. DUMY.CZ. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://dumy.cz/nahled/86233>
- [7] Budínská, G., Jelínková, Štikovcová, & Jandová. (2019). *Hravá chemie 8 (1.)*. Taktik.
- [8] Čáp, J., & Mareš, J. (2001). *Psychologie pro učitele (1.)*. Porál.
- [9] Čmejrková, S., Daneš, F., & Světlá, J. (1999). *Jak napsat odborný text (1.)*. LEDA.
- [10] Čtrnáctová, H., & Banýr, J. (1997). *Výuka chemie, historie a současnost výuky chemie u nás*.
- [11] Damon, W., Lerner, R. M., Kuhn, D., & Siegler, R. S. (2006). *Handbook of Child psychology, Cognition, Perception, and Language*. John Wiley & Sons.
- [12] Dostálová, J. (2010). *Vstup na víceleté gymnázium očima rodičů* [Masarykova univerzita, Filozofická fakulta]. <https://theses.cz/id/yfwz0f/?lang=cs>
- [13] Finsko. (2012). *FINLEX® - Ursprungliga författningar: Statsrådets förordning om riksomfattande mål... 422/2012*. Oikeusministeriö. <https://finlex.fi/sv/laki/alkup/2012/20120422>

- [14] Good, R., Kromhout, R. A., & Mellon, E. K. (1979, červenec 1). *Piaget's work and chemical education* (world) [Research-article]. ACS Publications; Division of Chemical Education. <https://doi.org/10.1021/ed056p426>
- [15] Green, D. R., & Others, A. (1971). *Measurement and Piaget*. McGraw-Hill Book Co.
- [16] Gymnázium Benešov. (2016). *Školní vzdělávací program*.  
<http://old.gbn.cz/pro-verejnost/dokumenty-skoly/svp>
- [17] Gymnázium Český Těšín. (2012). *Školní vzdělávací program*.  
[https://www.gmct.cz/media/files/dokumenty-skoly/VP%208.%20let%C3%A9%20-%205.verze%205-1\(1\)\(1\).pdf](https://www.gmct.cz/media/files/dokumenty-skoly/VP%208.%20let%C3%A9%20-%205.verze%205-1(1)(1).pdf)
- [18] Gymnázium Děčín. (2007). *Školní vzdělávací program*.  
<https://www.gymnaziumdc.cz/dokumenty/skolni-vzdelavaci-program/100-svp-nizsi-gymnazium/file>
- [19] Gymnázium Hustopeče. (2021). *Školní vzdělávací program*.  
<http://www.gymhust.cz/obrazky-soubory/svp-osmilet-vseobecne-studium-nizsi-stupen-internetova-verze-05879.pdf?redir>
- [20] Gymnázium Cheb. (2019). *Školní vzdělávací program*.  
<https://drive.google.com/drive/folders/1E2E-viUc-okTdFp9SUIIThKO4Z4RsfSy>
- [21] Gymnázium Jírovcova. (2007). *Školní vzdělávací program*.  
<https://jirovcovka.net/pro-uchazece/skolni-vzdelavaci-program.html>
- [22] Gymnázium Nad Štolou. (2021). *Školní vzdělávací program*.  
<https://www.gymstola.cz/images/docs/svp/svp2021.pdf>
- [23] Gymnázium Pelhřimov. (2017). *Školní vzdělávací program pro nižší gymnázium*. <https://www.gyoa.cz/skola/dokumenty/gymnazium/>

- [24] Gymnázium Rožnov pod Radhoštěm. (2018). *Školní vzdělávací program*.  
<http://www.gymroznov.cz/webdl/svp/SVP-Gymnazia-Roznov-pod-Radhostem---ZV-verze-2018.pdf>
- [25] Herron, J. D. (1975). Piaget for chemists. Explaining what „good" students cannot understand. *Journal of Chemical Education*, 52(3), 146.  
<https://doi.org/10.1021/ed052p146>
- [26] Höfer, G., & Svoboda, E. (2004). *Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky*. Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň; MFF UK, Praha.  
[https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fkof.zcu.cz%2Fak%2Ftrendy%2F2%2Fsbornik%2Fsvoboda\\_e%2Fsrni.doc&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fkof.zcu.cz%2Fak%2Ftrendy%2F2%2Fsbornik%2Fsvoboda_e%2Fsrni.doc&wdOrigin=BROWSELINK)
- [27] Hrubá, Ž. (2012). *Částicové složení látek*. DUMY.CZ.  
<https://www.dumy.cz/material/38716-casticove-slozeni-latek>
- [28] Koubek, P., Hesová, A., Kitzbergerová, L., & Kocourková, Š. (2011). *Klíčové kompetence ve výuce na základní škole a agymnáziu (1.)*. NÚV.
- [29] Kubiátko, M., Balatova, K., Fančovičová, J., & Prokop, P. (2017). Pupils' Attitudes toward Chemistry in Two Types of Czech Schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13, 2539–2552.  
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01239a>
- [30] Kubiátko, M., Švandová, K., Šibor, J., & Škoda, J. (2012). Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, 22(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.5817/PedOr2012-1-82>
- [31] Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie (2.)*. Grada.
- [32] Mach, J., & Plucková, I. (2015). *Chemie 8, Úvod do obecné a anorganické chemie*. NNS.

- [33] Maňák, J., Janík, T., & Vlastimil, Š. (2008). *Kurikulum v současné škole*.
- [34] Ministry of Education, Singapore. (2014). *Primary school subjects and syllabuses*. Www.Moe.Gov.Sg. <http://www.moe.gov.sg/primary/curriculum/syllabus>
- [35] Ministry of Education, Singapore. (2021). *Courses and subjects for secondary schools*. Www.Moe.Gov.Sg. <http://www.moe.gov.sg/secondary/courses>
- [36] MŠMT. (2021). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV)*. [https://www.edu.cz/?post\\_type=page&p=275](https://www.edu.cz/?post_type=page&p=275)
- [37] MŠMT. (2022). *Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia*. [https://www.edu.cz/?post\\_type=page&p=277](https://www.edu.cz/?post_type=page&p=277)
- [38] OPS. (2011). » *Botby Elementary School*. <https://ops.edu.hel.fi/sv/botby-grundskola/>
- [39] Pánek, J., & Škoda, J. (2006). *Chemie 8 pro ZŠ a víceletá gymnázia*. Fraus.
- [40] Pavelková, I., & Škaloudová, A. (2004). *Postoje žáků k předmětům jako projev motivovanosti*. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. <https://capv.cz/postoje-zaku-k-predmetum-jako-projev-motivovanosti/>
- [41] Piaget, J., & Inhelder, B. (2010). *Psychologie dítěte*. Portál.
- [42] Poehner, M. E. (2017). The Zone of Proximal Development and the Twin Poles of Teaching and Assessing in Vygotsky's Developmental Education. In J. B. Cummings & M. L. Blatherwick (Ed.), *Creative Dimensions of Teaching and Learning in the 21st Century* (s. 151–161). SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6351-047-9\\_14](https://doi.org/10.1007/978-94-6351-047-9_14)
- [43] Průcha, J. (1998). *Učebnice: Teorie a analýza edukačního média: Příručka pro studenty, učitele, autory učebnic a výzkumné pracovníky*. Paido.
- [44] Průchová, J. (2017). *Názornost vybraných učebnic chemie [Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta]*. <https://theses.cz/id/gal15n/>

- [45] Pugnerová, M. (2019). *Psychologie pro studenty pedagogických oborů* (1. vyd.). Grada.
- [46] Ryba, T. (2012). *Atom*. DUMY.CZ. <https://www.dumy.cz/material/91002-atom>
- [47] Slezské gymnázium Opava. (2021). *Školní vzdělávací program*.  
<https://www.sgopava.cz/wp-content/uploads/2020/10/SVP-od-zari-2019.pdf>
- [48] Součková, D. (2021). *Srovnání českého a korejského vzdělávacího systému*.  
<https://dspace.tul.cz/handle/15240/161241>
- [49] Staníček, J. (2022). *Lipidy v kontextu vzdělávání na středních školách*.  
<https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/173438>
- [50] Starý, T. (2012). *Atom*. DUMY.CZ. <https://www.dumy.cz/material/32303-atom>
- [51] Sternberg, R. J. (2009). *Kognitivní psychologie*. Portál.
- [52] Sternberg, R. J., & Berg, C. A. (1992). *Intellectual Development*. Cambridge University Press.
- [53] Straková, J., & Greger, D. (2013). Faktory ovlivňující přechod žáků 5. Ročníků na osmileté gymnázium. *Orbis scholae*, 7, 73–85.  
<https://doi.org/10.14712/23363177.2015.14>
- [54] Švietimo mokslo il sporto ministeria Lithnuania. (2021). *Chemijos bendroji programa*. [www.emokykla.lt](http://www.emokykla.lt). <https://www.emokykla.lt/bendrasis/bendrosios-programos/atnaujintos-bendrosios-programos>
- [55] Taehee, N. (2010). *Chemical Education in Korea*. Department of Chemistry Education, Seoul National University.  
<https://www.t.soka.ac.jp/chem/CEAP/Korea13.html>
- [56] TIMSS & PIRLS. (2019). *TIMSS 2019 International Reports – TIMSS & PIRLS International Study Center at Boston College*. <https://timss2019.org/reports>

- [57] Vágnerová, M. (2001). *Kognitivní a sociální psychologie žáka na základní škole* (1.). Karolinum.
- [58] Vágnerová, M., & Lisá, L. (2021). *Vývojová psychologie—Dětství a dospívání*. Karolinum.
- [59] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. <http://ouleft.org/wp-content/uploads/Vygotsky-Mind-in-Society.pdf>
- [60] Wilhelm, L. (2021). *Výuka chemie v nižších ročnících nižšího gymnázia v ČR* [Bakalářská práce]. Univerzita Karlova.
- [61] Writer, J. (2019). *Volba vypravěče: Ich-forma, nebo er-forma?*  
<https://www.jerrywriter.cz/2019/01/volba-vypravece-ich-forma-nebo-er-forma.html>

## **5 Seznam příloh**

Příloha 1: Analýza pořadí výukových témat v ŠVP osmiletých gymnázií

Příloha 2: Seznam abstraktních pojmů v jednotlivých učebnicích

Příloha 3: Učební materiál *S atomy na kus řeči*

Příloha 1: Analýza pořadí výukových témat v ŠVP osmiletých gymnázií

Název gymnázia	Pořadí témat v ŠVP						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Gymnázium Klatovy	Pozorování pokus a bezpečnost práce	Směsi a chemické látky	Chemie a společnost	Částicové složení látek, chemické prvky	Anorganické sloučeniny		
	Vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky a přípravy, mimořádné události	Klasifikace, oddělování, voda, vzduch	Hořlaviny	Atomy a molekuly, změny elektronového obalu, Názvy, značky, vlastnosti prvků, periodický zákon	Anorganické názvosloví, oxidy, kyseliny a zásady, soli kyslíkaté a nekyslíkaté		
Gymnázium Rokycany	Vlastnosti látek a jejich pozorování	Bezpečnost práce v laboratoři	Směsi a chemické látky	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemické reakce	Anorganické sloučeniny	
	Barva, lesk, tvrdost, zápach, skupenství, hustota atd.	Zásady bezpečnosti, první pomoc, R- a S-věty, laboratorní pomůcky,	Klasifikace, oddělování, roztoky, hmotnostní zlomek, směšovací rovnice	Atomy, molekuly, ionty, chemický prvek, sloučeniny, chemická vazba, vaznost, PSP, periodicitá	Výchozí látky a produkty, zákon zachování hmotnosti (ZZH), typy reakcí	Vodík a sloučeniny vodíku, voda, kyslík, vzduch	
Gymnázium Litoměřická, Praha	Vlastnosti látek	Zásady bezpečné práce	Směsi	Částicové složení látek	Periodická soustava prvků, vybrané kovy	Voda, vzduch	Chemické reakce
	Odlišení látek a těles, změna skupenství, odlišené a společné vlastnosti látek	Pravidla při práci v laboratoři, nebezpečné látky a přípravy.	Klasifikace směsí, oddělování složek směsí	Atomy a molekuly, prvky, chemické sloučeniny, chemická vazba	Periodicita vlastností v PSP, rozlišení kovů a nekovů	Význam vody, druhy vod, znečištění, složení vzduchu, ozonová vrstva	ZZH, tepelné změny při reakcích, faktory ovlivňující rychlost chemických reakcí
Gymnázium Nad Štolou, Praha	Částicové složení látek	Prvky a sloučeniny	Chemická vazba	Dvouprvkové sloučeniny			
	Molekuly, atomy, elektronový obal a jeho změny v chemických reakcích	Názvy, značky, vlastnosti vybraných prvků, kovy, polokovy, nekovy, PSP	Ionty, elektronegativita, valenční elektrony, chemická vazba	Názvosloví, oxidační číslo, sulfidy, oxidy, halogenidy			

