

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra chemie a didaktiky chemie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Využití smíšené reality ve výuce chemie na základní škole**  
**The use of Augmented Reality in Chemistry Education at Lower**  
**Secondary School**

Bc. Kristýna Pospíšilová

Vedoucí práce: prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Studijní program: Učitelství chemie pro 2. stupeň základní školy a střední školy

Studijní obor: Chemie – Výchova ke zdraví

Odevzdáním této diplomové práce na téma Využití smíšené reality ve výuce chemie na základní škole potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne

15.4. 2023

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, panu prof. PhDr. Martinu Bílkovi, PhD. za cenné rady, vstřícný přístup a podporu. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi byli oporou v průběhu studia.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá využíváním prvků smíšené reality ve výuce chemie na základní škole. Využití smíšené reality ve výuce jsme zvolili z důvodu neustálého rozvoje digitálních technologií a snahy o jejich větší zapojování do vzdělávání. V teoretické části se zabýváme fenoménem smíšené reality a jejího použití ve vzdělávání. Představujeme několik aplikací smíšené reality využitelné ve výuce chemie, z nichž se blíže zaměřujeme na aplikace VividBooks, s nimiž pracujeme v praktické části. Dále teoretická část prezentuje témata výuky chemie v RVP ZV a v ŠVP Základní školy Velvary, v nichž byly aplikace AR VividBooks použity a zkoumány. Popisujeme i principy případové studie, kterou jsme jako výzkumnou metodu v praktické části použili. V praktické části jsme začali realizovat případovou studii vstupními rozhovory se žáky a asistenty pedagoga osmého ročníku ZŠ Velvary. Následovalo šest vyučovacích hodin s využitím aplikací AR VividBooks ve všech třech třídách, při kterých jsme popisovali aktivitu a reakce žáků. Na závěr jsme provedli výstupní rozhovory se žáky i s asistenty pedagoga. Ve výsledku založeném na hodnocení v průběhu výuky a porovnávání vstupních a výstupních rozhovorů se žáky a s asistenty pedagoga jsme používání prvků smíšené reality v aplikacích VividBooks označili za přínosné. Žáky použité animace zaujaly, upoutaly jejich pozornost a pomohly jim ve většině případů lépe pochopit problematiku obtížněji představitelných pojmů a jevů z oblasti mikrosvěta, jako jsou atom, vznik iontů nebo vznik chemických vazeb.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Smíšená realita, výuka chemie na základní škole, VividBooks, webová aplikace, motivace ve výuce

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with the use of elements of augmented reality in the teaching of chemistry at lower secondary school. We chose to use augmented reality in teaching because of the constant development of digital technologies and the effort to involve them more in education. In the theoretical part, we deal with the phenomenon of augmented reality and its use in education. We present several augmented reality applications that can be used in the teaching of chemistry, of which we focus more closely on the VividBooks applications, with which we work in the practical part. Furthermore, the theoretical part presents the topics of chemistry teaching in the framework educational programmes for lower secondary education (RVP ZV) and in the school educational programme (ŠVP) of the Velvary Elementary School, in which the AR VividBooks application was used and examined. We also describe the principles of the case study, which we used as a research method in the practical part. In the practical part, we started implementing a case study with introductory interviews with pupils and teaching assistants of the eighth grade of Velvary Elementary school. This was followed by six lessons using AR VividBooks applications in all three classes, during which we described the activity and reactions of the pupils. At the end, we conducted exit interviews with pupils and teaching assistants. In conclusion, based on the evaluation during the lesson and comparing the input and output interviews with the students and with the teacher's assistants, we identified the use of augmented reality elements in the VividBooks applications as beneficial. The animation used by the students interested them, caught their attention and in most cases helped them to better understand the issues of more difficult concepts and phenomena from the area of the micro world, such as the atom, the formation of ions or the formation of chemical bonds.

## **KEYWORDS**

Augmented reality, Chemistry Education at Lower Secondary School, VividBooks, Web application, Motivation in Education

## Obsah

Úvod .....	6
1 Teoretická část .....	8
1.1 Definice smíšené reality .....	8
1.2 Využití AR ve vzdělávání .....	9
1.3 Smíšená realita ve výuce chemie .....	11
1.3.1 Příklady chemických aplikací využívající AR .....	12
1.4 Aplikace VividBooks .....	14
1.5 Témata výuky chemie na základní škole pro realizaci praktické části .....	24
1.6 Případová studie .....	26
2 Praktická část .....	29
2.1 Plán implementace AR do výuky chemie v 8. ročníku ZŠ .....	29
2.2 Úvodní skupinové rozhovory s žáky a asistenty pedagoga .....	30
2.3 První vyučovací hodina .....	39
2.4 Druhá vyučovací hodina .....	43
2.5 Třetí vyučovací hodina .....	51
2.6 Čtvrtá vyučovací hodina .....	57
2.7 Pátá vyučovací hodina .....	62
2.8 Šestá vyučovací hodina .....	74
2.9 Výstupní skupinové rozhovory s žáky a s asistenty pedagoga .....	82
3 Diskuse a závěr .....	93

## Úvod

V dnešní době, kdy digitální technologie výrazně ovlivňují naše životy, je kladen velký důraz na vzdělávání, které na tyto změny musí reagovat. Ke zvýšení digitální kompetence žáků je třeba využívat možnosti, které současné technologie nabízejí (Rusek, 2018). Pojem digitální technologie neoznačuje jen technické odvětví studující software a hardware počítače, ale označuje i vlastní elektronická zařízení, jako jsou notebooky, smartphony, tablety, dataprojektory, elektronické knihy a další (Klement a kol., 2017). Dosavadní metody a formy vzdělávání procházejí inovacemi a je nutné pochopit novou úlohu školy jako vzdělávací instituce, která se nově zaměří na přestrukturování znalostí, postojů, návyků a hodnot žáků a učitelů (Šafránková, 2019). V roce 2014 na návrh MŠMT schválila vláda Strategii digitálního vzdělávání od roku 2020 (MŠMT, 2014), díky níž dochází k postupnému začleňování digitálních technologií do výuky, protože její integrace do vzdělávání je nevyhnutelnou součástí neustále se měnícího technologického světa. I přes to, že se využívání technologií objevuje na školách stále častěji, neustále se hledají způsoby, jak zefektivnit jejich dopad na učení žáků (Sarker a kol, 2019).

Dnešní žáci se narodili do období internetu. Don Tapscott, kanadský specialista na marketingové strategie, nazývá tuto generaci „sít'ovou“ (Brdlička, 2008). „Sít'ová generace“ je odmalička zvyklá používat digitální technologie a je zvyklá na neustálý přísun informací. Jde o generaci, která se velmi rychle učí v oblastech, které je baví. Žáci poté hůře přijímají tradiční způsob výuky a je nutné na to reagovat (Brdlička, 2011). Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy přiděluje školám finanční prostředky na prevenci digitální propasti a na digitální učební pomůcky. Základní a střední školy mohou využít pokročilé digitální učební pomůcky napříč všemi předměty. Mezi takové pomůcky patří např. robotické stavebnice, 3D tiskárny, elektronické stavebnice, čidlo na měření pH nebo teploty, pohybové čidlo a spousta dalších (Edu.cz, 2022).

Nejinak je tomu i ve výuce chemie, která se ve svém počátečním stádiu potýká s vyšší abstraktností učiva. Ta se týká zejména mikrosvěta, který je podstatný pro vysvětlování změn látek, na nichž je chemie jako věda založena. V této oblasti jsou jako podpůrné digitální technologie využívány různé grafické materiály, od statických a dynamických

obrazů, přes animace a simulace, až po aplikace na bázi tzv. smíšené nebo rozšířené reality (augmented reality – AR). A právě na jejich využívání jsme se zaměřili v naší práci, jejíž hlavním cílem je zjistit možnosti a meze využití vybraných aplikací AR z produkce firmy VividBooks (VividBooks, 2022), zaměřených na vysvětlování souvislostí tématu Částicové složení látek ve výuce chemie v osmém ročníku základní školy.



# 1 Teoretická část

## 1.1 Definice smíšené reality

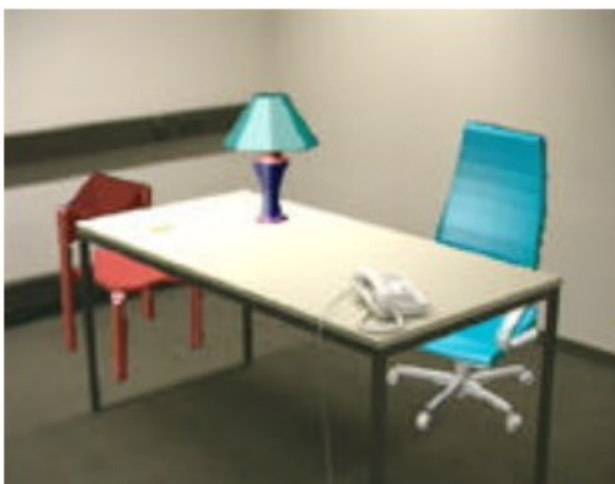
Smíšená realita (Augmented reality, dále pod zkratkou AR) je interaktivní zobrazení světa kombinací reálného a virtuálního prostředí (Chang a kol, 2010). Realita je zde rozšířena o počítačem vytvořené prvky. Vzniklé prostředí poskytuje o okolním světě skutečné i rozšířené informace. Na rozdíl od virtuální reality (Virtual reality, dále pod zkratkou VR), která vede k úplnému ponoření do uměle vytvořeného světa, rozšířená realita vylepšuje to, co vidíme pomocí dalšího digitálního obsahu do skutečného světa (Elmqaddem, 2019). Zpočátku vyžadovala AR nepraktické náhlavní soupravy, které upoutaly uživatele k počítači. Postupem času začala AR fungovat prostřednictvím různých zařízení (smartphone, tablet, brýle, ...), které snímají skutečný svět a vytvářejí živé animace, texty nebo zvuky, které následně uživatel prohlíží (Johnson et al., 2010).

Typický VR systém představuje uživatele ve virtuálním prostoru, který s jeho současným prostorem nemusí mít nic společného. Naproti tomu typický AR systém přidává do současného prostoru uživatele informace navíc. Uživatel AR je mnohem citlivější na jemné odchylky mezi přidanými vizuálními podněty zasazenými do reálného světa. Proto by měly být vizuální stimuly striktně v souladu s pohybem reálného světa (Azuma, 1997).

Azuma (1997) definuje AR jako systémy, které splňují následující tři podmínky:

- 1) Kombinuje skutečnost a virtuální realitu.
- 2) Je interaktivní v reálném čase.
- 3) Zobrazuje prvky ve 3D.

Těmito základními podmínkami se AR vymezuje vůči jiným technologiím, jako je např. 3D film nebo spojením 2D grafiky a videa (Azuma, 1997). AR doplňuje skutečný svět virtuálními objekty, které relativně koexistují s okolím. AR byla uznána jako nově vznikající technologie v roce 2007 (van Krevelen & Poelman, 2010). Na obrázku 1 je znázorněn příklad využití AR – zahrnuje skutečný stůl se skutečným telefonem, k nimž je přidána virtuální lampa a dvě virtuální židle. Objekty jsou kombinované ve 3D tak, že virtuální lampa překrývá skutečný stůl a skutečný stůl překrývá část virtuálních židli (Azuma, 1997).



Obrázek 1 - Příklad smíšené reality (Azuma, 1997)

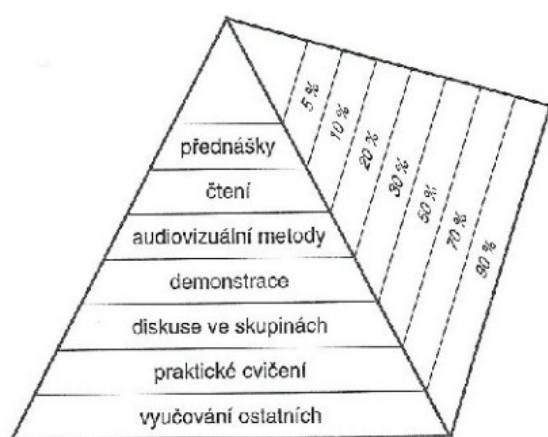
Technologické nároky na AR jsou mnohem vyšší než na VR, proto také došlo k pozdějšímu průlomů v oboru AR. Klíčové komponenty zůstaly stejné od průkopnické práce Ivana Sutherlanda v 60. letech minulého století, tedy displej, grafický počítač, software. V průběhu let dochází k rozšiřování skupiny oblastí, které mohou těžit z tzv. augmentace. Kromě původního zaměření využití pro vojenské, lékařské a průmyslové aplikace se systémy využívají komerčně nebo pro zábavu. AR má dnes mnoho dalších využití, např. vzdělávání, navigace, design, turismus, sportovní vysílání, aj. (van Krevelen & Poelman, 2010).