Gymnázium Špitálská, Praha	Vlastnosti látek	Bezpečnost práce v laboratoři	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek	Chemická prvky	
	Látky a tělesa, změny skupenství	Zásady bezpečné práce v laboratoři, první pomoc při úrazu v laboratoři	Klasifikace směsí, oddělování složek směsí	Druhy vod, znečištění, výroba pitné vody, složení vzduchu, ozonová vrstva	Atom, vybrané názvy a značky chemických prvků, protonové číslo, chemická vazba	Nekovy, kovy, slitiny, periodicitu vlastností v PSP	
Gymnázium, České Budějovice, Jírovcova	Pozorování pokus a vlastnosti látek	Bezpečnost práce v laboratoři	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemické reakce	Dvouprvkové sloučeniny, kyseliny a hydroxidy
	Přeměny látek, fyzikální a chemické vlastnosti látek, změny skupenství	Zásady práce v laboratoři, R- a S- věty, práce s nebezpečnými látkami	Klasifikace směsí, oddělování složek směsí, výpočty složení roztoků	Význam, vlastnosti, druhy, výroba pitné vody, znečištění vody a vzduchu	Atom, kation, anion, valenční elektrony, chemický prvek, chemická sloučenina, chemická vazba,	Oxidační číslo, zápis a výpočty z chemických rovnic	Názvosloví sulfidů, halogenidů a oxidů, vlastnosti kyselin a zásad, kyselá dešť
Týn nad Vltavou	Vlastnosti látek	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek	Chemické prvky	Chemické reakce	Dvouprvkové sloučeniny, kyseliny a zásady
	Souvislost vnitřní struktury s vlastností látek, využívání chemických látek	Klasifikace směsí, oddělování složek směsí, hmotností zlomek	Koloběh vody, význam a druhy vod, výroba pitné vody, složení a znečištění vzduchu, ozonová vrstva, hoření a hašení látek	Molekuly a atomy, změny elektronové obalu, prvky, názvy, značky, vlastností a využití prvků	Kovy, nekovy, polokovy, vodík, kyslík, chemická vazba, periodický zákon	Zákon zachování hmotnosti (ZZH), chemická rovnice, klasifikace chemických reakcí, faktory ovlivňující reakce	Názvosloví, vlastnosti a využití sulfidů, halogenidů a oxidů, kyseliny a zásady, pH
Hodonín	Pozorování, pokus a bezpečnost práce	Přírodní vědy	Částicové složení látek	Periodická tabulka prvků	Směsi		
	Chemické protokoly, laboratorní technika, první pomoc při úrazu v laboratoři	Základní rozdělení přírodních věd, základy chemické taxonomie	Atom a molekula, prvek, sloučenina, ionty	Názvy, značky a vlastnosti vybraných prvků, kovy, polokovy, nekovy, vzduch, voda, kyslík, vodík	Klasifikace směsí		
Břeclav	Práce s laboratorní technikou	Chemické látky, směsi	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemická reakce	Dvouprvkové sloučeniny, životadárné směsi	Polokovy, kovy	

	Chemické sklo a pomůcky, první pomoc v laboratoři, nebezpečné látky a přípravy	Vlastnosti látek, klasifikace směsí a jejich oddělování	Atom a molekula, izotop, nuklid, názvy, značky a využití vybraných prvků, sloučenina, chemická vazba	ZZH, chemická rovnice, klasifikace chemických reakcí, látkové množství, hmotnost faktory ovlivňující průběh reakcí	Vzduch, voda, kyslík a oxidy, vodík, halogeny a halogenidy, sulfidy	Rozdíl polokovy, kovy, vlastnosti a využití vybraných kovů	
Hustopeče	Pozorování, pokus a bezpečnost práce	Směsi a chemické látky	Částicové složení látek, chemické prvky	Dvouprvkové sloučeniny	Chemické reakce		
	Chemické sklo a pomůcky, první pomoc, nebezpečné látky a přípravy, vlastnosti látek, alchymie	Klasifikace směsí, vzduch a voda, základní laboratorní postupy	Částice látek, prvky, chemické sloučeniny, rozdělení chemických prvků, kovy, polokovy, nekovy	Názvosloví a význam halogenidů, oxidů, sulfidů, skleníkový efekt, výroba skla	Co jsou chemické reakce, chemické výpočty		
Mariánské lázně	Vlastnosti látek a jejich pozorování	Směsi a chemické látky	Roztoky	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemické reakce	Anorganická chemie	
	Fyzikální vlastnosti látek, barva, tvrdost, rozpustnost, elektrická vodivost aj., přeměny látek	Prvky, sloučeniny, chemicky čisté látky, klasifikace a oddělování směsí	Složky roztoku, nasycenost, koncentrace, hmotnostní zlomek, směšovací rovnice	Atomy a molekuly, ionty, chemická vazba a její typy, elektronegativita, PSP, periodický zákon	Výchozí látky a produkty, vyčíslení chemické rovnice, ZZH, syntéza a analýza, exotermní a endotermní reakce	Vzduch (složení, čistota, znečištění), kyslík, vodík, voda (druhy, výroba pitné vody, znečištění)	
Cheb	Vlastnosti látek	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek	Chemické reakce	Dvouprvkové sloučeniny, kyseliny a zásady	
	Látky a tělesa, změny skupenství, bezpečnost práce v laboratoři, nebezpečné látky	Klasifikace a oddělování směsí, hmotnostní zlomek, koncentrace	Význam vody, druhy vod, znečištění, složky vzduchu, skleníkový efekt, inverze, smog a ozonová vrstva	Atomy a molekuly, elektronový obal, chemická vazba, PSP, prvky a jejich využití, kovy, nekovy	Klasifikace chemických reakcí, faktory ovlivňující jejich rychlost, chemická rovnice, ZZH, chemické výpočty (n,m)	Názvosloví, využití a význam oxidů, halogenidů, sulfidů, solí, kyselost a zásaditost roztoků, pH, neutralizace	
Jaroměř	Nebezpečné látky a přípravy	Ochrana člověka za mimořádných okolností	Směsi	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemické reakce		
	Vlastnosti látek, nebezpečnost látek, bezpečnost práce	Jednání v modelových situacích havárií, hašení požárů	Látky a směsi, rozpustnost, výpočty složení roztoků, oddělování směsí, druhy vod a jejich využití, znečištění vody, vzduch	Atomy a molekuly, prvek a sloučenina, PSP, kovy, nekovy	Výchozí látky a produkty, výpočty z rovnic, ZZH, faktory ovlivňující rychlost reakcí		

Mimoň	Bezpečnost při experimentální činnosti	Vlastnosti látek, změny skupenství	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek	Chemické prvky	Dvouprvkové sloučeniny
	Zásady bezpečné práce, nebezpečné látky, R-věty, S-věty	Fyzikální a chemické vlastnosti látek, změny skupenství	Klasifikace a oddělování směsí, hmotnostní zlomek	Význam a koloběh vody, druhy vod, znečištění, složky vzduchu, skleníkový efekt, inverze, smog a výroba pitné vody	Důkazy o částicovém složení látek, molekuly a atomy, ionty, PSP, molární hmotnost a výpočet látkové množství	Názvy a značky prvků, sloučeniny, typy a vznik chemické vazby, PSP, vlastnosti a využití vybraných prvků	Názvosloví, využití a význam oxidů, halogenidů, sulfidů
Frýdlant	Vlastnosti látek	Bezpečnost práce při experimentální činnosti	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek		
	Fyzikální vlastnosti látek (hustota, rozpustnost, vodivost atd.), změny skupenství	Zásady bezpečné práce v laboratoři, první pomoc, laboratorní sklo, nebezpečné látky, R-věty, S-věty	Klasifikace a oddělování směsí, roztoky, hmotnostní zlomek, rozpustnost	Vlastnosti vody, druhy vod, výroba pitné vody, čištění odpadních vod, složení vzduchu znečištění	Atomy a molekuly, elektronový obal, chemická vazba, elektronegativita, nekovy		
Český Těšín	Chemické látky a jejich vlastnosti	Atom, složení a struktura	Chemická reakce, chemická rovnice	Chemické výpočty	Kyseliny, zásady, soli		
	Fyzikální a chemické vlastnosti látek, klasifikace směsí a jejich separace, voda, vzduch	Prvek, sloučenina, chemická vazba, PSP, periodický zákon, vodík, kyslík	ZZH, oxidační číslo, halogenidy, oxidy, halogeny, alkalické kovy, nekovy	Hmotnostní zlomek, koncentrace v roztocích	Názvosloví kyselin a hydroxidů, pH, neutralizace, názvosloví, příprava solí, srážecí a iontové reakce, hnojiva		
Orlová	Vlastnosti látek a jejich pozorování	Pozorování pokus a bezpečnost práce	Směsi a chemické látky	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemické reakce	Anorganická chemie	
	Fyzikální a chemické vlastnosti látek, barva, tvrdost, zápach, skupenství atd.	Zásady bezpečné práce v laboratoři, první pomoc, laboratorní pomůcky, nebezpečné látky, R- a S-věty	Prvky a sloučeniny, čisté látky, směsi, klasifikace a oddělování směsí, hmotnostní zlomek, roztoky, směšovací rovnice	Ionty, chemický prvek, PSP, sloučenina, chemická vazba a její typy, elektronegativita, vaznost, násobnost vazeb	Klasifikace chemických reakcí, faktory ovlivňující jejich rychlost, rovnice, ZZH, chemické výpočty (n,m)	Vodík, voda, kyslík, vzduch, dvouprvkové sloučeniny, oxidy, halogenidy, dále kyseliny a hydroxidy, soli	
Opava	Vlastnosti látek	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek, chemické prvky	Vodík, kyslík	Chemická reakce	Anorganická chemie

	Vlastnosti látek, změny skupenství, nebezpečnost látek, <b>bezpečnost práce</b> , první pomoc v laboratoři	Klasifikace a oddělování směsí, hmotnostní zlomek, koncentrace	Využití vody, úprava vody ve vodárnách, složení a vlastnosti vzduchu, hořlavost látek, smog	Atomy a molekuly, prvky, sloučeniny, PSP, ionty, chemická vazba, polarita	Vodík, kyslík a jejich vlastnosti, izotopy	Změny chemických látek, chemická rovnice	Kovy, nekovy, polokovy, umístění v PSP, názvosloví, halogenidů, oxidů a sulfidů
Litovel	<b>Pozorování pokus a bezpečnost práce</b>	Částicové složení látek, chemické prvky	Směsi	Chemická reakce	Anorganická chemie	Chemie a společnost	
	Vlastnosti látek, nebezpečnost látek, R- a S-věty, bezpečnost práce, první pomoc v laboratoři	Chemické prvky, značky, kovy, a nekovy, atom, PSP, periodický zákon, chemická vazba	Čisté látky, směsi, klasifikace a oddělování směsí, roztoky, koncentrace, hmotnostní zlomek, <b>voda, vzduch</b>	Chemický děj, zápis chemické rovnice, výchozí látky a produkty	Oxidační číslo, názvosloví, vlastnosti, využití, oxidů a halogenidů	Hořlaviny, označení hořlavin, hašení požárů, hasicí prostředky ve škole a chemické laboratoři	
Hejčín	Směsi	Složení látek	Významné prvky	Chemické reakce a chemické názvosloví			
	Klasifikace a oddělování směsí, roztoky, koncentrace, <b>voda</b> , její typy, úprava pitné vody, <b>vzduch</b> , znečištění	Atomy, molekuly, prvky, názvy a značky, PSP, chemické sloučeniny, chemická vazba	Kovy (železo, hliník, měď atd.), nekovy (vodík, kyslík, halogeny, síra, fosfor)	Chemické zákony, chemické reakce, oxidační číslo, oxidy, kyseliny, zásady, soli, neutralizace			
Hlinsko	<b>Pozorování, pokus a bezpečnost práce</b>	Směsi	Částicové složení látek, chemické prvky	Dvoupřvkové sloučeniny	Chemické reakce		
	Zásady bezpečné práce v laboratoři, lab. pomůcky, nebezpečné látky, R- a S-věty, <b>vlastnosti látek</b>	Klasifikace a oddělování směsí, roztoky, koncentrace, hmotnostní zlomek, <b>voda, vzduch</b>	Atomy a molekuly, elektronový obal a jeho změny, prvky, dělení prvků, chemické sloučeniny	Názvosloví a význam halogenidů, oxidů, sulfidů	Klasifikace chemických reakcí, faktory ovlivňující jejich rychlost, chemická rovnice, ZZH, chemické výpočty ( $n, m$ )		
Holice	Přírodní vědy a chemie	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek, chemické prvky	PSP, chemické reakce		
	Pozorování a pokus, <b>vlastnosti látek</b> , laboratorní řád, bezpečnost práce	Klasifikace a oddělování směsí, roztoky a jejich složení	Složení vzduchu, kyslík, hoření	Atom, prvek, molekula, vodík, chemické rovnice, nekovy, kovy a polokovy, chemická vazba			

Benešov	Pozorování pokus a bezpečnost práce	Směsi	Částicové složení látek, chemické prvky	Dvoupvrkové sloučeniny	Chemické reakce		
	Vlastnosti látek, laboratorní řád, bezpečnost práce, alchymie	Klasifikace a oddělování směsí, voda, vzduch	Atom, molekula, prvek, izotop, nuklid, elektronový obal, dělení prvků, kovy, polokovy, nekovy	Názvosloví, význam a využití oxidů, halogenidů a sulfidů	ZZH, látkové množství, molární hmotnost, chemická rovnice, typy reakcí		
Slaný	Látky a skupenství	Směsi	Voda, vzduch	Prvky a sloučeniny			
	Vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky, změny skupenství látek	Látky směsi, roztoky, faktory ovlivňující rozpouštění látek, klasifikace a oddělování směsí	Druhy vod, význam a využití vody, znečištění vody a vzduchu, ozonová vrstva	Atom, molekula, prvek, sloučenina, PSP, chemická vazba, ionty, výskyt, využití kovů, polokovů, nekovů			
Kladno	Vlastnosti látek	Směsi	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemické reakce	Anorganická chemie		
	Fyzikální vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky, R-a S-věty, mimořádné události	Klasifikace a oddělování směsí, hmotnostní zlomek, koncentrace, voda, vzduch	Atomy a molekuly, elektronový obal a jeho změny, prvky, PSP chemické sloučeniny, chemická vazba	ZZH, chemická rovnice, klasifikace chemických reakcí, výpočty ( $n$ , $m$ ) faktory ovlivňující reakce, chemie a elektřina	Názvosloví, vlastnosti a využití oxidů, kyselin a hydroxidů, pH, solí		
Děčín	Vlastnosti látek, bezpečnost práce	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemické reakce		
	Fyzikální vlastnosti látek, změny skupenství, zásady bezpečné práce v laboratoři, první pomoc	Klasifikace a oddělování směsí	Složení a vlastnosti vzduchu a vody, druhy vod, výroba pitné vody, znečištění, ozonová vrstva, kyslík	Atom, chemický prvek, chemická vazba, elektronegativita, PSP, kovy, slitiny, polokovy, nekovy	Výchozí látky a produkty, chemická rovnice, ZZH, halogenidy		
Rumburk	Pozorování, pokus a bezpečnost práce	Směsi	Voda, vzduch	Částicové složení látek, chemické prvky			

	Laboratorní řád, nebezpečné látky, R- a S- věty, fyzikální vlastnosti látek	Klasifikace, oddělování, hmotnostní zlomek, koncentrace	Druhy vod, znečištění vody a vzduchu, ozonová vrstva, kyselá dešť, skleníkový efekt, smog	Atom, molekula, prvek, sloučenina, PSP, chemická vazba, ionty, výskyt, využití kovů, polokovů, nekovů			
Pelhřimov	Pozorování, pokus a bezpečnost práce	Směsi	Částicové složení látek, chemické prvky	Dvoupřvkové sloučeniny	Chemické reakce		
	Vlastnosti látek, laboratorní pomůcky, R- a S- věty, bezpečnost práce, nebezpečné látky, alchymie	Klasifikace a oddělování směsí, roztoky, koncentrace, voda, vzduch	Atom, molekula, prvek, izotop, nuklid, elektronový obal, dělení prvků, kovy, polokovy, nekovy	Názvosloví, vlastnosti a využití halogenidů, oxidů a sulfidů	ZZH, látkové množství, molární hmotnost, chemická rovnice, typy reakcí		
Havlíčkův Brod	Pozorování, pokus a bezpečnost práce	Částicové složení látek, chemické prvky	Směsi	Chemické reakce	Anorganická chemie	Chemie a společnost	
	Fyzikální vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky, R- a S- věty, mimořádné události	Atom, molekula, prvek, elektronový obal, PSP, ionty chemická vazba, elektronegativita	Čistá látka, klasifikace a oddělování směsí, roztoky, koncentrace, hmotnostní zlomek, voda, vzduch	Výchozí látky a produkty, zápis chemické reakce, podstata chemického děje	Oxidační číslo, názvosloví, vlastnosti, využití, oxidů a halogenidů	Hořlaviny, označení hořlavin, hašení požárů, hasicí prostředky ve škole a chemické laboratoři	
Slavičín	Vlastnosti látek	Bezpečnost při experimentální činnosti	Směsi	Částicové složení látek	Chemické reakce	Halogenidy a oxidy	
	Fyzikální vlastnosti látek, rozpustnost, změny skupenství	Bezpečnost práce v chemické laboratoři, první pomoc při úrazu	Klasifikace a oddělování směsí, roztoky, hmotnostní zlomek, voda, vzduch, ozonová vrstva	Atomy, molekuly, prvky, kovy, polokovy, nekovy, slitiny	Výchozí látky, produkty, chemický děj, ZZH, látkové množství, molární hmotnost	Názvosloví, využití a význam halogenidů a oxidů, skleníkový efekt	
Rožnov pod Radhoštěm	Pozorování, pokus a bezpečnost práce	Směsi	Částicové složení látek, chemické prvky	Chemická reakce	Anorganická chemie		
	Vlastnosti látek, zásady bezpečné práce, nebezpečné látky, chemické sklo, mimořádné události	Klasifikace a oddělování směsí, roztoky, nasycenost, voda a vzduch (druhy vod, složení vzduchu, smog, ozonová vrstva)	Atom, molekula, prvek, PSP, chemická vazba, vodík, kyslík, dusík, halogeny, vlastnosti a využití	Chemická reakce a rovnice, ZZH	Názvosloví, vlastnosti a využití oxidů a halogenidů, kyselin a hydroxidů, pH, solí, neutralizace		

Příloha 2:

Abstraktní pojmy Základy chemie (Fortuna)

Tematický celek	Název kapitoly	Výčet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek	Co nás obklopuje Čím se látky liší? Jak zjišťujeme vlastnosti látek?	tělesa
		látky
		naftalen
		hustota
		teplota varu
		normální tlak
Směsi	Které látky jsou směsi? Jak vznikají roztoky? Jaké metody využíváme k oddělování směsí?	suspenze
		emulze
		pěna
		mlha
		dým
		aerosol
		hmotnostní zlomek
		koncentrace
		filtrace
		krystalizace
		destilace
		sublimace
		rektifikace
		extrakce
chromatografie		
Voda, vzduch	Voda vzduch – základ života	hydrosféra
		atmosféra
		smog
		inverze
		izobary
		petrolej
		teplota vznícení
Částicové složení látek	Z čeho jsou složeny látky? Chemické prvky základ přírody	atom
		jádro
		obal
		protony
		elektrony
		neutrony
		difuze
		částice
		přitažlivé síly
		jaderné síly
		elektronové vrstvy
		valenční elektrony
		protonové číslo
prvek		

		molekula
		sumární vzorec
Chemické reakce		soustava
		ZZH
		hmota
		látkové množství
		koncentrace
		molární hmotnost
		katalyzátor
		aktivační energie
		exotermní
		endotermní
		chemická vazba
		ZZE
		elektrolýza
		chemická rovnice
	stechiometrické koeficienty	
Kyseliny a zásady		indikátor
		pH
		kyselina
		zásada
		oxoniové kationty
	hydroxidové anionty	

*Abstraktní pojmy Hravá chemie (Taktik)*

Tematický celek	Název kapitoly	Výčet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek		hustota
Směsi		suspenze
		emulze
		pěna
		aerosol
		rozpustnost
		hmotnostní zlomek
		sedimentace
		filtrace
		krystalizace
		sublimace
		extrakce
		destilace
Částicové složení látek	Od atomu ke sloučeninám	protony
	Periodická soustava prvků	neutrony
		elektrony
		jádro

		obal
		valenční vrstva
		izotop
		radioaktivita
		jaderné síly
		molekula
		prvek
		kovalentní
		nepolární
		polární
		iontová vazba
		vaznost
		elektronegativita
		kation
		anion
		atom
Chemické reakce	Chemické reakce a výpočty	reakce
		rovnice
		ZZH
		aktivační energie
		reakční kinetika
		koncentrace
		katalyzátor
		enzymy
		inhibitor
		látkové množství
		Avogadrova konstanta
		mol
		hmotnostní zlomek
Voda a vzduch	Voda	anomálie vody
Kyseliny a zásady	Hydroxidy	kyseliny
	Kyseliny	zásady
	pH roztoku	disociace
		autoprotolýza
		oxidační účinky
dehydratační činidlo		
		pH

*Abstraktní pojmy Chemie 8 (NSS)*

Tematický celek	Název kapitoly	Výčet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek	Látky a tělesa	polarografie
	Zjišťování vlastností látek	hustota
	Měření vlastností látek	kvalitativní
		teplota tání

Směsi	Rozlišujeme chemické látky a směsi	suspenze
	Třídění směsí	emulze
	Roztoky	pěna
	Počítáme složení roztoků	aerosol
	Rozpustnost	nasycenost
	Oddělování složek směsí	hmotnostní zlomek
		filtrace
		krystalizace
		sublimace
		extrakce
		destilace
		chromatografie
		roztok
	rafinerie	
Voda a vzduch	Vzduch	odsiřování
	Voda	inverze
		smog
		hydrosféra
Částicové složení látek	Atom	atom
	Chemické prvky	částice
	Periodická soustava prvků	protony
	Chemická vazba	neutrony
	Chemické sloučeniny	elektrony
	Ionty	protonové číslo
		neukleonové číslo
		jádro
		obal
		sloučenina
		izotop
		molekula
		prvek
		nepolární
		polární
		iontová vazba
		vaznost
		elektronegativita
		kation
		anion
	kvarky	
	nukleony	
	PSP	
Chemické reakce	ZZH	výchozí látky
	Chemické rovnice	produkty
	Rozdělení chemických rovnic	exotermní reakce
	Chemické výpočty	endotermní reakce
		ZZH

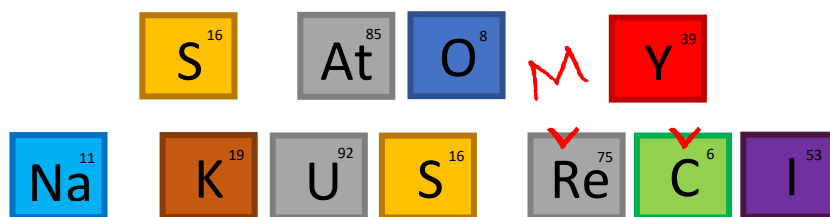
		stechiometrický koeficient
		analýza
		syntéza
		látkové množství
		molární hmotnost
		koncentrace
		substituce
		hematit
		sfalerit
Kyseliny a zásady	Hydroxidy	ionizace
	Kyseliny	disociace
	Kyselost a zásaditost látek	indikátory
		pH
		neutralizace
		kyselina
		zásada

Abstraktní pojmy Chemie 8 (Fraus)

Tematický celek	Název kapitoly	Výčet abstraktních pojmů
Vlastnosti látek	Vlastnosti látek Jak mohou být chemické látky nebezpečné?	Bose-Einsteinův kondenzát
		fermionický kondenzát
		supertekutina
		plazma
		hustota
		elektrody
		glycerol
Směsi	Jak vznikají červánky? Oddělujeme složky směsí	izolanty
		suspenze
		emulze
		smog
		aerosol
		filtrace
		destilace
Voda a vzduch	Vzduch Voda	krystalizace
		chromatografie
		radikály
		antioxidanty
		ionizace
		freony
		ozonosféra
Částicové složení látek		osmóza
		salinita
		atom
		jádro
		obal