## 1.2 Využití AR ve vzdělávání

Metody výuky se po mnoha staletí příliš neměnily. Přednášky, zápis poznámek, zkoušení a složení závěrečného testu se datuje již od 15. – 16. století (Núñez et al, 2008). V posledních letech se objevuje v této oblasti výrazný nárůst používání technologií (např. PowerPointové prezentace nebo používání síťové platformy jako Moodle), které jsou už běžně implementovány v pedagogické praxi (Mudrák, 2005). Používáním různých technologií však často nedochází ke zvyšující se interakci mezi žáky a učiteli, zejména když získávané informace proudí jen v jednom směru, a to od učitele k žákům. Pro aktivizaci žáků je třeba učinit vzdělávání více interaktivní a využít vzájemnou spolupráci a diskuzi mezi žáky (Núñez et al, 2008). AR byla přijata jako efektivní podpora výukových metod, čímž se stává

doplňkem tradičního učení. Tento nový, interaktivní přístup k vyučování a učení lépe odpovídá potřebám žáka 21. století, který chce zábavu, interaktivitu, účast a manipulaci s předměty (Chen a kol, 2020). Použitím AR lze získat mnoho výhod, např. sníženou kognitivní zátěž, zvýšenou motivaci a zájem o učení, získání nových možností individuálního učení, konkretizaci abstraktních pojmů nebo zvýšenou interakci mezi žáky (Elmqaddem, 2019). Právě konkretizace abstraktních pojmů dopomáhá předvedení věci více smyslům, a tím i její lepší zapamatování. Shapiro (1992) představil svou pyramidu učení, ve které názorně ilustroval, že různé výukové metody vedou k různému stupni zapamatování (obrázek 2). Uvedená procenta v pyramidě jsou jen orientační, protože je spousta dalších faktorů a kritérií, která mohou účinnost zapamatování ovlivnit.

„Žák získává tím více informací a schopností, čím aktivněji je zapojen do procesu výuky“ (Kalhous, 2002).



Obrázek 2 - Pyramida učení dle Shapira (1992)

Další výhodou použití AR je, že většina žáků již dnes má vybavení, které AR vyžaduje (tablet, smartphone, počítač s webovou kamerou). Pro použití prvků AR ve škole může být využit projektor, interaktivní tabule nebo učebny vybavené počítači nebo tablety. Při využití technologií ve škole mají výhodu učitelé, jejichž škola má k dispozici tablety. Je sice možné používat mobilní telefony, ale tablety mají širší možnosti vzhledem k velikosti displeje (Warthová, 2013). Podle výsledků různých studií, které sepsal Iulian Radu (2014), lze kromě výše uvedených výhod používání AR uvést i několik nevýhod. Jedna z hlavních nevýhod je

možnost ztráty pozornosti, kdy je žák natolik fascinován AR, že dochází k poklesu pozornosti nad samotným získáváním vědomostí. Tutéž nevýhodu může způsobovat i obtížnost ovládnání technologií. Další nevýhodou je zobrazení textu, které může být zejména u HDM brýlí hůře čitelné. Poslední nevýhodou je, že někteří uživatelé apriori nevidí nebo nechtějí vidět v AR žádné výhody použití, a proto s technologií pracují neradi.

Smíšená realita se používá v řadě vzdělávacích oblastí. Umožňuje zobrazit i takové informace o reálném světě, které bychom svými vlastními smysly nemohli detekovat. I přes velkou popularitu technologií a internetu lidé ale stále preferují čtení knih místo čtení z obrazovky počítače, tabletu, či jiného zařízení (Kesim & Ozarslan, 2012). To samé platí pro učebnice, jejichž tištěné varianty jsou stále hojně využívány v praxi. Kombinací učebnice s technologiemi vznikla učebnice s podporou smíšené reality. Učebnice AR je tištěná, ale namíření webové kamery na knihu přináší její „rozpohybování“ (Billinghurst, 2002). Tato technologie umožňuje, aby se z jakékoliv existující knihy později vyvinula edice pro AR. Použitím AR se učebnice stávají dynamickým zdrojem informací bez nutnosti mít při použití u sebe počítač, stačí jen mobilní zařízení (Kesim & Ozarslan, 2012). Podle Horizon Report (2020) patří AR a VR mezi technologie, které nejvíce ovlivnily procesy učení, a to díky cenové dostupnosti a intuitivnímu používání. Jsou-li technologie vhodně integrovány s výukovými materiály, výsledky učení jsou výrazně lepší než jejich používání bez těchto technologií.

### **1.3 Smíšená realita ve výuce chemie**

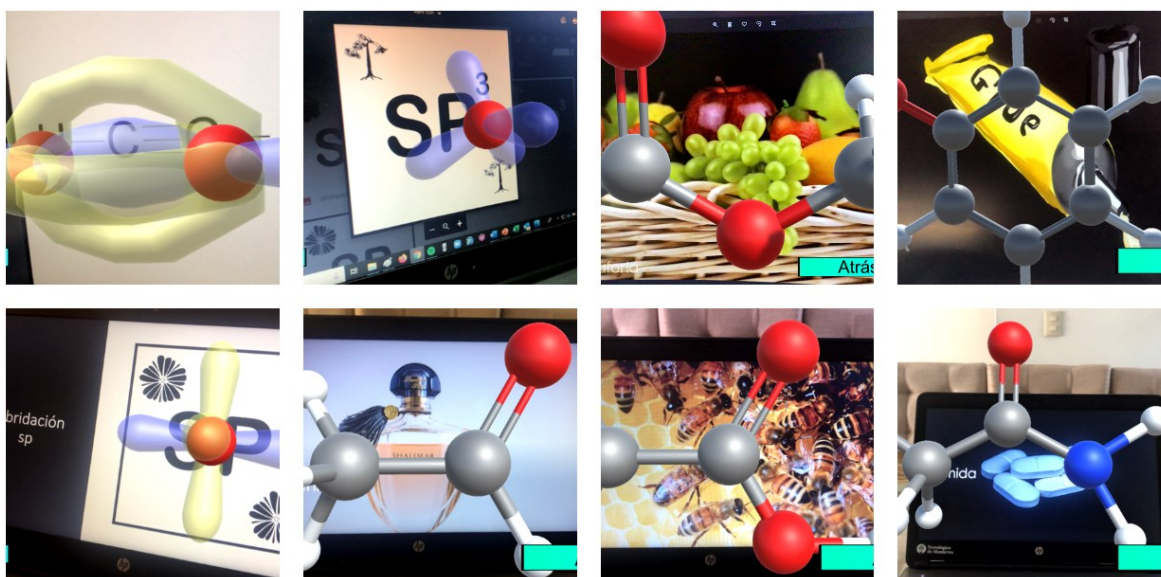
Učení abstraktních pojmů v chemii s konkrétními příklady není pro učitele vždy snadné, i když má k dispozici učebnu chemie nebo laboratoř. Při laboratorních cvičeních nebo demonstračních pokusech lze sice jev pozorovat vizuálně, ale pro další, konkrétní vysvětlení, jsou potřeba obrázky, schémata, popřípadě animace. Tyto nástroje, které byly dříve používány převážně k vizualizaci sloučenin na molekulární úrovni, dnes používáme jako výuková média (Irwansyah et al, 2018). Smíšená realita dává možnost žákům porozumět abstraktnějším chemickým pojmům nebo vizualizovat uspořádání atomů v molekule. Chemie není kvůli náročnosti příliš oblíbeným předmětem, proto je nutná motivace k učení a poznávání. Pomocí AR lze zkoumat strukturu hmoty, již by ve 2D prostředí nebylo možné

zobrazit. Technologie umožní žákům vidět např. molekulu ze všech úhlů nebo vizualizovat organizaci atomů v molekule. Tyto možnosti zvyšují zájem žáků a dochází k většímu zapojení do procesu učení (Urzúa Reyes, 2021).

### 1.3.1 Příklady chemických aplikací využívající AR

#### Carbon hybridization AR

Aplikaci Carbon hybridization AR vyvinula Mariela Damaris Urzúa Reyes (2021) se svým synem, jejíž motivací bylo pomoci studentům s porozuměním konceptu hybridizace při prohlížení animací (obrázek 3), identifikací podobnosti funkčních skupin organických molekul a představou o tvorbě jednoduchých, dvojných a trojných vazeb.

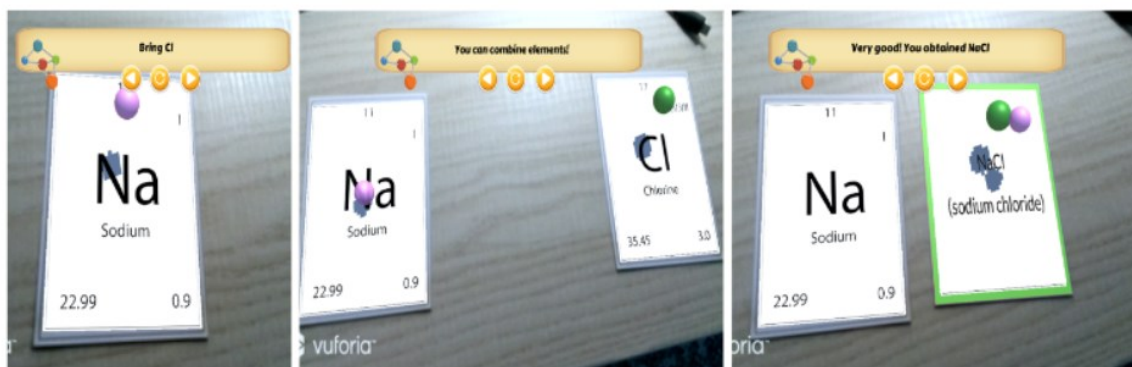


Obrázek 3 – Ukázka z aplikace "Carbon hybridization AR" (Urzúa Reyes, 2021)

#### AR Chemistry Learning

Aplikace AR Chemistry Learning je založena na barevných vizuálních prvcích, které pomáhají s učením základů chemie z tradičního textu učebnice. Aplikaci lze stáhnout do chytrého telefonu nebo do tabletu. AR umožňuje interakci s virtuálními molekulami, které mají specifickou barvu a velikost. Uživatel může využít možnost rozpoznání textu, kdy stačí telefonem namířit na jakékoliv slovo z textu příslušné knihy a aplikace poskytne informace z Wikipedie. Příkladem je „Learn with the cards“. Žák má za úkol vyzkoušet možnosti spojování částic, např. iontů v chloridu sodném. K dispozici má několik karet, které obsahují

název, značku prvku, elektronegativitu, atomové hmotnostní číslo a protonové číslo. Každý atom prvku má svou barvu (sodík růžový, chlor zelený) a velikost. Jestliže žák určí atomy prvků správně, karta zezelená a prvky se spojí přitažlivou silou. Jestliže je správně neurčí, prvky se nespojí a karta se zbarví červeně. Učitel má v aplikaci možnost přidávat nebo ubírat chemické sloučeniny podle potřeby (Macariu et al, 2020).



Obrázek 4 - Ukázka z aplikace AR Chemistry Learning (Macariu et al, 2020)

## VividBooks

Aplikace VividBooks je česká aplikace, kterou vytvořili v roce 2020 Vítek Škop a František Cáb jako podporu výuky fyziky. O rok později se aplikace rozšířila i o chemii. Principem je představit žákům chemii formou, kterou snáze pochopí pomocí animací. Podrobněji se aplikacím VividBooks věnujeme v následující kapitole.



Obrázek 5 – Ukázka aplikace VividBooks (Aplikace Vividbooks, 2022)