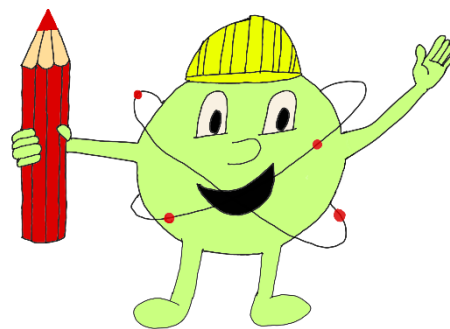
	protony
	elektrony
	neutrony
	elektronové vrstvy
	valenční vrstvy
	valenční elektrony
	protonové číslo
	prvek
	PSP
	atomová hmotnost
	periodický zákon
	radioaktivita
	chemická vazba
	molekula
	polymery
	kation
	anion
	vaznost
	elektronegativita
	polární
	nepolární
	iontová vazba
	ionosféra
	sublimace
	reaktanty
	produkty
	ZZH
	chemická rovnice
	exotermní reakce
	endotermní reakce
	teplota varu
	fotosyntéza
	látkové množství
	molární reakční teplo
	molární hmotnost
	stabilizátory
	inhibitory
	enzymy
	katalyzátory
	aktivační energie
	koncentrace
	pH
	neutralizace
	kyselina
	zásada
Chemické reakce	
Kyseliny a zásady	

*Příloha 3: Učební materiál S atomy na kus řeči*



Milí mladí chemici,

jsem vaším průvodcem touto kapitolou, ale než se vám představím, dám vám jednu hádanku. Víte, co je nejmenší na světě? Napadá vás třeba špendlíková hlavička, která je tak malá, že ji často jen stěží vezmete do ruky, nebo kapka vody, která se snáší na Zem při lehkém dešti, či snad zrnko saharského písku, které může z pouště přiletět až před váš dům? Kdepak! Představte si, že odpověď na tuhle hádanku je tak malá, že by se do zrnka písku vešla tolikrát, kolikrát by se zrnko rýže vešlo cestovního kufru. Správná odpověď...jsem já! Říkají mi **atom**. Těší mě, že Vás poznávám.



Že jste mě nikdy neviděli? Nebuďte z toho smutní. Na to, abyste mě spatřili na vlastní oči jsem příliš malý a na celé planetě není téměř nikdo, kdo by mě kdy viděl. Z toho důvodu nemohu být označován jako věc (což je třeba tužka, kterou vidíte a můžete ji vzít do ruky), ale jsem označován jako **částice**, což je slovo používané pro něco nesmírně malého.

Dovolu mi ale, abych se vám představil blíže. Ačkoliv jste mě nikdy neviděli, nacházím se všude kolem vás. Židle, na které sedíte, stůl, na kterém píšete, vaše školní taška i svačina v ní, to vše je tvořeno atomy. Stejně jako se vaše tělo skládá ze tří částí, což jsou hlava, trup a končetiny, i mě tvoří tři základní složky – jedná se o **protony, neutrony a elektrony**. A protože i části vašeho těla mají jasně danou polohu, kde se nachází, i mé součásti se nachází na určitých místech. Protony a neutrony společně tvoří **atomové jádro**. Elektrony bychom našli v mém obalu, který je kolem jádra a nazývá se **elektronový obal**. Jádro si tak můžete představit jako pecku v ovoci, jen v mém jádře není ukryté semínko, ale jsou v něm namačkané protony a neutrony. A stejně jako peckovice mám i já obal, který obklopuje jádro, jen neobsahuje sladkou ovocnou šťávu, ale elektrony, které se v obalu pohybují.



*Úkol 1: Vezmi kousek papíru a natrhaj ho na malé kousky, poté vezmi nafouknutý balónek a zkus s ním třít několikrát po svém oblečení. Potom pomalu přiblížuj balónek k natrhaným kouskům papíru.*

Pomocí tohoto experimentu jsme si tedy ověřili, že atomy, které tvoří všechny předměty kolem nás obsahují i některé opačně nabitě částice, které se k sobě mohou přitahovat. Jedná se právě o již zmíněné protony a elektrony. Proton má **náboj** o hodnotě **+1**, náboj elektronu je přesně opačný, tedy **-1**. Neutrony nemají žádný náboj. **Počet protonů a elektronů** je v každém atomu **stejný**, aby celkový náboj atomu byl nula. Počet neutronů může být různý, často je shodný s počtem protonů a elektronů, ale může být i mnohem větší. Takže teď už je jasné, že ani my atomy, nejsme úplně ti nejmenší.



Věděli jste, že první atomy vznikly až 380 000 let po vzniku vesmíru, tedy po tzv. velkém třesku?



Zamýšleli jste se někdy nad tím, co vlastně určuje čas, podle kterého se řídí hodiny po celém světě, včetně vašeho displeje mobilu? Světový čas hlídají právě atomy, konkrétně atomy prvku s názvem Cesium. Cesium použité v atomových hodinách pravidelně vydává určité množství záření. Přesná hodnota sekundy, jako základní jednotky času, je definovaná právě množstvím tohoto záření, které atomy Cesia vydávají.





**Úkol 3:** Víš, jaký prvek se ti podařilo nakreslit? Spočítej protony v jeho jádře a pokus se vyhledat v periodické tabulce prvek, který bude mít počet protonů shodný s atomem na obrázku.



Zkus najít atom Cesia v periodické tabulce prvků. Kolik tento atom obsahuje protonů a elektronů? S pomocí internetu zjisti, kolik má neutronů.



**Úkol 4:** Vytvořte si svůj model atomu z papírenského zboží

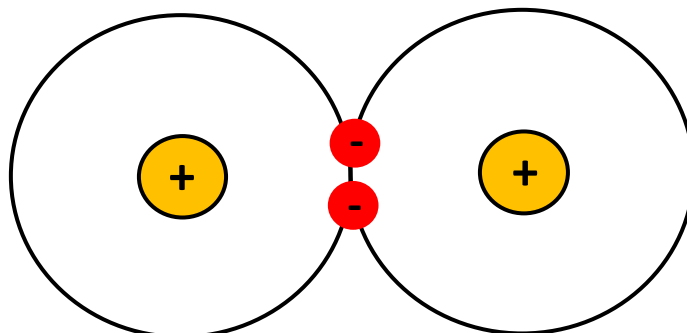
Již víme, že vše kolem nás je tvořeno z atomů, ale aby předměty měly správné vlastnosti, například držely dobře svůj tvar, nemohly by atomy, které je tvoří, být samostatné, musí být spojeny do větších celků. Pokud spojíme dva a více atomů dohromady, vytvoříme molekulu. **Molekula** může být tvořena pouze jedním prvkem, ale i více prvky. Například pokud by se spojily dva atomy kyslíku, vznikla by jedna molekula kyslíku. Pokud bychom ale spojili dva atomy vodíku a jeden atom kyslíku, získali bychom molekulu vody. Lze tedy říci, že atomy se kolem nás většinou nenachází volně, ale tvoří dvojice, trojice či vícečlenné skupiny atomů a právě těmto skupinám atomů říkáme molekuly.

Ale jak vznikne taková dvojice atomů? Zamilovanou dvojici na ulici můžeme poznat podle toho, že se drží za ruce. Atom ale nemá ruce, které by si mohl podat se svým sousedem. Má k dispozici pouze tři částice, které ho tvoří, tedy protony, neutrony a elektrony. Ale protože protony a neutrony jsou namačkané ve středu atomu, jen těžko mohou posloužit ke spojování atomů. Zbývají nám tedy elektrony, které obíhají kolem atomového jádra. Právě **elektrony umožňují sdružování atomů do molekul**.



*Kdyby atomy měly ruce, mohli bychom si vznik molekul představit jako vzájemné podání rukou samostatných atomů. Molekula tvořená dvěma atomy kyslíku by mohla vypadat jako „panáčky“ na obrázku vlevo a molekula vody, tvořená jedním atomem kyslíku a dvěma malými atomy vodíku, jako ti na obrázku vpravo. Ale protože atomy ruce nemají, slouží ke spojování do molekul elektrony v jejich elektronovém obalu.*

Pokud bychom k sobě přiblížili dva atomy vodíku, došlo by k částečnému překrytí elektronových obalů a v místě tohoto spojení bychom našli i oba elektrony, které v molekule budou oba atomy společně sdílet. Tomuto sdílení elektronů říkáme **chemická vazba**. V elektronovém obalu může tedy docházet ke změnám, které souvisí se spojováním atomů do molekul a vznikem chemických vazeb.



*Zjednodušené zobrazení spojení dvou atomů v jednu molekulu. Atomy jsou tvořeny kladně nabitým jádrem a obalem, který obsahuje jeden elektron. Po vzniku molekuly se oba elektrony nachází v místě překrytí obou elektronových obalů. Oba elektrony nyní atomy společně sdílí.*



Úkol 5: Dokážeš i ty spojit jednotlivé atomy v molekuly? Zkus vytvořit molekulu vodíku, methanu a chlóru.



Atomy tvoří skutečně vše kolem nás, včetně vás samých. Lidské tělo je z největší části tvořeno atomy uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku.

Není to s námi atomy vůbec jednoduché že? Jsme tak malí, a přesto dokážeme velké věci. Máme v sobě nabitě i nenabitě částice. Počet protonů určuje protonové číslo, na základě kterého jsme seřazeni do periodické soustavy prvků, můžeme se spojovat do molekul či zůstat samostatní. Tohle všechno jsem vám o nás atomech chtěl sdělit. Tak ahoj, chemici, a zase se někdy zastavte s atomy na kus řeči!



O atomech se také velmi často můžete něco dozvědět z médií, například v souvislosti s jadernými elektrárnami. Jak už víme, atom obsahuje jádro, ve kterém jsou protony a neutrony. Ty jsou k sobě poutány nepředstavitelně velikou silou. Pokud se ovšem podaří tuto sílu, kterou byly k sobě obě částice v jádře poutány, přerušit, uvolní se velké množství energie ve formě tepla. Přesně to se děje při štěpení jader v jaderných elektrárnách. Velké množství tepla, které se při štěpení uvolňuje, je možné dále využít pro výrobu elektřiny, díky které si můžete doma rozsvítit nebo nabít mobil.



Otázky a úlohy k opakování

- 1) Atom příslušného prvku má v periodické soustavě prvků uvedené protonové číslo 13.
  - a) O jaký prvek se jedná?
  - b) Kolik bude obsahovat elektronů v elektronovém obalu? Zdůvodněte svoji odpověď.
- 2) Ve slově ZNALOSTI jsou schované značky pěti prvků:
  - a) Najdeš v periodické tabulky tyto prvky?
  - b) Který z prvků má nejmenší počet protonů?
- 3) Které tvrzení o neutronech je pravdivé:
  - a) Počet neutronů v elektronovém obalu je většinou shodný s počtem protonů.
  - b) Počet neutronů musí být shodný s počtem protonů a elektronů v atomu, aby celkový náboj atomu byl nulový
  - c) Na rozdíl od protonů není počet neutronů v jádře atomu přesně určen, může být shodný, ale i výrazně větší než počet protonů
- 4) Přeneste se společně do pořadu Inkognito a pokuste se uhodnout pojmy, které souvisí s touto kapitolou.
- 5) Vyzkoušejte si detektivní práci a zkuste identifikovat atomy na obrázcích.

Řešení: 1a: **hliník**; 1b: **13**; 2a: **zinek, hliník, kyslík, síra, titan** nebo **zinek, hliník, osmium a titan**, 2b: **kyslík (8 elektronů)**; 3: **c**

Vážení učitelé,

učební materiál, který je součástí této práce, je určen pro žáky osmiletých gymnázií, kde se s výukou chemie začíná již v prvním nebo druhém ročníku. Vzhledem k věku žáků a obtížnosti tématu, je v materiálu obsažena řada vědeckých nepřesností, které je vhodné uvést na pravou míru.

Již odpověď na úvodní otázku je velmi sporná. Jisté ale je, že atom není tou nejmenší částicí. Ovšem vzhledem k tomu, že se jedná o základní stavební částici hmoty, která nás během chemických reakcí zajímá, byl v rámci motivačního úvodu učebního materiálu jako odpověď uveden právě atom. Vědecky nepřesné jsou také ilustrace atomů, které jsou v materiálu obsažené. Velikostní poměr mezi jádrem a elektronových obalem je silně zkreslený, nicméně pokud bychom chtěli atom znázornit co nejvěrněji, jádro by při dané velikosti elektronového obalu nebylo vůbec viditelné. Práce dále nezohledňuje dualistickou povahu elektronu a popisuje ji pouze jako částici. Vžitě, nicméně zastaralé, je i kritérium, podle kterého jsou chemické prvky řazeny do PSP. Správnou formulací by bylo, že jsou prvky řazeny dle jejich elektronové konfigurace. Jelikož je ale učivo obsahující elektronové konfigurace součástí až vyšších ročníků, bylo zvoleno toto starší znění. Nepřesně užitě je při popisu částí atomu i slovo náboj, jelikož se jedná o náboj elementární. Hodnota elektrického náboje je odlišná. V materiálu jsou také zanedbány polární a iontové vazby mezi atomy, ve kterých nejsou elektrony vazebnými partnery rovnoměrně sdíleny.

Tyto nepřesnosti je vhodné mít na mysli při práci s tímto materiálem ve výuce, aby při hlubším zájmu žáků o tuto tematiku nedocházelo k miskoncepcím. V další části metodických podkladů již naleznete návody a podrobnější informace k jednotlivým úlohám vztahujícím se k učebnímu textu.

## METODIKA PRO UČITELE

### Úkol 1: Statická elektřina

#### Zadání:

Vezmi kousek papíru a natrhej ho na malé kousky, poté vezmi nafouknutý balónek a zkus s ním třít několikrát po svém oblečení. Potom pomalu přibližuj balónek k natrhaným kouskům papírků.

#### Cíl:

Žák na základě praktického ověření, že se natrhané kousky papíru po dostatečném přiblížení nalepí na balónek, vysvětlí souvislost s různě nabitými částicemi v atomu.

#### Potřeby:

balónek, papír, kus látky

#### Instrukce

Žáci natrhají papír na malé kousky na nechají je volně ležet na lavici. Nafouknutý balónek několik sekund třou o své oblečení či o vlasy. Pak pomalu přibližují balónek k lavici s natrhanými papírky. V určité vzdálenosti od lavice dojde k přitažení papírků povrchem balónku.

#### Princip pokusu:

Během tření balónku o oblečení dochází ke kumulaci záporného náboje na balónku. K tomuto jevu dochází díky elektronům, které přechází mezi atomy látky do atomů balónku. Po přiblížení balónku ke kouskům papíru dochází k jejich přitažení kvůli změně rozmístění náboje a vzniku dipólu. V atomech, které jsou na povrchu papíru, dojde, po dostatečném přiblížení k balónku, k přesunu jádra blíže k povrchu, elektrony se naopak přesunou na stranu blíže podložce, čímž vznikne kladný a záporný konec. Kladným koncem jsou atomy orientovány k balónku, díky čemuž dojde k jejich přitažení k jeho povrchu.

#### Výstupy pro žáky:

- ✓ Papír a balónek se k sobě přitáhly z toho důvodu, že jeden z nich byl kladně a druhý záporně nabitý.
- ✓ Opačně nabitě látky se přitahují.
- ✓ V atomech, které tvoří všechny látky, musí být obsaženy částice, které mají kladný a záporný náboj.
- ✓ Během tření došlo k přesunu části náboje na balónek.

#### Další varianty:

Dále je možné před tímto pokusem žákům zatím zatajit, ve které části atomu se jednotlivé částice nacházejí. Je žádoucí ale uvést, že jedna z částic se nachází na okraji atomu (obalu atomu), zatímco další dvě částice bychom našli zhruba ve středu atomu (jádře). Žáci tak mohou mít možnost sami přijít na to, že pokud dochází během tření k přesunu elektronů, budou to právě elektrony, které se budou nacházet v elektronovém obalu a jádro budou tvořit protony a neutrony.

## METODIKA PRO UČITELE

---

### Úkol 2: Obrázek atomu

---

#### **Zadání:**

Zkuste nakreslit, jak bych podle vás mohl vypadat, a pokuste se dodržet všechno, co bylo doposud o atomu řečeno. Svůj nakreslený atom pojmenujte.

#### **Cíl:**

Žák nakreslí svou představu atomu na základě daných pravidel.

#### **Potřeby:**

Papír, pastelky, fixy, výtvarné potřeby

#### **Odůvodnění aktivity:**

Žáci se v rámci této aktivity naučí při práci s pravidly, která by se měla při kresbě dodržet, aplikovat teoretické znalosti v praxi. Jejich vlastní kresba atomu jim zároveň pomůže k co největší konkretizaci tohoto abstraktního pojmu.

#### **Motivace:**

Žáci se dostávají do pozice vědce, který právě objevil nový prvek. Prvek je potřeba zakreslit. Žáci mohou v kresbě reflektovat vlastnosti atomu (co má rád), a jako jeho objevitelé ho mohou i pojmenovat.

#### **Pravidla kresby/ výstupy pro žáky:**

- ✓ Atom obsahuje jádro a obal.
- ✓ Jádro atomu je tvořeno protony a neutrony.
- ✓ Protony mají kladný náboj, elektrony záporný a neutrony nemají žádný náboj.
- ✓ Počet protonů a počet elektronů je vždy stejný.
- ✓ (Atomy s odlišným počtem protonů v jádře nazýváme chemické prvky.)

#### **Další varianty:**

Žáci mohou kresbu atomu tvořit se spolužáky ve dvojici/čtveřici a posílit tím sociální kompetence a spolupráci ve skupinách.

## METODIKA PRO UČITELE

---

### Úkol 3: Můj prvek

---

#### **Zadání:**

Spočítej protony v jádře svého atomu a pokus se vyhledat v periodické tabulce prvek, který bude mít počet protonů shodný s atomem na obrázku.

#### **Cíl:**

Žák na základě počtu protonů v jádře v jeho nakresleném atomu určí, o který prvek se jedná.

#### **Potřeby:**

Výkres atomu, periodická soustava prvků

#### **Odůvodnění aktivity:**

Žáci měli za úkol při kresbě dodržet několik pravidel, na základě kterých je teď možné určit, který prvek vlastně nakreslili. Součtem protonů žáci získají protonové číslo, podle jeho hodnoty mohou v periodické tabulce prvků najít svůj nakreslený prvek. Žáci při této aktivitě propojí teoretickou znalost o existenci různých prvků, které jsou seřazeny podle protonového čísla v PSP, s praktickou činností. Měli by si také uvědomit, že faktor, podle kterého je možné určit, o jaký právě se jedná, je počet protonů v jádře.

#### **Motivace:**

Žáci mají možnost dále pracovat s vlastní kresbou. Tato aktivita jim umožňuje aha moment, jelikož v době, kdy kreslili obrázek atomu, ještě nevěděli, že se jedná také o konkrétní chemický prvek, který má svoji značku a název.

#### **Výstupy pro žáky:**

- ✓ Protonové číslo udává počet protonů v jádře atomu.
- ✓ Podle protonového čísla jsou řazeny prvky do PSP.
- ✓ Pro každý prvek je hodnota protonové čísla specifická.
- ✓ Každý chemický prvek má svůj název a značku, která je uváděná v PSP.

## METODIKA PRO UČITELE

---

### Úkol 4: Model atomu

---

**Zadání:**

Vytvořte si svůj model atomu z papírenského zboží.

**Cíl:**

Žák vytvoří model atomu požadovaného prvku.

**Potřeby:**

Molitanové kuličky, tenký drát, (lepidlo)

Potřeby lze sehnat v běžném papírnictví, molitanové kuličky lze objednat i z e-shopu <https://www.molitanove-vyroby.cz/>

**Odůvodnění aktivity:**

Tato aktivita si klade mimo upevnění teoretických znalostí o stavbě atomu za cíl zdůraznit trojrozměrnou povahu atomu a prostorové uspořádání částic, které atom tvoří. Aktivita zároveň rozvíjí pracovní kompetence žáků.

**Motivace:**

Tvůrčí činnost spojená s touto aktivitou. Žáci si vytvořené modely atomů mohou odnést domů.

**Výstupy pro žáky:**

- ✓ Atom je trojrozměrná částice.
- ✓ Protony a neutrony tvoří jádro atomu.
- ✓ Elektrony se nachází v obalu atomu.
- ✓ Počet protonů a elektronů je stejný.
- ✓ Na základě protonového čísla lze určit, o atom který chemického prvku se jedná.

## Pracovní postup tvorby modelu atomu:

Pomůcky:



Na malý kus drátku navlečeme příslušný počet molitanových kuliček, podle toho, který atom prvku budeme chtít vytvořit.



Drátek ohneme tak, abychom získali útvar znázorňující atomové jádro. Z obou stran necháme vyčnívat kousek drátku, který poslouží k opevnění středové části k částem znázorňující elektronový obal.

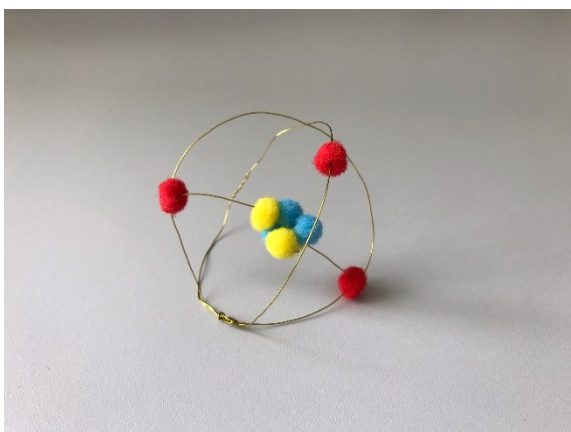
Na delší části drátků navlečeme červené kuličky znázorňující elektrony.



Z drátků utvoříme kruh, který ukončíme opakovaným omotáním drátků kolem sebe.

Kruhy znázorňující části elektronového obalu k sobě připevníme malým kouskem drátku.

Vyčnívající části drátku ze středové části spojíme s dvěma červenými kuličkami.



Pro snazší průběh aktivity je vhodnější pro tvorbu modelů zvolit prvky s nízkým protonovým číslem.

Místo spojování molitanových kuliček drátkem je možné použít i tekuté lepidlo.

## METODIKA PRO UČITELE

---

### Úkol 5: Vznik molekul

---

#### Zadání:

Dokážeš i ty spojit jednotlivé atomy v molekuly? Zkus vytvořit molekulu vodíku, methanu a chlóru.

#### Cíl:

Žák správně spojí izolované atomy do molekuly, ve které budou vazebné elektrony rovnoměrně sdílené.

#### Potřeby:

Šablony elektronových obalů, lentilky

#### Odůvodnění aktivity:

Žáci by v rámci této aktivity měli pochopit princip vzniku nepolární chemické vazby, čehož mohou dosáhnout propojením teoretických znalostí při praktické činnosti. Lentilky v této úloze zastupují elektrony, čímž tyto částice, opět v jiné formě oproti předchozím úkolům, ztrácí svůj abstraktní charakter. Sami žáci budou mít během aktivity dále možnost přijít na to, že vrstev v atomovém obalu je více, ale vzniku vazby se účastní vždy ta nejdále od jádra (valenční vrstva). V šablonách jsou na jednotlivých vrstvách připravena místa pro elektrony (lentilky), ačkoliv uhlík ani chlór nemají plně zaplněnou valenční vrstvu. Žáci se případně mohou zamyslet nad tím, že s výjimkou molekuly vodíku je v ostatních molekulách vždy 8 elektronů v poslední vrstvě.

#### Motivace:

Motivační význam v této úloze mají lentilky a jejich přesouvání v elektronovém obalu, jelikož žáci mohou po provedení aktivity použité lentilky sníst.