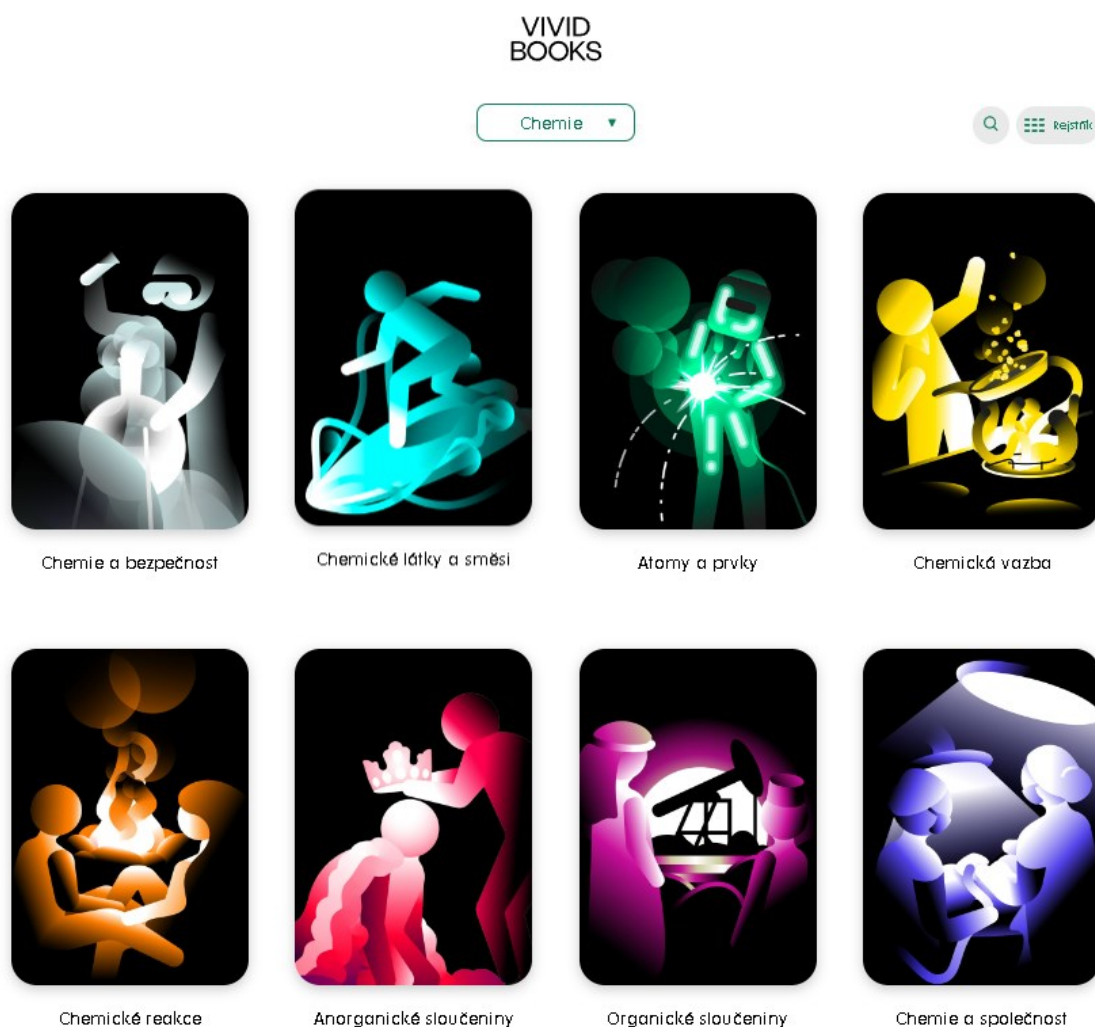
## 1.4 Aplikace VividBooks

VividBooks jsou digitální učební pomůcky, digitální aplikace, pro interaktivní výuku fyziky a chemie na základní škole, využitelné jako interaktivní učebnice. Za vznikem učebnic stojí učitel matematiky a fyziky František Cáb a grafický designér Vítěk Škop. Hlavním cílem Františka Cába bylo vytvořit učebnici, která není jen souborem znalostí z fyziky (později i chemie), ale povede žáky k přemýšlení. Vítěk Škop si přál do škol přinést hezký design učebnic a smysluplné využití AR (VividBooks, 2022).

Učebnice chemie ve VividBooks umožňují žákům ukázat složení a chování látek názornou a srozumitelnou formou. Vhodnou pomůckou jsou i pro začínající nebo neaprobované učitele. Každá lekce v učebnici obsahuje metodiku, ve které jsou jednotlivé cíle lekcí i otázek pro žáky, komentáře k textu i animacím a v některých lekcích jsou náměty k experimentům. VividBooks doporučuje užívat animace jako doplněk k experimentům nebo jako náhradu při nebezpečných experimentech, nikoliv jejich úplnou náhradu. Výhodou užívání těchto učebnic je jednoduchost jejich fungování, kde postačí tablety nebo chytré mobilní telefony. Díky webové aplikaci lze zhlédnout animace i na počítači či interaktivních tabulích bez použití AR. Učebnice jsou rozděleny do knih a lekcí, které odpovídají Rámcovému vzdělávacímu programu pro základní vzdělávání (VividBooks,

2022). Každá lekce obsahuje úvodní text, animaci, otázky k tématu seřazené od kognitivně nižších vzdělávacích cílů až po ty vyšší, dále shrnutí, pracovní list pro žáky a metodiku pro učitele (VividBooks, 2022).

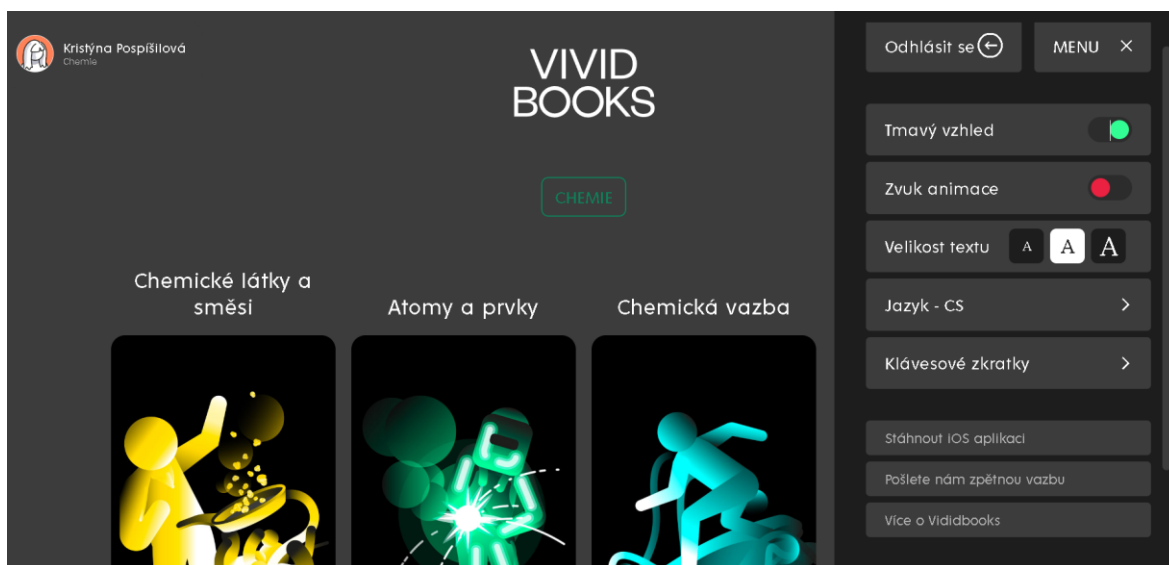
Použití aplikace VividBooks je velmi intuitivní. Škola po jejím zakoupení získá heslo pro učitele a pro žáky. Žáci vidí aplikaci stejně jako učitelé, ale nemají k dispozici metodické příručky. Při přihlášení učitel zadává předmět, o který má zájem (k dispozici jsou nyní na podzim roku 2022 učebnice fyziky a chemie). Tím se mu nemusí zobrazovat knihy z druhého předmětu. Pokud by měl učitel zájem si později přidat i druhý předmět, lze knihu otevřít (Aplikace VividBooks, 2022).



Obrázek 6 - Náhled aplikace VividBooks Chemie (Aplikace Vividbooks, 2022)



V menu, které se nachází v pravém horním rohu, lze měnit nastavení aplikace. Učitel si může vybrat mezi světlým a tmavým pozadím, jazykem aplikace (k dispozici je kromě češtiny i angličtina, polština, slovenština a španělština) nebo velikosti textu (malý, střední, velký). Zvuk animace je důležitý především pro učebnice fyziky. Zvětšení písma je výhodné při promítání textu na interaktivní tabuli. Klávesové zkratky jsou pro zastavení, přehrání nebo posouvání animací (Aplikace VividBooks, 2022).



Obrázek 7 - Možnosti nastavení aplikace – tmavý vzhled (Aplikace Vividbooks, 2022)

Učebnice VividBooks Chemie má v současnosti (podzim 2022) osm knih – Chemie a bezpečnost, Chemické látky a směsi, Atomy a prvky, Chemická vazba, Chemické reakce, Anorganické sloučeniny, Organické sloučeniny a Chemie a společnost (Aplikace VividBooks, 2022). Po otevření knihy se zobrazí jednotlivé kapitoly, krátký průvodní text ke knize a jména autorů. Průvodní text má sloužit jako motivace žáků o daná témata díky jejich propojení s každodenním životem. Jako ukázkou můžeme zvolit první knihu – Chemické látky a směsi, která obsahuje tři kapitoly – Hmota a její vlastnosti, Směsi a Oddělování složek směsí (viz obr. 7).

## Kapitoly



Mnohým lidem se při slově chemie vybaví zkumavky, složité vzorce, bílé pláště nebo dokonce nádobky se znakem lebký a výbuchy, od kterých chytne a shoří celá škola. Což zní možná lákavě, ale kde byste se pak potkávali s kamarády? Škola navíc dokáže objasnit mnoho pro život zásadních dějů – a velkou zásluhu na tom má právě chemie. V této knize prozkoumáme hlavně složení hmoty, která je všude kolem nás. Zjistíš, z čeho se skládá tvoje ruka, jak je možné že cítíš parfém paní, která stojí na opačné straně pokoje, i jak si vyrobit nádherný krystal!

Autoři: Martina Kullová, František Cáb, Markéta Měšková,  
Zlata Ruttkayová, Debanjana Halidar, Šimon Vlasák,  
Vítěk Škop

Obrázek 8 - Kapitoly knihy *Chemické látky a směsi* (Aplikace Vividbooks, 2022)

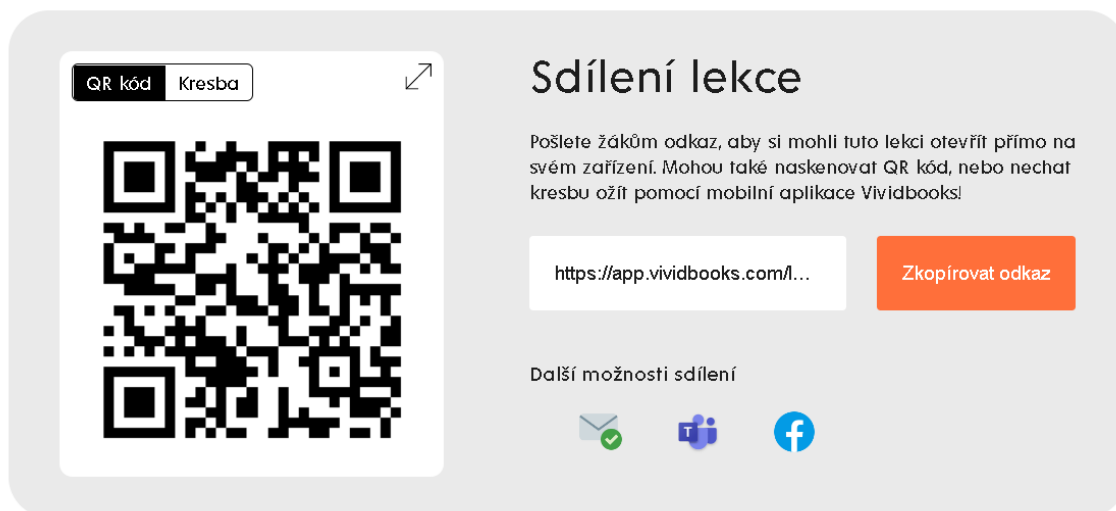
Na obrázku 8 je otevřena kapitola Hmota a její vlastnosti, která obsahuje 16 pracovních listů s metodickými pokyny pro učitele. Následné ukázky jsou vybrány z pracovního listu Rozpustnost (obr. 8).

## Hmota a její vlastnosti



Obrázek 9 - Jednotlivé lekce ke kapitole Hmota a její vlastnosti (Aplikace Vividbooks, 2022)

Učitel má více možností, jak danou lekci použít. V případě použití samotné aplikace bez použití AR lze lekci otevřít a promítnout animaci na interaktivní tabuli. Aplikaci si také mohou stáhnout žáci do mobilního telefonu (do smartphonu nebo tabletu se nainstaluje aplikace Vivid Chemie) a pomocí QR kódu se jim zobrazí daná lekce. Sdílení lekce je užitečné převážně při domácím vzdělávání nebo při nemoci žáka.



Obrázek 10 - Sdílení lekce (Aplikace Vividbooks, 2022)

Při otevření aplikace Vivid Chemie lze i sdílet jen animaci bez průvodního textu a otázek. V aplikaci je nutné otevřít správnou knihu (zde Chemické látky a směsi) a žákovi se zobrazí možnost využít AR. Namířením zařízením na kresbu se animace rozpohybuje. Na rozdíl od zhlédnutí animací Vivid Chemie, kterou mohou žáci využívat bez připojení k internetu, při využívání AR je nutné být online. Další možností sdílení lekcí je např. přes Facebook, MS Teams nebo e-mail zkopírováním odkazu (Aplikace VividBooks, 2022).

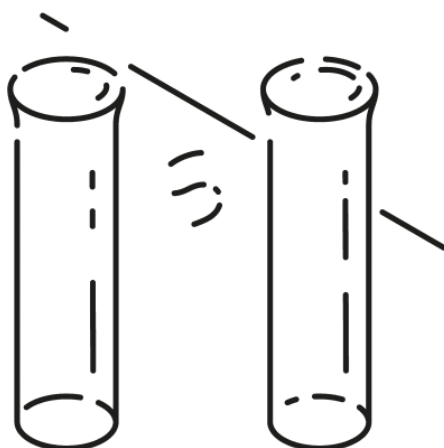


Obrázek 11 - Možnost použití AR (Aplikace Vividbooks, 2022)

Obrázek 11 ukazuje základní pracovní list pro téma Rozpustnost, ve kterém nejsou doplňující otázky. V levém horním rohu je napsaná kniha a kapitola, ze kterých pracovní list je. Aplikace umožňuje žákům zhlédnout animaci offline, popřípadě online využít variantu s AR naměřením na kresbu. V dolní části je průvodní text k tématu.