#### Výstupy pro žáky:

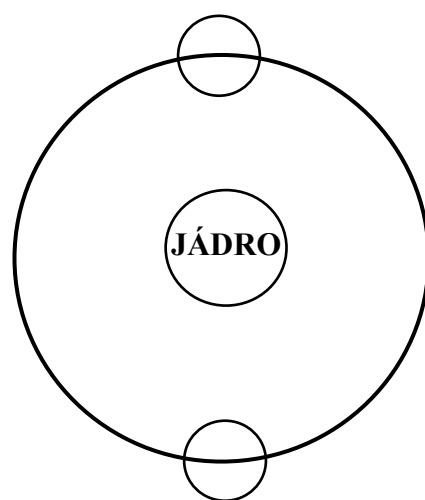
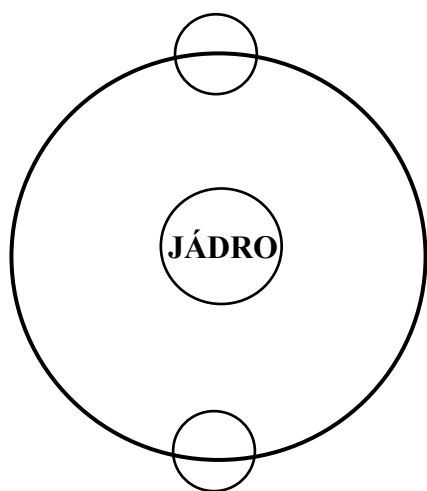
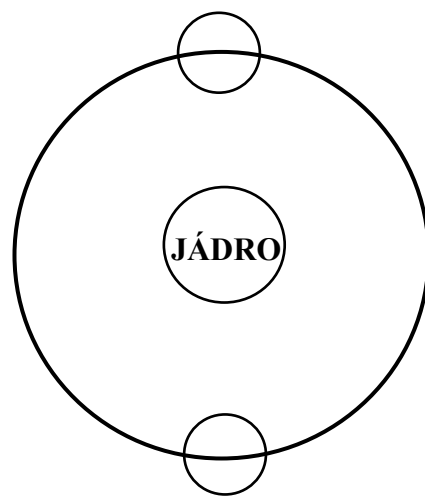
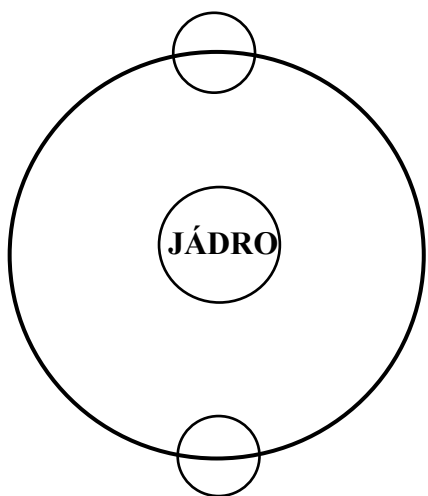
- ✓ Atomy se spojují do větších celků, kterým říkáme molekuly.
- ✓ Částice, které spojení atomů zajišťují jsou elektrony.
- ✓ Elektrony tvoří chemickou vazbu.
- ✓ Vzniku chemické vazby se vždy účastní poslední vrstva elektronového obalu.

#### Další varianty:

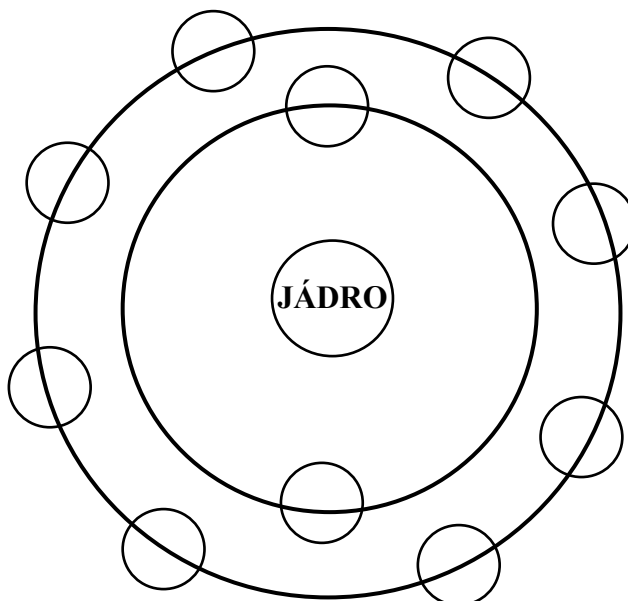
Místo lentilek v této úloze lze použít například barevná víčka od PET lahví, kuličky či žetony.

## Sada šablon elektronových obalů

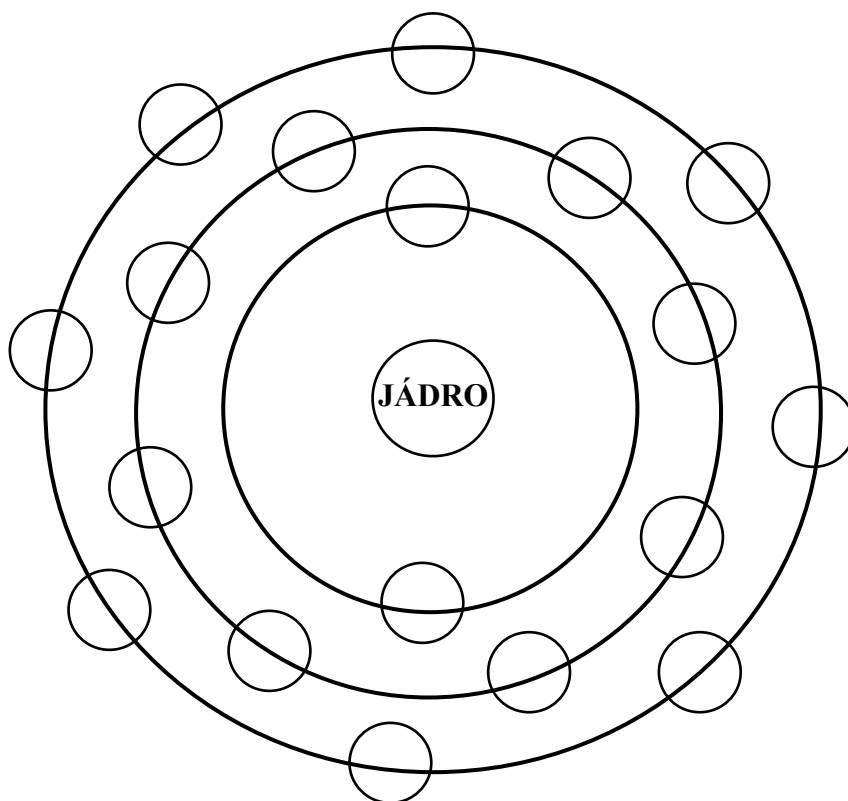
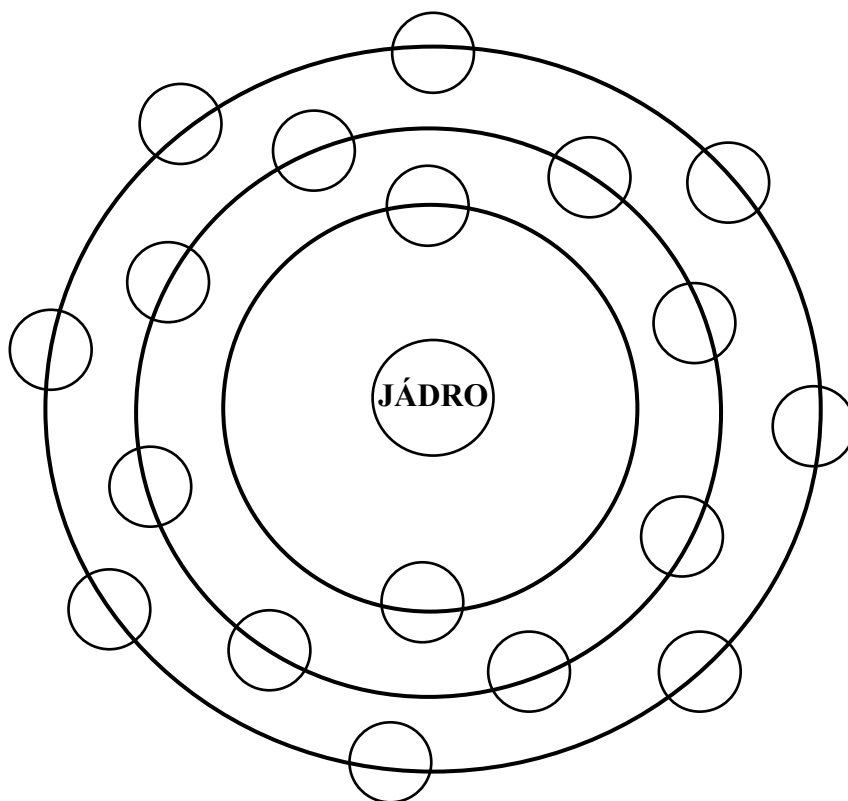
Šablony atomu vodíku



Šablona atomu uhlíku



Šablony atomů chlóru

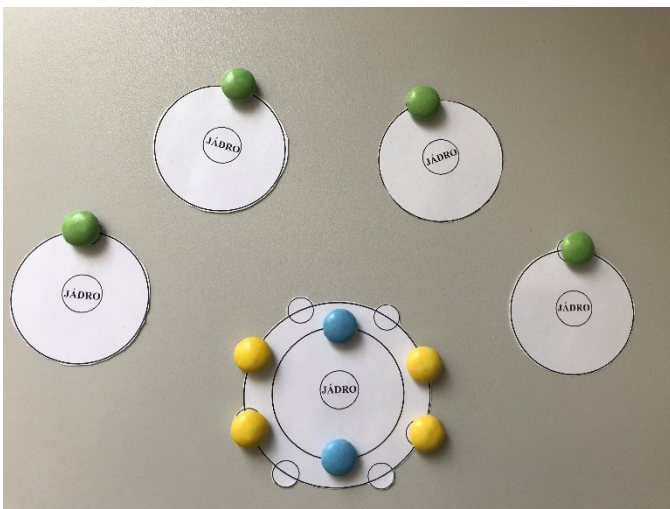




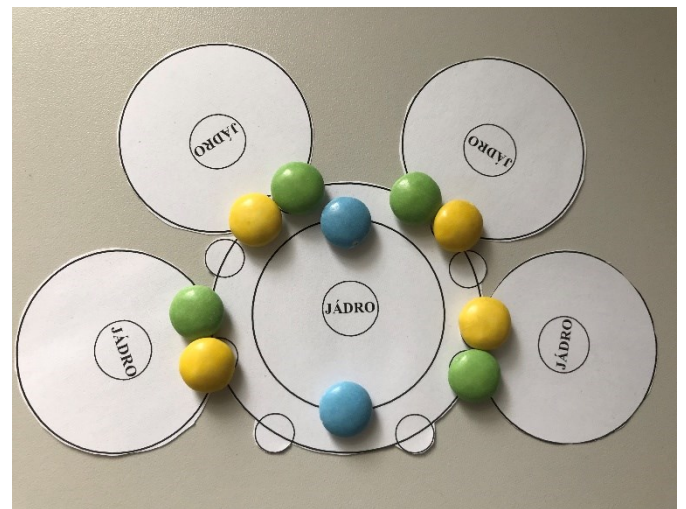
atomy vodíku



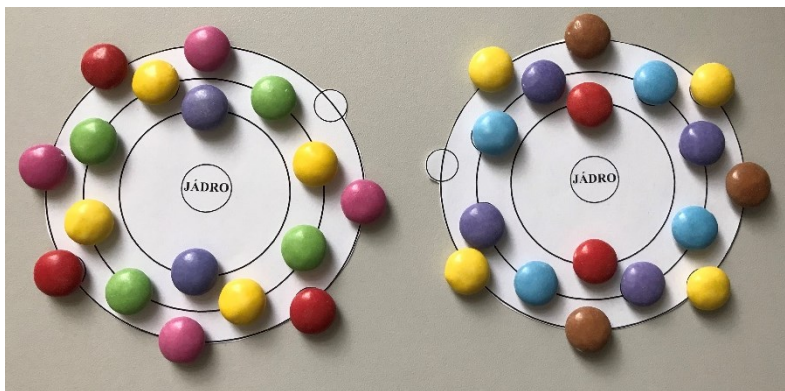
molekula vodíku



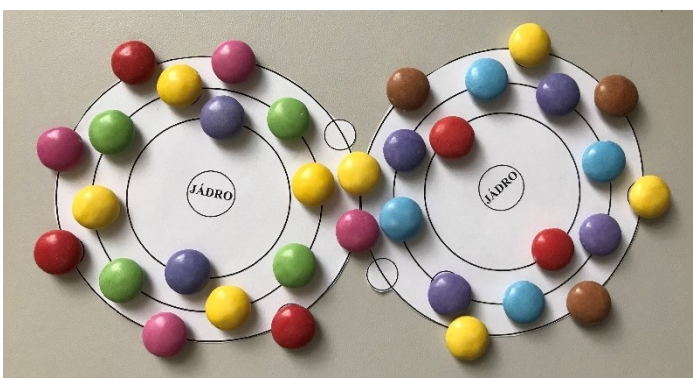
atom uhlíku a atomy vodíku



molekula methanu



atomy chlóru



molekula chlóru

## METODIKA PRO UČITELE

---

### Závěrečné úlohy – Hádej, kdo jsem!

---

#### **Zadání:**

Přeneste se společně do pořadu Inkognito a pokuste se uhodnout pojmy, které souvisí s touto kapitolou.