Chemické látky a směsi — Hmota a její vlastnosti

## Rozpustnost



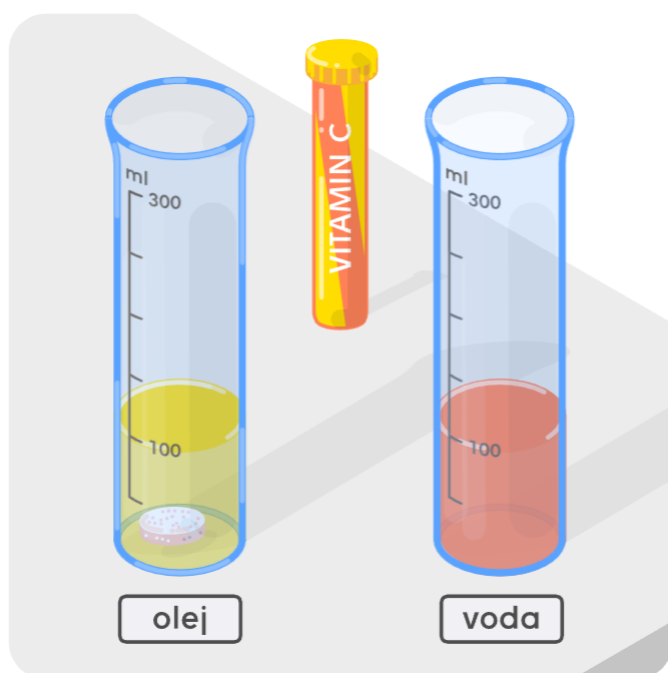
Ať už si solíš polévku nebo sladíš čaj, využíváš jeden chemický děj jménem rozpustnost. Není to ale vždycky tak jednoduché, jak se může na první pohled zdát. Například cukr se ve vodě rozpustí raz dva, ale v takovém benzínu by se s ním nestalo vůbec nic. A řada

látek se dá rozpustit například v oleji, ale voda by s nimi nic nezmohla, což uvidíš i v animaci, kde se pokoušíme rozpustit vitamíny A a C (a ano, rodiče nelhali, tyto látky skutečně existují). Chemicky proto říkáme, že různé látky mají různá rozpouštědla.

Obrázek 12 - Základní pracovní list bez otázek (Aplikace Vividbooks, 2022)

Verzi rozšířeného pracovního listu tématu Rozpustnost vidíme na obrázku 12. Levá polovina listu je totožná s obrázkem 10 a v pravé polovině jsou přidány otázky k tématu. Otázky jsou situované v každé lekci podobně. První otázky jsou žáci schopni vypořádat přímo z animace, dále jsou otázky zaměřené na osobní zkušenost a na život. Někdy se v otázkách objeví i experiment (viz otázka 6). Pod otázkami mají žáci místo pro zápisky, kresby, své poznatky nebo odpovědi (viz obr. 12).





Obrázek 14 - Ukázka oživé animace (Aplikace Vividbooks, 2022)

Ukázku z metodické příručky pro učitele vidíme na obrázku 14 (Aplikace VividBooks, 2022). Příručka obsahuje popis a cíl lekce a jednotlivé odpovědi na otázky. V otázkách mířených na žákovu zkušenost (např. Jaká další rozpouštědla znáš? Co a v čem jsi naposledy v něčem rozpustil(a)?) je uveden možný příklad odpovědi. V dolní části listu je uvedena kniha a kapitola, ze které lekce je – kniha Chemické látky a směsi (vlevo dole), kapitola Hmota a její vlastnosti (uprostřed dole).

## Metodická příručka Rozpustnost

### Popis a cíle lekce

Cílem lekce je seznámit žáky se skutečností, že se různé látky mohou nebo nemusí rozpouštět v různých rozpouštědlech.

### Získané vědomosti a dovednosti

Žák popíše význam pojmu „rozpouštědlo“.

Žák uvede konkrétní příklady rozpouštění.

Žák popíše schopnost konkrétních látek rozpustit se nebo nerozpustit v konkrétních rozpouštědlech.

### Popis otázek

Cílem následujících dvou otázek je ověřit pochopení textu, animace a pojmu „rozpouštědlo“.

*Co je rozpouštědlem pro vitamín C?*

*Odpověď:*

Voda.

*Co je rozpouštědlem pro vitamín A?*

*Odpověď:*

Olej.

Cílem následujících tří otázek je fixovat znalost významu pojmů „rozpouštění“, „rozpouštědlo“ a uvědomění, že různé látky mají různá rozpouštědla.

*Jaká další rozpouštědla znáš? A zkus i říct, co se v nich rozpouští.*

*Odpověď:*

V ředidle se rozpouští barvy a v některých kyselinách se dají rozpustit i kovy.

*Vitamín A se mimo jiné nachází v červené, žluté a oranžové zelenině a odpovídá například za správné fungování zraku. Proč se podle tebe zeleninové saláty doporučuje pokapávat olejem?*

*Odpověď:*

Aby se v oleji mohl vitamín A rozpustit a my ho mohli dobře strávit.

*V běžném životě pořád něco v něčem rozpouštíme. Co a v čem jsi naposled rozpustil(a) ty?*

*Odpověď:*

Třeba cukr v čaji při snídani.

Metodická příručka  
Chemické látky a směsi

Hmota a její vlastnosti

1

*Vyzkoušej, co se stane, když do odměrného válce s olejem a vitamínem C vleješ 100 ml vody obarvené potravinářským barvivem. Rozpustilo se potravinářské barvivo v oleji?*

Cílem otázky je navést žáky k zajímavému experimentu a k jeho pozornému pozorování.

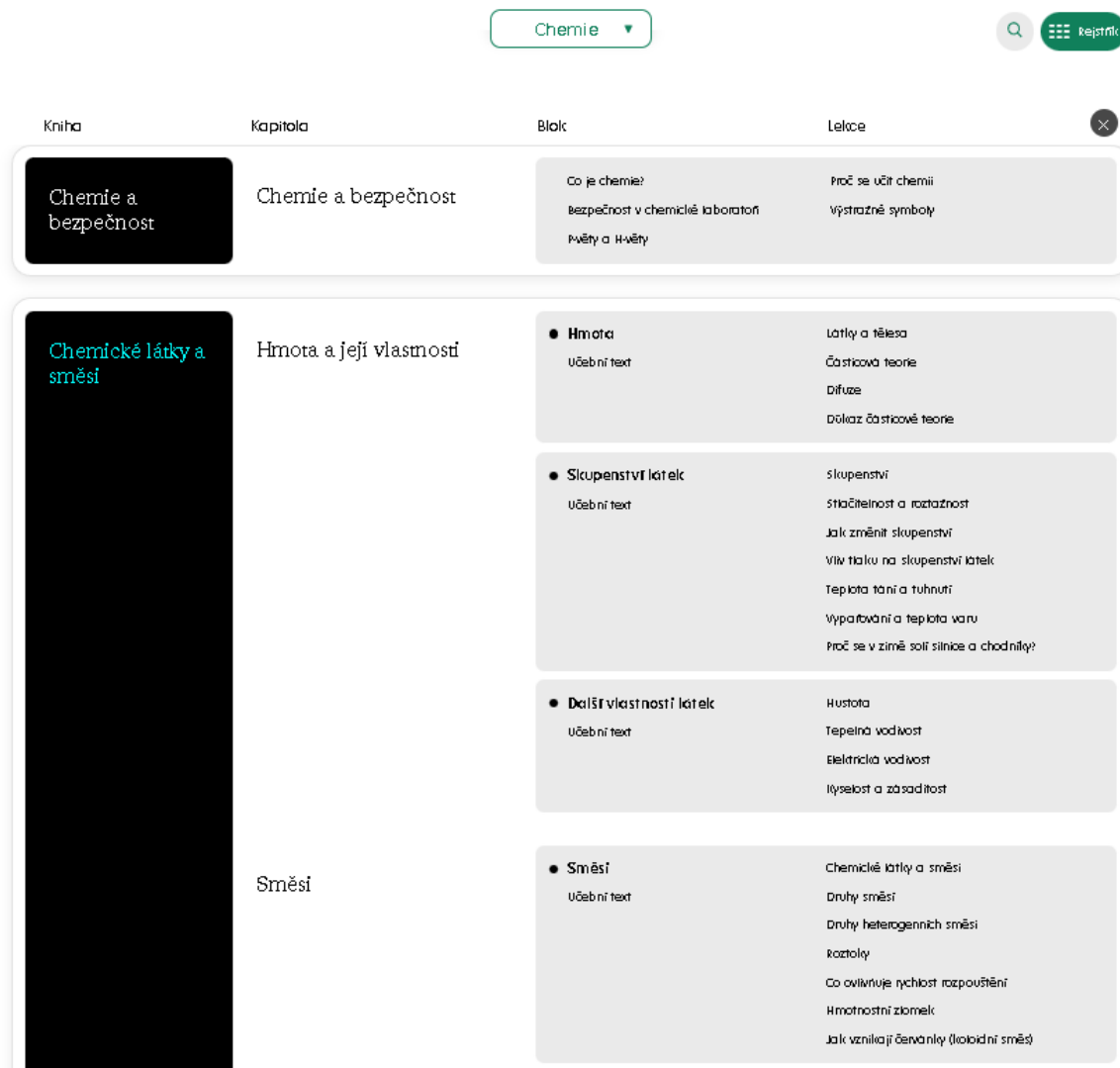
*Odpověď:*

Ne.

Obrázek 15 - Metodická příručka pro učitele (Aplikace Vividbooks, 2022)

Souhrn celé interaktivní učebnice chemie můžeme zobrazit přes Rejstřík v pravém horním rohu, který zobrazí přehledně všechny jednotlivé kapitoly a umožňuje zobrazit krátký učební text. Tento text již není s možností použití smíšené reality, ale umožňuje žákům rychlé zopakování učiva daného bloku s obrázky animací.





Obrázek 16 – Ukázka rejstříku knih *Chemie a bezpečnost* a *Chemické látky a směsi* (Aplikace Vividbooks, 2022)

## 1.5 Témata výuky chemie na základní škole pro realizaci praktické části

V ověřování účinnosti prvků AR ve výuce chemie na základní škole popsané v praktické části jsme se zaměřili na témata z učiva o částicovém složení látek. Šlo převážně o atom, jeho složení a vznik chemické vazby.

Názvy, očekávané výstupy a učivo vybraného tématu v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání jsou následující (RVP ZV, 2021):

Téma:

## Částicové složení látek a chemické prvky

Očekávané výstupy:

CH-9-3-01 – žák používá pojmy atom a molekula, prvek a sloučenina ve správných souvislostech

CH-9-3-02 – žák se orientuje v periodické soustavě chemických prvků, rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné vlastnosti

Učivo:

Částicové složení látek – molekuly, atomy, atomové jádro, protony, neutrony, elektronový obal a jeho změny v chemických reakcích, elektrony.

Prvky – názvy a značky vybraných prvků, vlastnosti a použití vybraných prvků, skupiny a periody v periodické soustavě chemických prvků; protonové číslo.

Chemické sloučeniny – chemická vazba, názvosloví jednoduchých anorganických a organických sloučenin.

Název, očekávané výstupy a učivo vybraného tématu ve Školním vzdělávacím programu ZŠ Velvary (škola, na které probíhala implementace animací ve výuce) (ZŠ Velvary, 2021):

Téma:

## Částicové složení látek a chemické prvky

Očekávané výstupy:

CH-9-3-01 – žák uvede příklady dokazující, že látky se skládají z pohybujících částic. Popíše složení atomu, vznik iontu.

CH-9-3-02 – žák používá značky a názvy prvků, Ag, Al, Au, Br, C, Ca, Cl, Cu, F, Fe, H, He, I, Li, Mg, Mn, N, Na, O, P, Pb, Pt, S, Si, Sn, Zn. Vysvětlí protonové číslo. Používá pojmy chemická látka, prvek, sloučenina, chemická vazba, značka prvku, vzorec chemické sloučeniny.

Učivo:

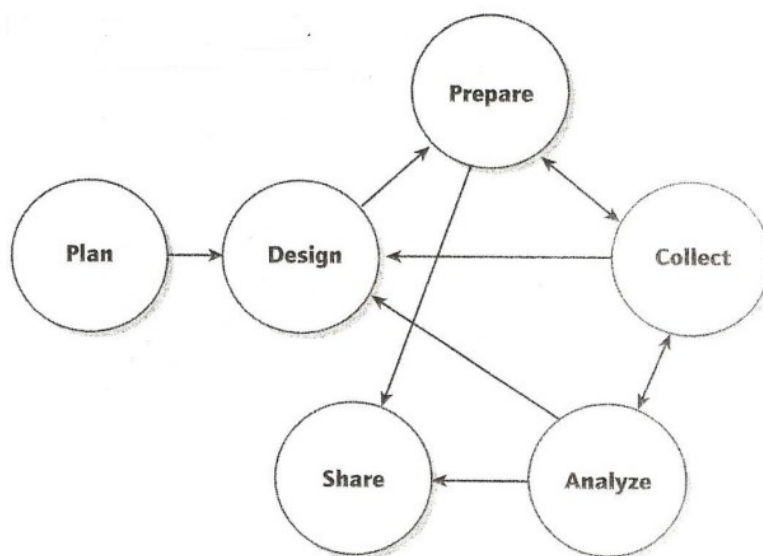
Molekula, atom, jádro, obal, elementární částice, valenční elektrony.

Chemické prvky, názvy a značky prvků, protonové číslo.

## 1.6 Případová studie

Pro dlouhodobější používání AR ve výuce chemie na základní škole s využitím aplikací VividBooks jsme se rozhodli využít metodu případové studie. Případová studie je metodou kvalitativní výzkumné strategie, která však může využívat i kvantitativní data, případně kvantitativně pojaté interpretace kvalitativních dat (Baškarda, 2014). Metodu případové studie můžeme vymezit jako postup pro rozvinutí plného pochopení určitého procesu, události nebo aktivity. Tímto umožní případová studie poskytnout hloubkový obraz tématu a popíše ho v rámci širšího kontextu. Případovou studii lze identifikovat např. jako metodu výzkumu, jako výzkumnou strategii nebo jako metodu sběru dat (Chrastina, 2019).

Oproti kvantitativnímu výzkumu přináší kvalitativní výzkum podrobné informace o zkoumaném fenoménu, které nelze generalizovat na celou populaci. Kvalitativní výzkum se používá především tehdy, kdy nemáme dostatek informací o problému, který studujeme (Olecká & Ivanová, 2010). Aby byly výsledky případové studie platné, je nutné dodržet určitý postup. Realizace případové studie je proces lineární, který se však neustále opakuje a osciluje mezi jednotlivými fázemi. Základní fáze pro vyhotovení případové studie jsou plán, příprava, projekt, příprava na sběr dat, samotný sběr dat, analýza, publikace výsledků (Yin, 2009).



Obrázek 17 - Fáze případové studie (Yin, 2009)

Dle Gerringa (2007) má případová studie pro výzkumné účely následující parametry:

1. Výzkumníková metoda je kvalitativní a zaměřuje se na malou skupinu („small-N“).
2. Jde o celostní, hustý výzkum.
3. Využívá určitý typ důkazů, např. neexperimentální přístup, pozorování účastníků, sledování procesů nebo terénní výzkum.
4. Údaje jsou shromažďovány v kontextu reálného života.
5. Téma je rozptýlené, je obtížné rozlišit případ, kontext a jejich hranice.
6. Využívá vícezdrojové dokazování.
7. Výzkum zkoumá vlastnosti jediného sledování.
8. Výzkum zkoumá vlastnosti jednoho jediného a jedinečného stavu nebo příkladu.

Velmi podstatným krokem před zahájením samotné případové studie je důsledné studium relevantní literatury, která nám pomůže v orientaci v problematice a také se rozhodnout o konkrétních technikách sběru dat (Darke a kol., 1998). Před začátkem sběru dat je třeba se pořádně připravit. Je nezbytné mít připravené správné otázky a být dobrým posluchačem, protože právě to nám velmi pomůže v získání vhodných a potřebných dat. Kvalitativní výzkumy mohou být oproti kvantitativním časově náročnější, protože nikdy není dopředu jasné, kolik dat budeme muset sebrat a zda nám vůbec k něčemu budou. Může se stát, že pro

doplnění veškerých dat se budeme muset několikrát vrátit do terénu a proces zopakovat (Yin, 2009). Jednotlivá data nemusí být stejného typu, můžeme např. použít rozhovor, pozorování i analýzu. Důležité je mít taková data, která popíší celistvost zkoumaného problému (Denzin & Lincoln, 1998). Cílem je komplexní popis a interpretace studovaného fenoménu. Správně provedená případová studie bude sloužit k rozvoji teorie i praxe (Olecká & Ivanová, 2010).

## 2 Praktická část

Praktická část diplomové práce je zaměřena na sledování dlouhodobějšího a opakovaného využívání aplikací AR ve vybraných tématech výuky chemie v 8. ročníku základní školy. Pro realizaci výzkumného šetření vlivu AR na výsledky a postoje žáků byla zvolena případová studie tří tříd žáků 8. ročníku Základní školy Velvary. Studie se tedy zúčastnily tři třídy (v případové studii označeny A, B, C), přičemž každá třída měla svého asistenta (asistenti budou označováni podle třídy, ve které asistují, asistent A, B, C). Všichni žáci měli před zahájením sledované výuky základní povědomí o aplikacích VividBooks z předchozích hodin chemie. Žáci tedy již pracovali s plnými pracovními listy s otázkami nebo pouze s animacemi s prvky AR, které byly promítány na multimediální tabuli nebo s nimi žáci pracovali s využitím školních tabletů, jimiž je škola vybavena. Většina hodin chemie je na této škole vyučována v učebně chemie, která je vybavena demonstračním stolem, interaktivní tabulí, periodickou tabulkou prvků a nástěnkami s různými pracemi žáků. Jedna hodina ve třídě B je vyučována v učebně zeměpisu a jedna hodina ve třídě C je vyučována v učebně IT, kde je absence chemických pomůcek, ale obě učebny jsou vybaveny interaktivní tabulí.

### 2.1 Plán implementace AR do výuky chemie v 8. ročníku ZŠ

Pro zjištění vlivu zařazování prvků AR do výuky chemie na postoje a znalosti žáků jsme naplánovali implementaci celkem šesti aplikací AR v průběhu dvou měsíců výuky. Šlo o vyučovací hodiny s následnými tématy výuky chemie a použitými prvky AR:

1. Struktura atomu
2. Modely atomů
3. Elektronový obal
4. Vznik iontů
5. Elektronegativita, nepolární, polární a iontová vazba
6. Chemická vazba jednoduchá, dvojná a trojná

Před zahájením první hodiny chemie ve sledovaném období jsme provedli úvodní skupinové rozhovory se žáky jednotlivých tříd a s asistenty pedagoga, zaměřené na jejich názory a

dosavadní zkušenosti s AR firmy VividBooks, s nimiž se již během výuky příležitostně setkali.

Následovala realizace vyučovaných hodin v termínech 24.11., 25.11., 29.11., 30.11., 1.12., 7.12., 13.12., 14.12., 5.1., 6.1., 10.1., 11.1.

Po realizaci všech naplánovaných hodin proběhly opět skupinové rozhovory zaměřené na identifikaci názorů a postojů žáků i asistentů k AR a k jejich způsobu implementace v uskutečněné výuce.

## **2.2 Úvodní skupinové rozhovory s žáky a asistenty pedagoga**

Pro vstupní rozhovory byly formulovány následující otázky, na které žáci v jednotlivých třídách a poté i asistenti pedagoga spontánně odpovídali.

Otázky pro žáky:

Jak se ti líbí aplikace VividBooks? Baví tě práce s aplikací? Otevřel/a jsi někdy doma aplikaci VividBooks? A pokud ano, učil/a ses už někdy s pomocí aplikace? Přejde ti použití aplikace lepší na pochopení učiva? Přejde ti lepší výuka bez použití aplikace nebo výuka s aplikací?

Otázky pro asistenty pedagoga:

Jak se Vám líbí aplikace VividBooks? Přejde Vám výuka efektivní? Jak se žáci tváří na výuku s aplikací? Přejde Vám lepší výuka bez použití aplikace nebo výuka s aplikací?

Třída A

Ve třídě A je 22 žáků, z toho 10 dívek a 12 chlapců. Hodina chemie probíhá vždy ve středu 5. vyučovací hodinu a v pátek 4. vyučovací hodinu. Obě hodiny chemie jsou vyučovány v učebně chemie. Zasedací pořádek není pevně určen vyučujícím, žáci sedí převážně ve dvojicích, i když je ve třídě dostatek míst, aby mohli sedět někteří i jednotlivě.

Dne 23.11. 2022 proběhla úvodní diskuze se žáky této třídy na téma aplikace VividBooks, jejich používání a funkce nejen v hodinách chemie. Úvodní hodiny se zúčastnilo 10 dívek a 10 chlapců.

#### První otázka: **Jak se ti líbí aplikace VividBooks?**

Při první otázce převažovaly kladné odpovědi. Žáci se k aplikaci staví jako k něčemu novému, co je baví.

Příklady kladných odpovědí:

„Je to zábavné.“ (AŽ1) „Jako jo, dobrá, je to lehčí.“ (AŽ2) „Je to dobré k vysvětlení látky.“ (AŽ3) „Je přehledná, ale mohla by být podrobnější.“ (AŽ4) „Za mě úžasné, víc to pochopím, když to uvidím na videu.“ (AŽ5) „Dost mě to baví, protože se můžeme podívat na proces a lépe to pak chápou.“ (AŽ6) „Mně se to líbí. Přijde mi to jako super styl učení. Baví mě to.“ (AŽ7) „Líbí se mi, že to zlehčuje učení v chemii.“ (AŽ8)

Někteří žáci se na aplikaci tváří neutrálně:

„Něco je dobrý.“ (AŽ9) „Jo, celkem to šlo.“ (AŽ10)

Čtyři žáci se k dosavadnímu používání aplikace vyjádřili negativně.

Záporné odpovědi:

„Mě to nebaví, nechápu to.“ (AŽ11) „Nelíbí se mi, málo to vysvětluje.“ (AŽ12) „Podle mě je to takové těžší pro pochopení.“ (AŽ13) „Je to blbost.“ (AŽ14)

#### Druhá otázka: **Baví tě práce s aplikací?**

Tato otázka se nijak zásadně nelišila od prvních odpovědí. Ti, kteří odpověděli kladně, že se jim aplikace líbí, ji zároveň ocenili jako zábavnou.

Příklady odpovědí:

„Někdy je to zábava.“ (AŽ10) „Baví mě se koukat na ty různé ukázky a naučím se toho víc, než kdybych čučela na tabuli.“ (AŽ7) „Baví mě se dívat na experimenty.“ (AŽ5) „No, jak



*kdy. Když vyplňujeme pracovní listy, tak mě to hrozně baví.*“ (AŽ6) *„Jak kdy, podle nálady.“* (AŽ15) *„Ne, moc jsem toho z ní nepochopil.“* (AŽ12)

**Třetí otázka: Otevřel/a jsi někdy doma aplikaci VividBooks? A pokud ano, učil/a ses už někdy s pomocí aplikace?**

Tato otázka byla složena ze dvou částí. Jestli se na aplikaci doma alespoň přihlásili a na něco se podívali (doporučovány byly i lekce z fyziky) a druhá část, jestli aplikaci použili k učení. Zde byly odpovědi většinou jasně záporné. Našlo se však pár žáků, kteří použití aplikace přiznali.

*„Aplikaci jsem neotevřela, ale chtěla bych se na to někdy juknout.“* (AŽ3) *„Ano, aplikaci mám v mobilu a hodně ji používám.“* (AŽ7)

Další dva žáci na otázku jen přikývli, že aplikaci už doma otevřeli (AŽ8, AŽ15).

**Čtvrtá otázka: Přijde ti použití aplikace lepší na pochopení učiva?**

Na tuto otázku žáci většinou žáci odpovídali, že jim aplikace k pochopení pomáhá, nebo jim pomáhá někdy. Tři žáci se vyjádřili jednoznačně záporně.

Příklady odlišných odpovědí:

*„No podle mě jenom pro ty, co jsou trošku chytřejší. Kdyby to někdo neuměl, tak si myslím, že na prvním místě je učitelka.“* (AŽ4) *„Ano, aplikace mi přijde úžasná. Bez VividBooks bych v látce plavala.“* (AŽ3) *„Ne, vůbec to z toho nechápu.“* (AŽ11) *„Je to zbytečný.“* (AŽ14)

**Pátá otázka: Přijde ti lepší výuka bez použití aplikace nebo výuka s aplikací?**

Zde odpovědi nebyly úplně jednoznačné. Většina žáků se kloní k tomu, že je lepší výuka s aplikací nebo částečná výuka s aplikací kombinovaná s klasickou výukou. Čtyři žáci se k výuce s aplikací staví spíše negativně.

Příklady odpovědí preferující výuku s aplikací:

*„Výuka s aplikací. Je to zábavné a víc to pochopím.“* (AŽ1) *„S aplikací, protože se to dá lépe pochopit.“* (AŽ3) *„Přijde mi lepší aplikace, protože je to lepší na pochopení a pro mě*

*je to snazší.“ (AŽ7) „Výuka s aplikací. Nebaví mě 45 minut koukat na tabuli a sedět jako brambora. Nejlepší je, když máme VividBooks ve skupinové práci. Naučím se víc.“ (AŽ17) „Výuka s aplikací. Je to zábava a třída se bude učit radši než při normální výuce.“ (AŽ2) „S aplikací, protože díky animaci pochopím lépe látku, kterou probíráme.“ (AŽ16) „Výuka s aplikací, protože hodina není tak nudná.“ (AŽ9)*

Příklady neutrálních odpovědí:

*„Obojí. Někdy je to lehčí, tak mi pomůže aplikace, ale občas je to těžké, tak ne. Ale jo, aplikace je to dobrá.“ (AŽ15) „Přijde mi aplikace lepší kvůli animacím, ale v klasické výuce jsou zase lepší pokusy.“ (AŽ8) „Výuka s aplikací a někdy normální. Normální jen někdy, protože je to jinak nudný.“ (AŽ18) „Je fajn vidět reakce, jak fungují, ale přijde mi lepší, když to učitel promítá na tabuli a popisuje to.“ (AŽ19) „Obojí, spíše klasická.“ (AŽ10)*

Příklady odpovědí preferující výuku bez aplikace:

*„Asi klasická, paní učitelka to umí hodně dobře vysvětlit, abych to pochopila.“ (AŽ4) „Normál. Víc to chápu.“ (AŽ12) „Klasická, víc se toho naučím.“ (AŽ11) „Myslím, že klasická výuka, protože to můžu vidět naživo.“ (AŽ20)*

Třída B

Ve třídě B je 22 žáků, z toho 9 dívek a 13 chlapců. Hodinu chemie mají v úterý 5. vyučovací hodinu a ve čtvrtek 2. vyučovací hodinu. Úterní hodina chemie je vyučována v učebně chemie, ve čtvrtek jsou žáci v učebně zeměpisu. Zasedací pořádek není pevně určen vyučujícím, žáci sedí převážně ve dvojicích, i když je ve třídě dostatek míst, aby mohli sedět někteří i jednotlivě.