#### **Cíl:**

Žák na základě kladených otázek rozhodne o pravdivosti tvrzení vztahujících se k daným pojmům.

Žák klade otázky vedoucí k uhodnutí pojmu na kartě.

#### **Instrukce:**

Žáci se rozdělí do menších skupin po dvou až čtyřech. Každý z nich obdrží kartičky, na kterých je pojem související s částicovým složením látek (např. atom). Žáci se následně střídají v hádání pojmů. Jeden ze členů skupiny se podívá na přidělenou kartičku s pojmem a odpovídá na otázky spolužáků, další členové skupiny se pokládáním otázek, na které lze odpovědět ano, nebo ne, snaží uhodnout daný pojem. Žáci se v pokládání otázek po jednom střídají, aby se dostalo do hry během jednoho kola co nejvíce členů skupiny. Po uhodnutí pojmu je na řadě další žák.

#### **Potřeby:**









Kartičky s pojmy









#### **Odůvodnění aktivity:**

Žáci si během této aktivity mohou aktivně vybavovat pojmy, se kterými se v této kapitole setkali. Aktivita může pomoci v tvorbě nových souvislostí mezi pojmy a zároveň může žáky utvrdit v nabitých znalostech. Rozvíjejí se zároveň v komunikačních kompetencích, ve formulacích otázek a deduktivních úvahách.

#### **Motivace:**

Princip aktivity je stejný jako v pořadu Inkognito, který žáci mohou znát z televizní obrazovky. V průběhu této aktivity se tak žáci mohou na chvíli stát aktéry tohoto pořadu.

ATOM 	MOLEKULA 
PROTON 	NEUTRON 
ELEKTRON 	ATOMOVÉ JÁDRO 
ELEKTRONOVÝ OBAL 	PRVEK 

ATOM 	MOLEKULA 
PROTON 	NEUTRON 
ELEKTRON 	ATOMOVÉ JÁDRO 
ELEKTRONOVÝ OBAL 	PRVEK 

## METODIKA PRO UČITELE

---

### Závěrečné úlohy-Poznáš mě?

---

**Zadání:**

Vyzkoušejte si detektivní práci a zkuste identifikovat atomy na obrázcích.

**Cíl:**

Žák přiřazuje adekvátní pojmy ke správnému obrázku.

**Instrukce:**

Žáci pracují ve dvojicích, v obálkách dostanou sadu čtyř obrázků a osmi kartiček s pojmy. Ke každému obrázku patří ale jen jedna kartička. Úkolem žáků je rozhodnout, které kartičky patří k obrázkům a které zůstanou nepřirazené.

**Potřeby:**

Sada obrázků s pojmy









**Odůvodnění aktivity:**

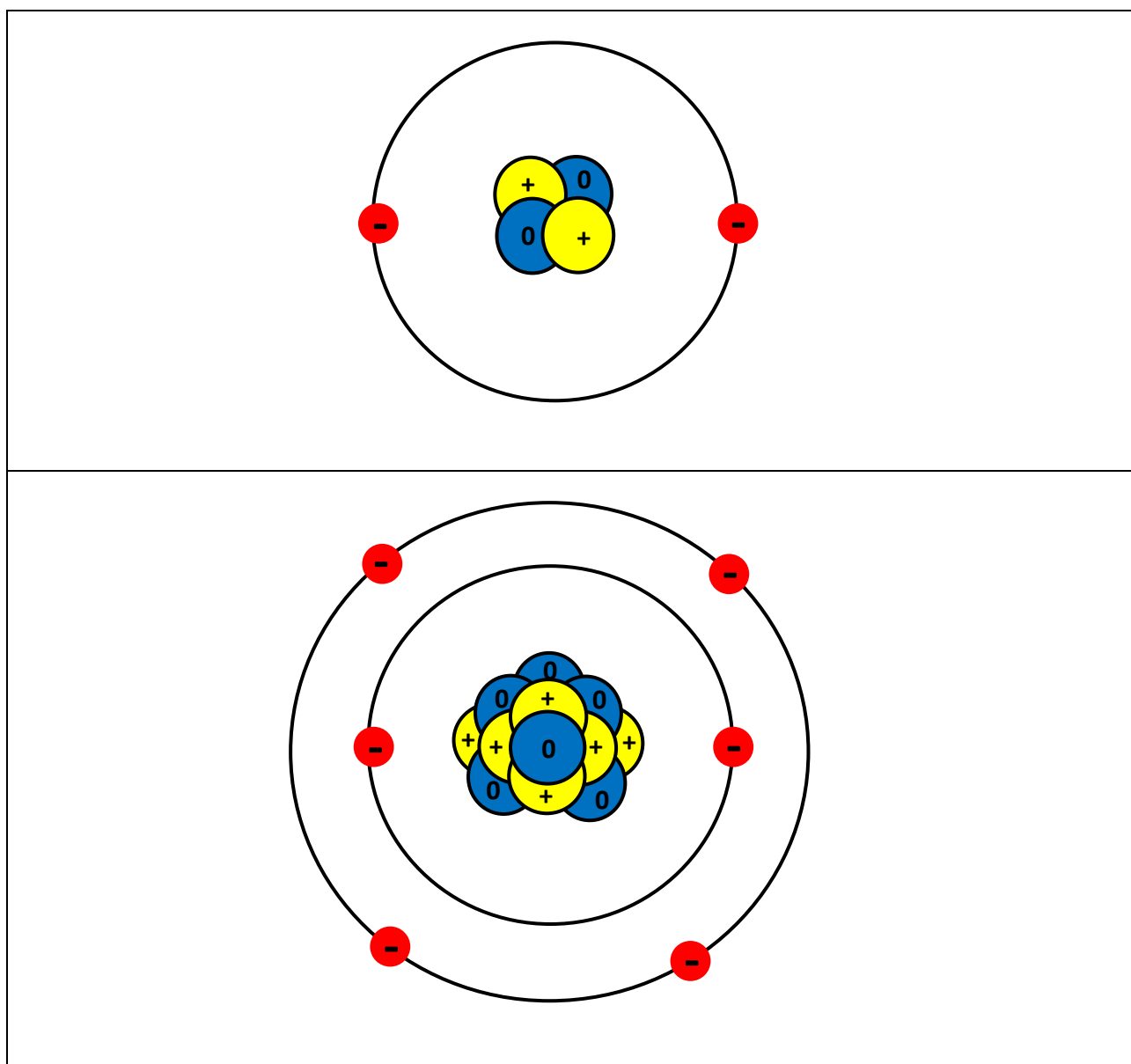
Žáci během této aktivity prokáží, že správně rozlišují mezi pojmy atom a molekula. Zároveň mají možnost opakovat znalosti o stavbě atomu. Na základě počtu protonů či elektronů v kresbách atomů by měli žáci určit, o který prvek se jedná, a správně tak přiřadit kartičky k obrázkům. Žáci si během aktivity také procvičují své komunikační dovednosti a spolupráci ve skupině.

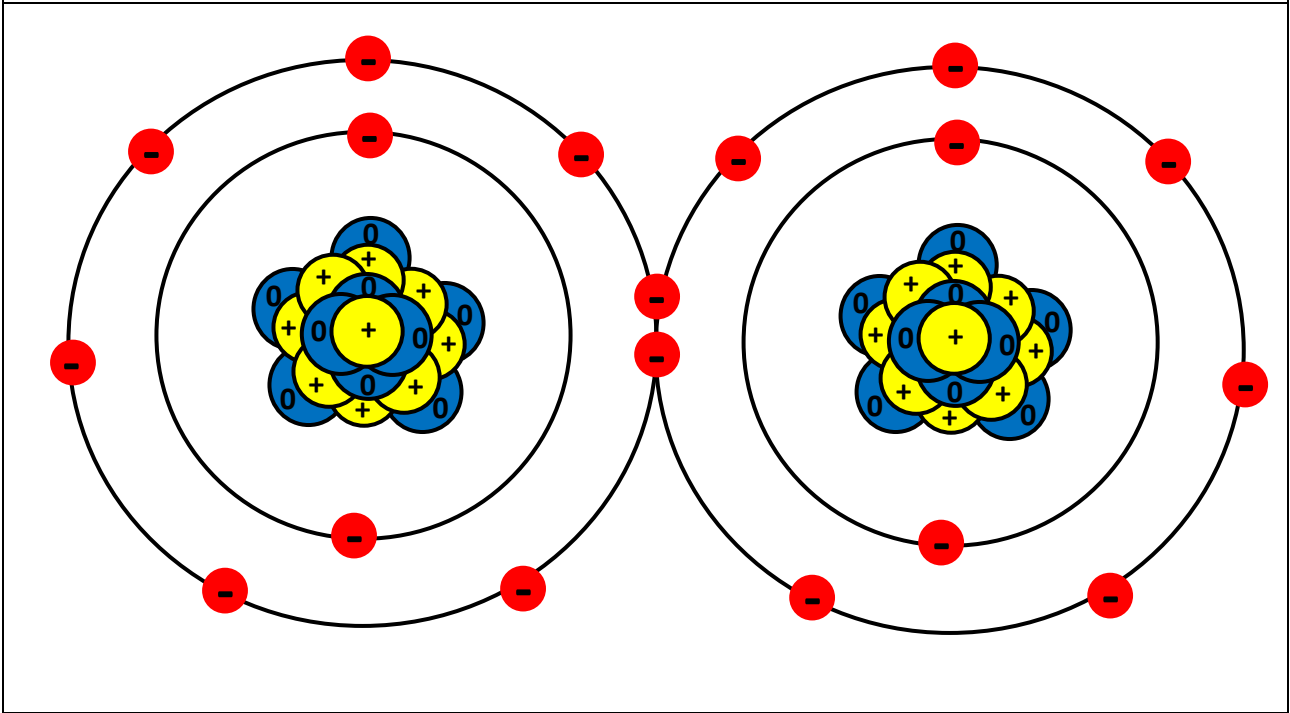
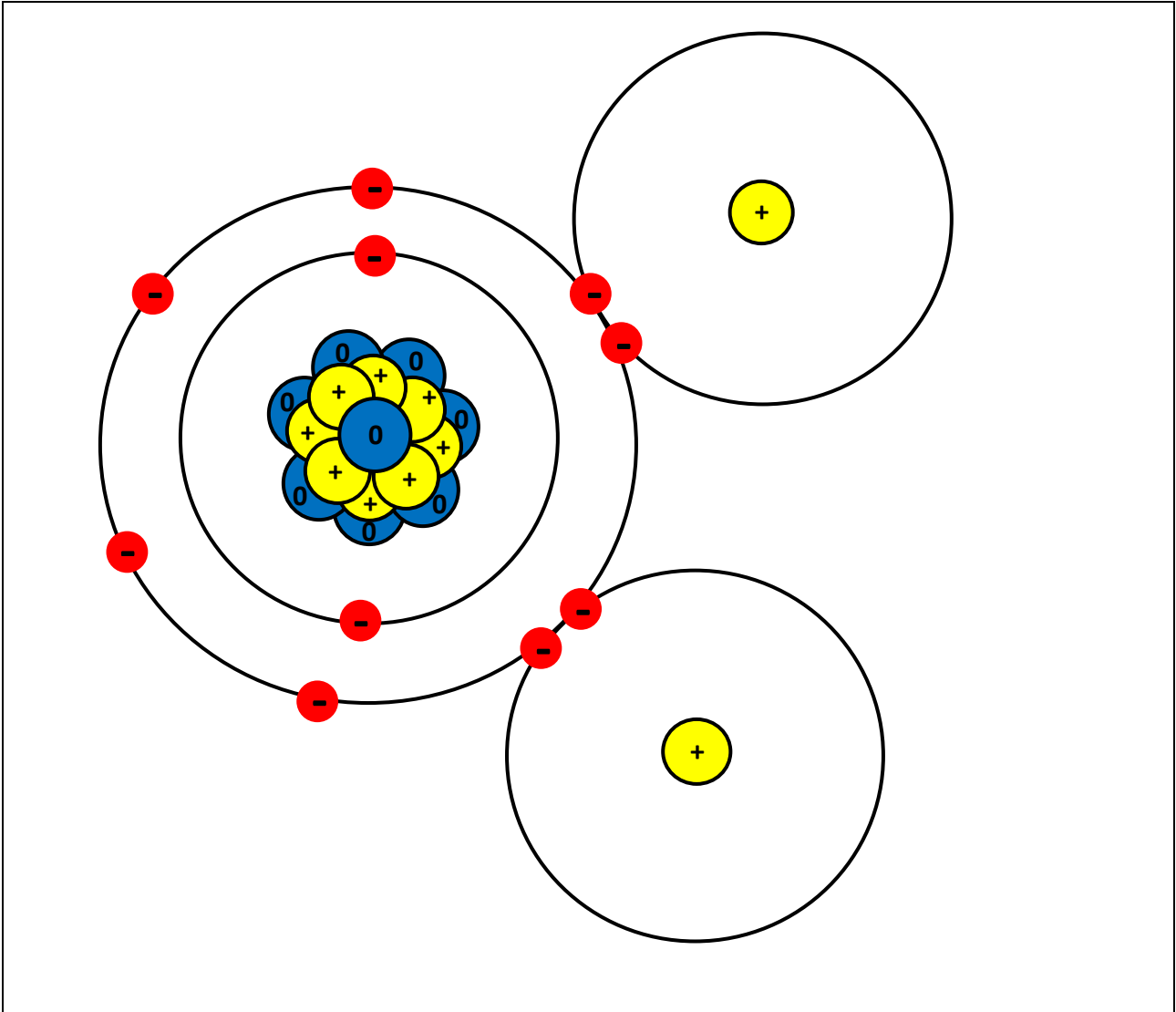
**Motivace:**