Dne 22.11. 2022 proběhl úvodní rozhovor se žáky této třídy na téma aplikace VividBooks, jejich používání a funkce nejen v hodinách chemie. Úvodní hodiny se zúčastnilo 9 dívek a 11 chlapců.

**První otázka: Jak se ti líbí aplikace VividBooks?**

Třída B měla velmi strohé odpovědi. Žáci příliš své odpovědi nezdůvodňovali. Kromě jednoslovných odpovědí jako líbí, nelíbí, ujde, uvedeme pár příkladů odpovědí žáků:

„*Libí, animace jsou hezky zpracované.*“ (BŽ1) „*Libí, protože se to můžeme učit sami.*“ (BŽ2) „*Libí, protože je to zajímavé.*“ (BŽ3) „*Jo, je dobrá, ale nemám moc rád elektroniku.*“ (BŽ4) „*Nelíbí se mi to.*“ (BŽ5).

#### Druhá otázka: **Baví tě práce s aplikací?**

Na druhou otázku odpověděla zhruba polovina žáků kladně. Nijak však svou odpověď nezdůvodnili. Druhá polovina se k aplikaci staví negativně (bohužel také bez bližšího důvodu) a několik žáků si na aplikaci neudělalo zatím žádný názor.

#### Třetí otázka: **Otevřel/a jsi někdy doma aplikaci VividBooks? A pokud ano, učil/a ses už někdy s pomocí aplikace?**

Na otázku použití VividBooks mimo školu se přihlásila pouze jedna žákyně, která přiznala, že se s pomocí VividBooks i učila. Zbytek třídy se k aplikaci doma ještě nikdy nepřihlásilo. Jedna záporná odpověď byla odůvodněna:

„*Ne, zapomněl jsem na heslo.*“ (BŽ6) „*Jo, učila jsem se z toho na test.*“ (BŽ2).

#### Čtvrtá otázka: **Přijde ti použití aplikace lepší na pochopení látky?**

Většina žáků přikyvuje, že jim přijde aplikace lepší na pochopení. Žáci nechtějí svůj postoj (ať kladný nebo záporný) odůvodňovat. Jeden žák svůj postoj trochu rozvinul:

„*Podle toho, jaký látky. V něčem je to lepší.*“ (BŽ4).

#### Pátá otázka: **Přijde ti lepší výuka bez použití aplikace nebo výuka s aplikací?**

Při poslední otázce už žáci alespoň z části své odpovědi zdůvodnili. Většina je nakloněná k výuce s aplikací.

Příklady kladných postojů k výuce s aplikací:

„*Výuka s aplikací mi přijde zábavnější.*“ (BŽ1) „*Přijde mi lepší výuka s aplikací, protože snáz pochopím látku.*“ (BŽ7) „*S aplikací, protože učitelé neumí vysvětlovat látku.*“ (BŽ8)

*„Výuka s aplikací, protože je to něco jiného oproti všem ostatním výukám.“ (BŽ3) „Přijde mi lepší výuka s aplikací, protože není tak nudná.“ (BŽ9)*

*„Výuka s aplikací, protože dokáže jednoduše, krátce a beze slov prakticky ukázat, jak to funguje.“ (BŽ2) „S aplikací, protože když koukám na video, tak lépe pochopím látku.“ (BŽ10) „Aplikace, protože to není taková nuda.“ (BŽ6).*

Nikdo ze žáků nešel střední cestou mezi výukou s aplikací a bez aplikace. Pět žáků se vyjádřilo tak, že spíše preferují výuku bez aplikace.

Příklady odpovědí preferující výuku bez aplikace:

*„Tak určitě klasika je vždy a ve všem lepší.“ (BŽ4) „Klasická výuka je lepší. Potřebuju si prožít ten pokus, ne ho vidět naanimovanéj.“ (BŽ11) „Výuka klasická. Radši vidím ten proces v realitě.“ (BŽ5).*

Třída C

Ve třídě C je 21 žáků, z toho 10 dívek a 11 chlapců. Hodinu chemie mají vždy ve středu 4. vyučovací hodinu a ve čtvrtek 1. vyučovací hodinu. Středeční hodina chemie je vyučována v učebně chemie, ve čtvrtek jsou žáci v učebně IT. Zasedací pořádek není pevně určen vyučujícím, žáci sedí převážně ve dvojicích, i když je ve třídě dostatek míst, aby mohli sedět někteří i jednotlivě.

Dne 23.11. 2022 proběhla úvodní diskuze se žáky této třídy na téma aplikace VividBooks, jejich používání a funkce nejen v hodinách chemie. Úvodní hodiny se zúčastnilo 8 dívek a 10 chlapců.

**První otázka: Jak se ti líbí aplikace VividBooks?**

Třída C se k první otázce staví převážně velmi kladně. Žáci aplikaci vidí nejen jako zpestření výuky, ale také jako velkou pomoc při pochopení látky.

*„VividBooks se mi líbí, protože je to pro lidi, kteří si ty věci nedokážou představit.“ (CŽ1)  
„Ano, dokáže to zpestřit hodinu a když už máme ty technologie, tak proč je nevyužít.“ (CŽ2)  
„Dobrý popsání detaily s videem a ještě to shrnutí tam.“ (CŽ3) „Takových 9/10.“ (CŽ4)*

„Jsou tam hezky zvýrazněný postupy, takže je to v pohodě.“ (CŽ5) „Líbí se mi to, protože to vždy pochopím.“ (CŽ6) „Líbí se mi to, protože je to nějaké obzvláště hodiny.“ (CŽ7) „Trochu se mi líbí, ale je těžké si tam něco vyhledat, když moc neumím s tabletem.“ (CŽ8) „Líbí se mi, ale radši bych to dělala nebo viděla naživo.“ (CŽ9) „Je tam chemie, takže asi ne.“ (CŽ10)

#### Druhá otázka: **Baví tě práce s aplikací?**

Na druhou otázku odpověděla většina žáků kladně. Nejčastější důvody byly animace, které žákům přijdou zajímavé a zábavné. Žák, který se staví celkově negativně k výuce chemie (CŽ10) odpověděl pouze „ne“. Nebyl to však jediný negativní ohlas na aplikaci, ale druhý byl s odůvodněním:

„Ani moc ne, aplikace je málo interaktivní.“ (CŽ11)

#### Třetí otázka: **Otevřel/a jsi někdy doma aplikaci VividBooks? A pokud ano, učil/a ses už někdy s pomocí aplikace?**

VividBooks doma využili celkem tři žáci. Jeden žák aplikaci využil jednou, když doháněl látku po nemoci, druhý žák využil sice aplikaci, ale ne kvůli chemii, ale kvůli fyzice. Poslední, třetí žák, používá aplikaci pravidelně pro oba předměty (žák si díky této aplikaci rozšiřuje slovní zásobu, v ČR je rok).

„Jo, já na to koukal, když jsem chyběl a nechápal jsem to z toho sešitu.“ (CŽ3) „Já jsem používala teda zatím jenom fyziku.“ (CŽ12) „Používám to pro fyziku i chemii, dobře to jde z toho pochopit.“ (CŽ7).

#### Čtvrtá otázka: **Přijde ti použití aplikace lepší na pochopení látky?**

Ve třídě C se nenašel jediný žák, který by odpověděl zcela záporně na tuto otázku. Jedna žákyně však nekomentovala pochopení s aplikací úplně pozitivně. Příklady odpovědí:

„Určitě je to snadnější.“ (CŽ4) „Ano, jak už jsem říkal, je to dost dobré pro lidi bez fantazie.“ (CŽ1) „Ano, je to interaktivní.“ (CŽ2) „Jako jo, když se na to dobře podívám.“

(CŽ10) „Určitě, protože když na to koukám, tak to chápu, a ještě tam mají otázky.“ (CŽ3)  
„Jenom trochu, líp bych to pochopila naživo.“ (CŽ9)

#### **Pátá otázka: Přijde ti lepší výuka bez použití aplikace nebo výuka s aplikací?**

Poslední otázka třídu rozdělila do třech táborů: ti, kteří preferují výuku s aplikací; ti, kteří preferují výuku bez aplikace; ti, kteří preferují kombinaci.

Příklady kladných postojů k výuce s aplikací:

„Výuka s aplikací, víc to pochopím.“ (CŽ13) „Výuka s aplikací zpestří hodinu, je zábavnější a líp to pochopím.“ (CŽ14) „S aplikací mám určitě větší přehled a je tam všechno.“ (CŽ3)  
„Výuka s aplikací, protože to v jiný hodině nemáme.“ (CŽ15) „S aplikací to líp pochopím, když vidím, jak se to má dělat, jak to funguje a tak.“ (CŽ5) „Aplikace kvůli vysvětlení a ukázce. Normální výuka je nuda.“ (CŽ16).

Příklady neutrálních postojů k výuce s aplikací:

„Mně se líbí obojí. Proč? Protože bez aplikace to vidím naživo například ten experiment, ale když pracujeme s VividBooks, tak jsme v nějaké skupině a to se mi líbí.“ (CŽ3) „Lepší je asi s aplikací, ale na druhou stranu mě baví dělat pokusy.“ (CŽ7) „Přijde mi dobré obojí, ale s aplikací je to asi pestřejší. S aplikací si také můžou učitelé odpočinout a žáky to baví.“ (CŽ1) „Přijde mi obojí dobré, ale pokud bych si měl vybrat, zvolil bych kombinaci.“ (CŽ17).

Příklady odpovědí preferující výuku bez aplikace:

„Klasická výuka je lepší, protože to víc chápu.“ (CŽ10) „Přijde mi lepší výuka bez aplikace, protože se mi líbí ty pokusy a lépe to chápu.“ (CŽ9).

#### **Pohled asistentů pedagoga na používání VividBooks ve výuce chemie**

**První otázka: Jak se Vám líbí aplikace VividBooks?**

Asistent A: „Osobně se mi líbí. Pro představu určitě dobré, názorné. Někdy mi přijde, že by to pro ty děti mohlo být trochu podrobnější, aby do toho nemusel učitel zasahovat.“

Asistent B: „Je to nový pohled na chemii, zpestření v hodině, kde děti vidí, jak se dělají pokusy a z čeho.“

Asistent C: „Mně osobně se aplikace moc líbí.“

#### Druhá otázka: **Přijde Vám výuka efektivní?**

Asistent A: „Určitě lepší než bez, pro představení si těch věcí určitě ano. Ale na druhou stranu, jak už jsem říkala, pro děti by bylo lepší podrobněji a názorněji vysvětlit. Mně by to takhle určitě stačilo a hezky to z toho všechno pochopím, ale oni na to většinou nepřijdou bez natuknutí.“

Asistent B: „Efektivní pro mě to je. U dětí nevím no, asi jak u koho a jak kdy.“

Asistent C: „My, kteří jsme vyrostli na učebnicích jen koukáme. Moc se mi to líbí a přijde mi to efektivní. Děti to baví a určitě jim to pomůže k tomu pochopení.“

#### Třetí otázka: **Jak se žáci tváří na výuku s aplikací?**

Asistent A: „Jsou výjimky, které to nebaví a nepracují, ale pro ostatní je to dobré a pracují ochotně. Někdy právě potřebují jen malou pomoc, nejsou moc zvyklí pracovat samostatně a vymýšlet, co se tam děje a proč.“

Asistent B: „Co jsem zatím vyzorovala, tak ti bystří, těm se to líbí, ale u zbytku je to nuda a ta pozornost jim utíká někam jinam.“

Asistent C: „Přijde mi, že se jim to líbí. Líbí se jim jakákoliv jiná aktivita než poslouchání výkladu a zapisování do sešitů.“

#### Čtvrtá otázka: **Přijde Vám lepší výuka bez použití aplikace nebo výuka s aplikací?**

Asistent A: „Rozhodně výuka s použitím VividBooks.“

Asistent B: „Za mě určitě kombinace a moc to s tím nepřehánět. Někteří se na to moc netváří už teď.“

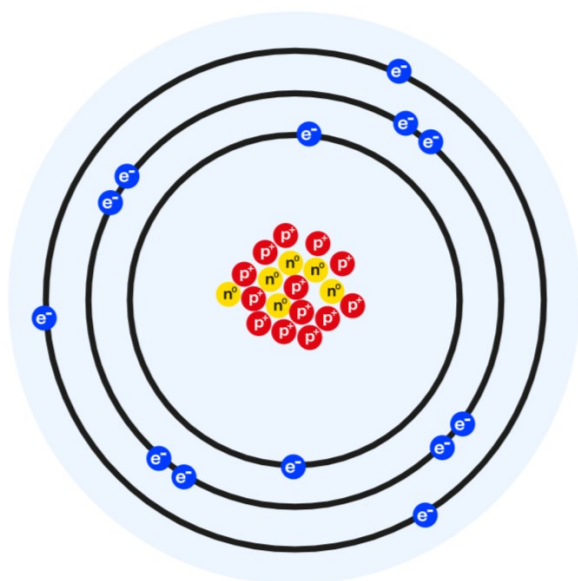
Asistent C: „Určitě s aplikací, každá pomůcka je dobrá.“

Žáci hodnotili prozatímní seznámení s aplikací VividBooks převážně pozitivně. Jako důvody uváděli zábavnou formu a líbivost animací. Žáci převážně kladně hodnotí aktivity, při kterých se nějak naruší klasická výuka, takže je pro ně koukání na animace zajímavější

než výklad. Někteří žáci na používání animací prozatím neviděli nic pozitivního, v čem by jim mohla pomoci.

### 2.3 První vyučovací hodina

Na první vyučovací hodinu s tématem Složení atomu byla využita animace z knihy Atomy a prvky – Atomová teorie – Stavba atomu. Je zde jedna animace – atom hliníku zobrazený Bohrovým modelem atomu. Elektronů se pohybují.



Obrázek 18 - Stavba atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022)

Struktura vyučovací hodiny:

Aplikace byla použita v první části vyučovací hodiny, kdy měli žáci k dispozici průvodní text a animaci s prvky AR (viz příloha č. 1). Žáci se nejprve přihlásili do aplikace VividBooks a pracovali ve dvojici, kde měli heslovitě popsat vše, co na animaci vidí. Druhá část hodiny byla společná práce, kde jednotlivé dvojice říkaly své postřehy, které jsme zaznamenávali na tabuli. Třetí část vyučovací hodiny se zabývala strukturací vypsáných hesel na tabuli, jejich objasnění a společnému zápisu. Pokud nebyly všechny důležité informace sděleny, animace byla spuštěna znovu a bylo poukázáno na to, co nebylo zmíněno. Závěr hodiny byl věnován opakování a souhrnu vyučovací hodiny.



## Třída A

První hodina ve třídě A proběhla 25.11. a zúčastnilo se 19 žáků – 10 chlapců a 9 dívek. Žáci zůstávali ve dvojicích (jedna trojice) a každá dvojice dostala tablet a malý pracovní list bez otázek. Nejprve jsem žáky vyzvala, aby se přihlásili do aplikace. Někteří se ihned přihlásili, čtyři dvojice měly s přihlášením problém, protože zapoměly heslo. Když se všechny dvojice úspěšně přihlásily do aplikace, dostaly za úkol zhlédnout animaci a popsat vše, co na animaci s prvky AR vidí.

První otázka, která byla z jejich strany položena, zněla: „*Máme si to psát?*“ (AŽ16). Při aktivitě jsem žákům doporučila si dělat do sešitu alespoň heslovitě body, aby na nic nezapomněli. Až na jednu dvojici to tak všichni udělali. Právě ta jedna dvojice chlapců (AŽ11, AŽ13) nepracovala, proto jsem k nim šla a zeptala jsem se jich, co se děje. Odpověděli, že nevědí, co mají dělat. Proto jsem jim zadání ještě jednou zopakovala, a nakonec pracovala celá třída. Na práci jsem dala žákům 5 – 7 minut (dokud byla vidět jejich aktivita). V průběhu se dvojicím plnily papíry různými hesly, např. protony, jádro, kružnice, atom, ...

Žáci měli tendenci se při práci ptát, jestli postupují správně, co jim tam ještě chybí, jestli to stačí, jak se říká tomu plusku atd. Při těchto pozorovacích aktivitách jsem se snažila do práce žáků nezasahovat, pokud to nebylo nezbytně nutné. Např. když se žák zeptal, „*Co je „tohle“?*“ (AŽ2) – ukazoval na jednotlivé vrstvy obalu, řekla jsem mu, ať popíše, jak to vypadá. Tentýž problém měly některé skupiny u pojmenování protonů, neutronů a elektronů (nakonec psaly „*modré éčko s minusem*“).

Po uplynutí časového limitu říkaly dvojice postupně, co na animaci zpozorovaly: „*červený péčka s plusem*“ (AŽ19) „*atom*“ (AŽ1) „*elektrony*“ (AŽ18) „*takový kružnice na kterých jezdí ty elektrony*“ (AŽ13) „*neutrony*“ (AŽ8) „*jádro*“ (AŽ3) „*ty péčka jsou protony*“ (AŽ17) „*a že v tom jádru jsou protony a neutrony*“ (AŽ6) „*obal*“ (AŽ4) „*plus a minus u těch protonů a elektronů*“ (AŽ20) „*všechny protony jsou červený, elektrony modrý a neutrony žlutý*“ (AŽ5).

Při této aktivitě jsem stále žákům do jejich výsledků nezasahovala, jen jsme je sepisovali na tabuli, abychom věděli, co už bylo řečeno. Žádná dvojice nezkusila spočítat množství

protonů, elektronů a neutronů. K tomu jsme došli, až když jsme dávali dohromady zápis z jejich poznatků, stejně jako podrobnější popis pohybu elektronů v obalu na animaci.

## Třída B

První hodina ve třídě B proběhla 24.11. a zúčastnilo se 20 žáků – 11 chlapců a 9 dívek. Žáci zůstávali ve dvojicích a každá dvojice dostala tablet a malý pracovní list bez otázek. Ihned, když dostali žáci tablety, se začali k aplikaci přihlašovat až na dvě dvojice, které zapoměly heslo. Po úspěšném přihlášení všech žáků do aplikace dostali za úkol zhlédnout animaci s prvky AR a popsat vše, co na ní vidí.

Ve třídě začaly všechny dvojice pracovat. Někteří žáci si vzali sešit a psali si k tomu poznámky, jiní spolu jen mluvili a ukazovali na animaci, o čem mluví. Aktivitu jsem omezila 5 minutami, protože ji už poslední minutu dodělávala jen jedna skupinka děvčat. Žádná dvojice ze třídy B na mě neměla během práce dotaz a během nahlížení bylo zřejmé, že žáci vědí, co mají dělat. U jedné dvojice dívek se zastavila asistentka, když se jí ptaly, jestli „*mohou napsat „modrá éčka“ když nevědí, co to znamená*“ (BŽ17, BŽ20). A jedné dvojici, která měla napsáno „*atom, protony, neutrony, elektrony*“ jsem dopomohla tím, že jsem se jich zeptala, jak by animaci popsali bez toho, kdyby věděli, že je to atom nebo že  $p^+$  jsou protony. Co lze na animaci vidět? „*Třeba že se pohybují ty elektrony stejným směrem?*“ (BŽ3) reagovala žákyně. „*Nebo že tyhle elektrony jsou nejpomalejší a tyhle nejrychlejší.*“ ukazuje na jednotlivé vrstvy spolužačka BŽ15 (označuje za nejpomalejší elektrony ve valenční vrstvě). „*No já nevím, vem si, že tyhle běhají větší kolo než tyhle.*“ (BŽ3). Žákyně jsem spolu nechala diskutovat.

Po uplynutí časového limitu říkaly postupně dvojice, co na animaci zpozorovaly: „*atom*“ (BŽ1) „*protony*“ (BŽ6) „*protony a neutrony spolu*“ (BŽ13) „*elektrony*“ (BŽ21) „*záporný elektrony*“ (BŽ14) „*ty elektrony se pohybují jako jediný*“ (BŽ3) „*neutrony nemají ani plus ani minus, mají tam nulu*“ (BŽ10) „*tak protony mají plus*“ (BŽ11) „*elektrony se pohybují ve stejném směru a asi stejně rychle*“ (BŽ7) „*a taky se pohybují po takovejch kružnicích kolem toho prostředku*“ (BŽ4).

Do této aktivity jsem také žákům nemusela zasahovat, jen jsem sepisovala na tabuli jejich výroky. Ani v této třídě nezkusila žádná dvojice spočítat množství protonů, elektronů a

neutronů. Hezky se v průběhu dvojice ovlivňovaly a doplňovaly věci, které je v průběhu vymýšlení nenapadly, převážně u pohybu elektronů.

### Třída C

První hodina ve třídě C proběhla 24.11. a zúčastnilo se 20 žáků – 11 chlapců a 9 dívek. Žáci zůstávali ve dvojicích a každá dvojice dostala tablet a malý pracovní list bez otázek. Nejprve jsem žáky vyzvala, aby se přihlásili do aplikace. Přihlášení proběhlo u poloviny dvojic úspěšně, ostatním jsme dopomohli. Opět byl problém v zapomenutém přístupovém heslu.

Po přihlášení všech dvojic jsem vysvětlila žákům zadání a ti začali pracovat. Jeden žák se zmateně rozhlížel se slovy: „*Já vůbec nevím, co máme dělat, jako jenom říct, co tam vidím?*“ (CŽ15). Dvojici jsem tedy vyjasnila zadání a dali se do práce. Aktivita byla omezena na 5 – 7 minut. Žáci měli tendenci se ujist'ovat, že to, co píší, je správně. Ani v této třídě jsem však nechtěla radit, co napsat a jen jsem je odkazovala zpět na animaci. Snažila jsem se zdůraznit to, že není třeba znát odbornou terminologii, jen chci co nejpodrobněji popsat, co vidí v animaci.

Po uplynutí časového limitu říkaly postupně dvojice, co v animaci zpozorovaly: „*červený pé plus*“ (CŽ4) „*elektrony jsou  $e^-$* “ (CŽ7) „*žlutý a červený jsou spolu*“ (CŽ3) „*elektrony tam krouží*“ (CŽ2) „*těch žlutých je tam nejmíň, je jich tam jenom 6*“ (CŽ9) „*to en jsou neutrony a nemají žádný náboj*“ (CŽ5) „*no tak to červený jsou protony a mají plusovej, jako kladnej náboj*“ (CŽ1) „*protonů je nejmíň*“ (CŽ16). Na to reaguje vedlejší dvojice „*nene, je jich tam stejně jako elektronů, neumíš počítat, je jich tam 13*“ (CŽ12). Žáci se pouští do přepočítávání částic a dávají za pravdu druhé dvojici „*no a ty elektrony, jak krouží, tak vlastně v tý prostřední části jsou po dvojicích a v tý první a poslední po jednom*“ (CŽ8) „*pohybují se po směru hodinových ručiček*“ (CŽ11) „*a jsou docela rychlý*“ (CŽ10).

Třída C se ze všech tříd nejvíce věnovala tomu, co z animace mohou vypožorovat, aniž by měli jakékoliv další informace. Oproti třídě A sice nejmenovali jádro a obal, ale splnili úkol pozorování a popis animace.

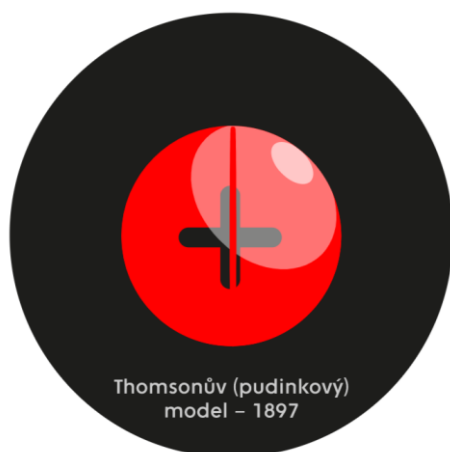
Shrnutí realizace první vyučovací hodiny s využitím animací s prvky AR:

Cílem aktivity s první animací byl pouze popis toho, co zobrazuje. Žáci měli tendenci ustrnout na pojmech, které si nepamatují (např. že kladnou částicí je proton a zápornou

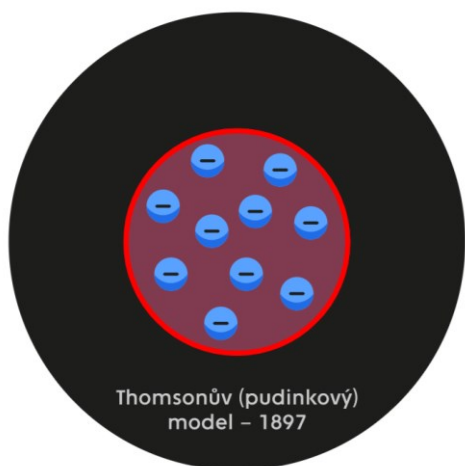
elektron) a strávili zbytečně moc času nad něčím, co se po nich vlastně ani nechtělo. I když stačil popis, nutilo je to k vysvětlování toho, co vidí. Ačkoliv jsem předpokládala, že si někteří žáci vybaví popis atomu z fyziky, hlavním jejich úkolem bylo jen pozorovat a popisovat, mluvit se spolužákem a navzájem se inspirovat k dalším nápadům. Dalším problémem u žáků (převážně třída A a C) byl ten, že se obávali chyby. Obávali se, že by mohli napsat nějakou hloupost, a proto se neustále ujišťovali u mě nebo u paní asistentky, jestli postupují správně. Se samotnou animací žáci problém neměli. Správně určovali, kde se nacházejí kladně nabitě částice, kde záporně nabitě a kde částice bez náboje nebo že se elektrony pohybují okolo jádra. Třída C dokonce i určila, že počet protonů a elektronů je stejný, u ostatních dvou tříd jsme k tomu dospěli až pomocí doplňujících otázek.