Žáci během této aktivity jsou v pozici detektiva či kriminalisty. Mají před sebou čtyři obrázky (fotografie), které mají za úkol správně pojmenovat.

Sada obrázků s pojmy – Poznáš mě?

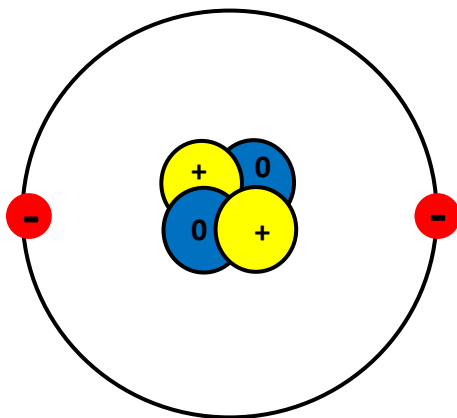
ATOM HELIA 	ATOM FLUORU 	ATOM VODY 	ATOM UHLÍKU 
MOLEKULA HELIA 	MOLEKULA FLUORU 	MOLEKULA VODY 	MOLEKULA UHLÍKU 



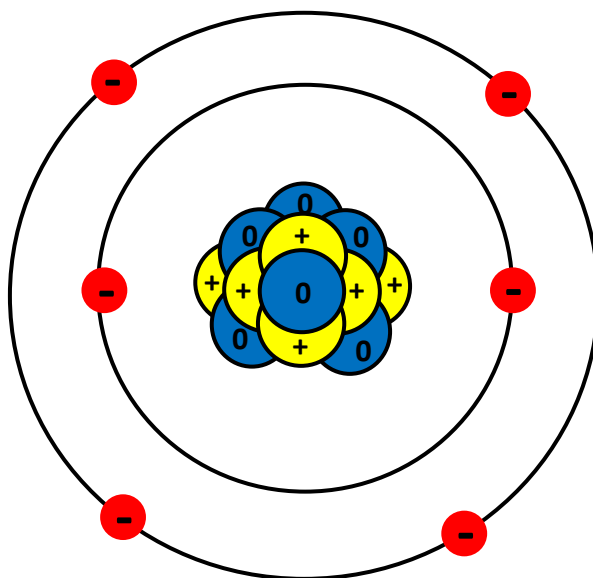


Sada obrázku s pojmy – řešení

ATOM HELIA

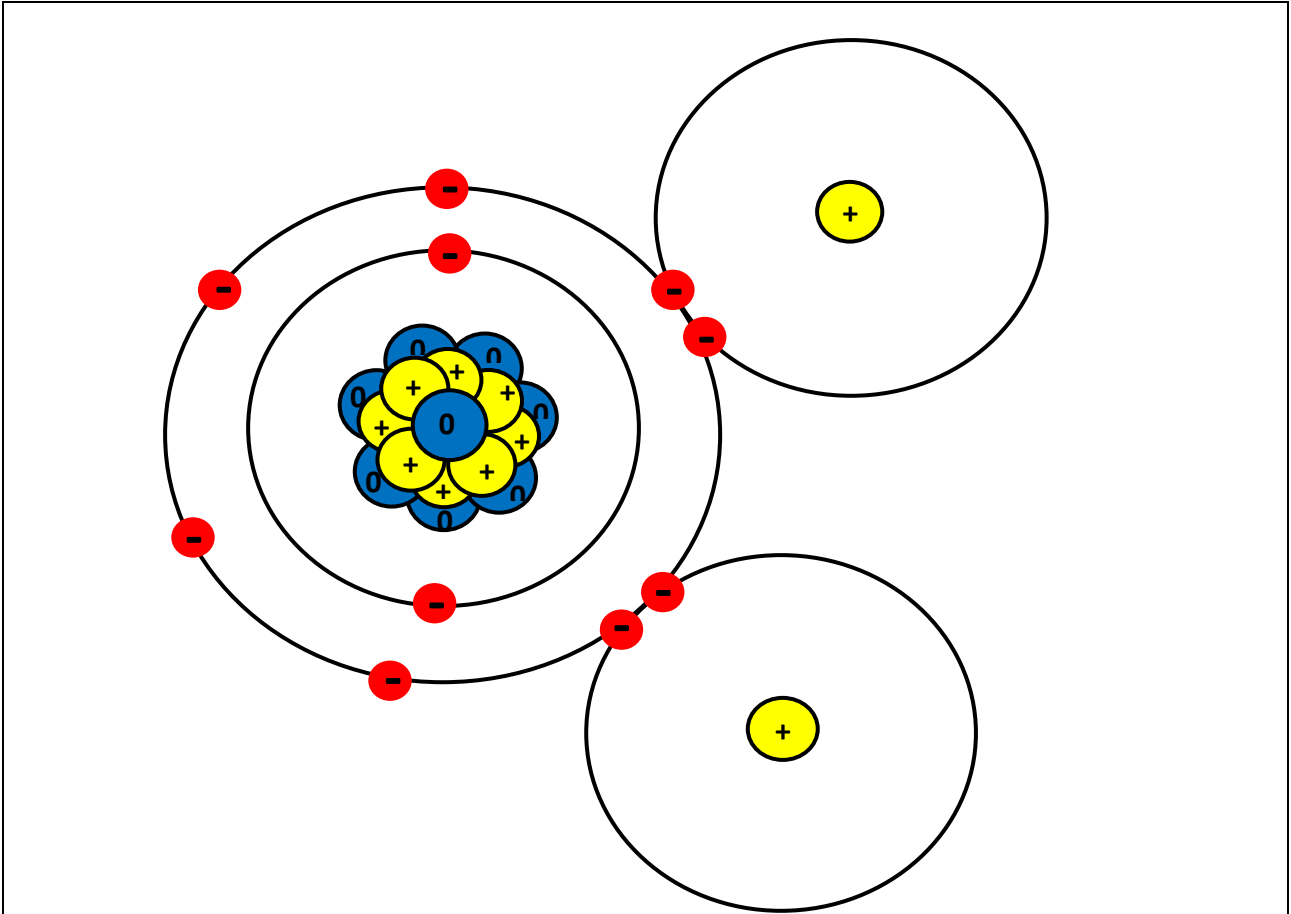


ATOM UHLÍKU

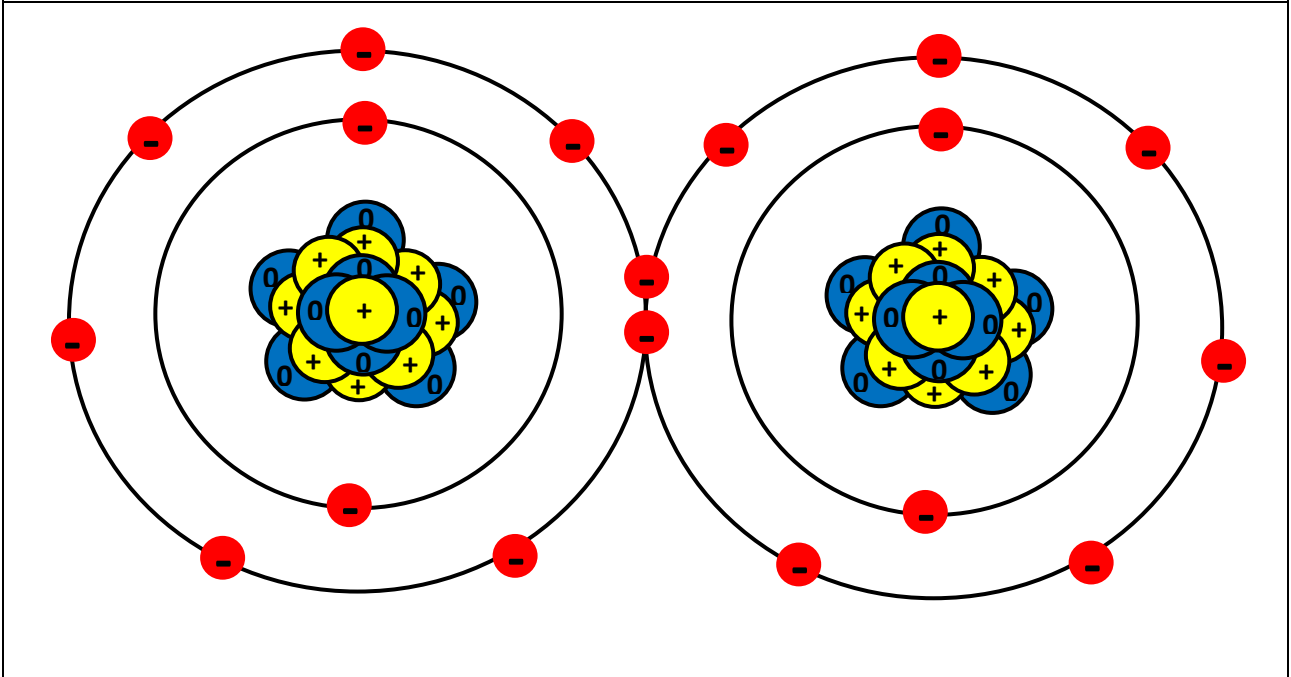


MOLEKULA VODY





MOLEKULA FLUORU



## Seznam zdrojů pro tvorbu učebního materiálu a aktivit z něj vycházejících

- [1] Ginnis, P. (2021). *Efektivní výukové nástroje pro učitele* (3.). Edukační laboratoř.
- [2] Helmenstine, A. (2020, únor 19). 10 Interesting Atom Facts. *Science Notes and Projects*. <https://sciencenotes.org/10-interesting-atom-facts/>
- [3] Holly. (2023, leden 25). Build Your Own Atom Model: Fun & Easy Science for Kids. *Kids Activities Blog*. <https://kidsactivitiesblog.com/7833/atom-for-kids/>
- [4] Natarajan, P. (2018). The First Monster Black Holes. *Scientific American*, 318(2), 24–29. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0218-24>
- [5] *Questions and Answers—How do I make a model of an atom?* (b.r.). Získáno 10. březem 2023, z [https://education.jlab.org/qa/atom\\_model.html](https://education.jlab.org/qa/atom_model.html)
- [6] *The early universe*. (2023, únor 21). CERN. <https://home.cern/science/physics/early-universe>
- [7] Vacík, J. (2017). *Obecná chemie*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy.
- [8] ZŠ Letohrad. (2023, březen 14). *Pokusy z fyziky*. <https://www.zsletohrad.cz/eu/fyzika/pokus6.htm>

### Zdroj obrázku

- [1] **Periodická tabulka prvků**  
<https://www.chemickeprvky.cz/>