## 2.4 Druhá vyučovací hodina

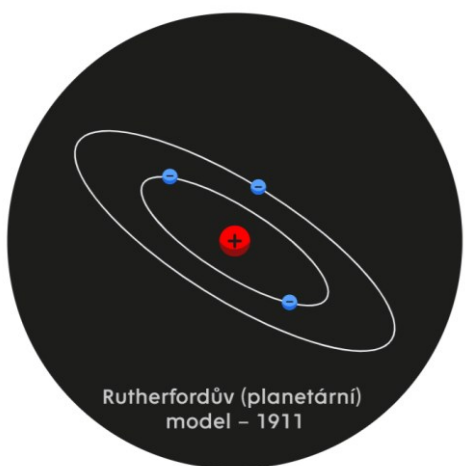
Na druhou vyučovací hodinu s tématem Modely atomu byla využita animace s prvky AR z knihy *Atomy a prvky – Atomová teorie – Modely atomu*. Zde jsou obsaženy čtyři animace – Thomsonův model, Rutherfordův model, Bohrov model, Kvantově mechanický model. Elektrony v animacích se pohybují (kromě první animace).



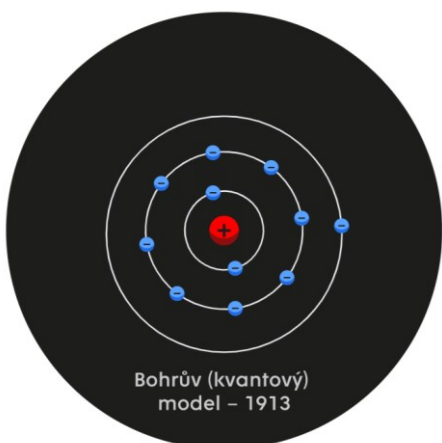
Obrázek 19 - Thomsonův model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022)



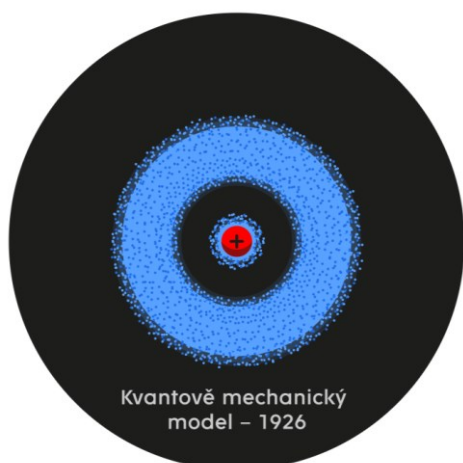
Obrázek 20 - Thomsonův model atomu – animace s elektrony (Aplikace VividBooks, 2022)



Obrázek 21 - Rutherfordův model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022)



Obrázek 22 - Bohrův model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022)



Obrázek 23 - Kvantově mechanický model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022)

#### Struktura vyučovací hodiny:

Na začátku vyučovací hodiny proběhlo krátké opakování předchozího tématu – stavby atomu. Žákům jsem promítla na tabuli ještě jednou animaci, se kterou minulou hodinu pracovali. Poté se žáci rozdělili do skupin po třech nebo po čtyřech a s animacemi pracovali ve skupinách. K dispozici měli stručný pracovní list (viz příloha č. 2) a jejich úkolem bylo zhlédnout animace s prvky AR a s pomocí průvodního textu popsat vývoj modelů atomu a srovnat jednotlivé modely atomu s tím, se kterým jsme pracovali minulou hodinu. V další části hodiny jsme diskutovali jejich nabyté znalosti, a také jsem pokládala otázky, které vedly k doplnění informací. Poté měli žáci určit název atomu prvku u prvních třech animací. V závěru hodiny jsme shrnuli zmíněné poznatky.

#### Třída A

Druhá hodina ve třídě A proběhla 30.11. a zúčastnilo se 20 žáků – 12 chlapců a 8 dívek. Žáci se rozdělili do pěti skupin po čtyřech a každá skupina dostala tablet a malý pracovní list s kresbou, průvodním textem bez otázek. Nejprve se žáci přihlásili do aplikace, s čímž neměla žádná skupina problém. Po úspěšném přihlášení do aplikace dostali žáci za úkol zhlédnout animace s prvky AR a porovnat různé modely atomu s tím, se kterým pracovali minulou hodinu. Dalším úkolem bylo zamyslet se nad tím, jak vznikl „druhý“ název pro jednotlivé modely atomu.

Po přihlášení jednotlivých skupin do aplikace jsem žáky opět nechala pracovat převážně samostatně a komunikovat ve skupině. Čtyři skupiny začaly jednotlivé animace prohlížet a srovnávat je s tou z minulé hodiny. Žáci společně komunikovali a své poznatky si zapisovali heslovitě do sešitu. Jedna skupina žáků jen rychle přepínala z jedné animace na druhou. Ke skupině jsem šla a zeptala jsem se jich, jestli pochopili zadání. „*My prostě nevíme, jaké je mezi nima rozdíl.*“ odpověděl žák dané skupiny (AŽ14). Přepnula jsem na první animaci a ptala jsem se, jaký vidí rozdíl mezi Thomsonovým modelem atomu a modelem, který byl v animaci předešlou hodinu. „*Třeba, že ty elektrony se nehýbou?*“ (AŽ20) „*Nebo že těch elektronů tam bylo víc než tady.*“ (AŽ16). Žákům jsem vysvětlila, že nám jde celkově o zobrazení modelu atomu, ne o druh atomu, tedy o počet jednotlivých částic. Žáci začali pracovat a já jsem procházela mezi jednotlivými skupinami. U všech jsem si všimla, že mají napsanou absenci neutronů a všude jen jeden proton. U každé skupiny jsem se zastavila a vysvětlila jsem jim, že v animaci není zobrazen proton, ale celé jádro (na rozdíl od předchozí animace). Na aktivitu jsem nechala žákům 10 minut.

Po uplynutí časového limitu jsme společně probírali, co si žáci z jednotlivých animací osvojili. Reakce žáků na první animaci: „*Ta byla úplně divná, v protonu, nebo teda v tom jádře byly elektrony a nic víc. V obalu nebylo nic.*“ (AŽ6) „*Elektrony se nepohybovaly.*“ (AŽ4) „*Elektronů tam je deset.*“ (AŽ5). Nikdo další k prvnímu modelu atomu nic neměl. Znovu jsem zdůraznila, že nám nejde o počet elektronů, že se jedná pouze o jiné druhy modelů atomu. Žákům jsem dovysvětlila princip Thomsonova modelu atomu a poté jsem žáky ještě nechala zapřemýšlet nad tím, proč se mu říká pudinkový model. „*Protože to vypadá jako pudink.*“ (AŽ7) „*Protože je to rosolový.*“ (AŽ16) „*Vždyť takhle přece vůbec pudink nevypadá ne? Nebo že je v tom nějaká čokoláda?*“ (AŽ8). Žákům jsem ukázala na obrázku anglický pudink, abychom to mohli porovnat a přešli jsme na druhou animaci.

Reakce žáků na druhou animaci: „*Tady je už rozdělený jádro a obal.*“ (AŽ1) „*Jádro je kladně nabitě a v obalu jsou elektrony.*“ (AŽ20) „*Počet protonů a elektronů není stejný. Proton je jeden, elektrony jsou tři a nejsou tam neutrony.*“ (AŽ2) „*Vždyť říkala, že to není proton, ale to jádro.*“ reagovala žákyně (AŽ7) druhé skupiny. „*Planetární, protože je to jako planety okolo Slunce, kde je jádro Slunce a elektrony planety.*“ (AŽ3) „*Elektrony*

*obíhají po kružnicích, nebo jako takových placatých kružnicích.*“ (AŽ9). Společně jsme shrnuli veškeré poznatky o Rutherfordově modelu a přešli jsme ke třetímu modelu.

Reakce žáků na třetí animaci: *„Kladně nabitě jádro, záporně nabitý obal.“* (AŽ15) *„Elektrony se pohybují po kružnicích.“* (AŽ22) *„Jsou od sebe stejně daleko ty jednotlivé kružnice.“* (AŽ6) *„I ty elektrony jsou od sebe stejně daleko.“* (AŽ8) *„Pohybují se přibližně stejně rychle.“* (AŽ5) *„A co znamená to „kvantový“?“* (AŽ2). Zde na sebe jednotlivé skupiny reagovaly. *„Kvantový, kvantitativní, to jsme měli, to je ta barva, velikost atd.“* (AŽ4) *„To je kvalitativní.“* (AŽ20) *„Kvantitativní je vyjádřený číselně ne? Když je něčeho kvanta, tak je toho hodně. Takže asi že je tam hodně jednotlivých vrstev? Nebo elektronů?“* (AŽ8). Se žáky jsme došli k tomu, proč se modelu říká kvantový, shrnuli jsme jednotlivé poznatky a přešli jsme na poslední model atomu.

Reakce žáků na čtvrtou animaci: *„Tohle totálně nechápu, je to úplně blbost.“* (AŽ14). Ostatní skupiny mlčely, tak jsem je vyzvala, ať alespoň popíší, co na animaci vidí. *„Kladně nabitě jádro, záporný obal.“* (AŽ15) *„V obalu je strašně moc elektronů, to je nějaký Unununium.“* (AŽ20) *„Pohybují se dokola okolo jádra, ale ne tak úplně po kružnicích jako v předešlém.“* (AŽ7) *„Čím jsou dál, tím jsou pomalejší.“* (AŽ4). Žáky jsem odkázala zpět na přečtení průvodního textu. Atom v poslední animaci reálně nemá tolik elektronů – co to tedy vyjadřuje? *„Jo, takže to, co je modrý, to je orbital, takže tam třeba nějaké elektrony jsou, ale třeba taky ne.“* (AŽ8) *„A rozdíl mezi tím předešlým je ten, že to je až moc dokonalý.“* (AŽ17).

## Třída B

Druhá hodina ve třídě B proběhla 29.11. a zúčastnilo se 19 žáků – 11 chlapců a 8 dívek. Žáci se rozdělili do čtyř skupin po čtyřech a jedné skupiny po třech a každá skupina dostala tablet se stručným pracovním listem s kresbou a průvodním textem bez otázek. Nejprve se žáci přihlásili do aplikace, s čímž neměla žádná skupina problém. Po úspěšném přihlášení do aplikace dostali žáci za úkol zhlédnout animace s prvky AR a porovnat různé modely atomů s tím, se kterým pracovali minulou hodinu.

Po přihlášení skupin do aplikace jsem žáky nechala pracovat samostatně a komunikovat ve skupině. Skupiny začaly animace prohlížet a srovnávat je s tou z minulé hodiny. Pro žáky



bylo zajímavé přepínat z jedné animace na druhou, zastavila jsem se celkem u třech skupin, které přepínali bezmyšlenkovitě mezi jednotlivými animacemi. Skupinám jsem tedy znovu zopakovala zadání a navedla jsem je k samostatné práci. Při procházení mezi jednotlivými skupinami jsem si všimla, že mají jednotlivé skupiny u modelů napsán rozdílný počet protonů a elektronů. Žáci považovali jádro za proton. Upozornila jsem je na to, že v těchto animacích nejsou vyznačeny protony, ale kladná část atomu vyjadřuje celé jádro. Na porovnání modelů atomů měli žáci 10 minut.

Po uplynutí časového limitu jsme společně probírali poznatky jednotlivých skupin. Reakce žáků na první animaci: „*Jsou tam elektrony.*“ (BŽ21) „*Elektrony jsou bez hýbání.*“ (BŽ4) „*Je tam deset elektronů.*“ (BŽ22) „*Když je to červený celý jádro, tak v tom případě jsou elektrony v jádře a celý atom je vlastně jen jádro.*“ (BŽ1) „*Takže nemá žádnéj obal.*“ (BŽ13). Společně jsme shrnuli Thomsonův model atomu a žáků jsem se zeptala, proč si myslí, že se mu říká pudinkový model. Žáci mlčeli, žádná skupina k tomu neměla nic napsaného. „*Protože Thomson měl rád pudink.*“ (BŽ4), zazněla jediná odpověď. Žákům jsem tedy ukázala na obrázku anglický pudink a pokračovali jsme druhou animací.

Reakce žáků na druhou animaci: „*Je tu méně elektronů.*“ (BŽ15). První reakce se týkala počtu elektronů. Žáky jsem upozornila, že nám nejde o druh atomu, ale o jeho složení. „*Elektrony jsou v pohybu.*“ (BŽ2) „*Elektrony už jsou v obalu okolo jádra.*“ (BŽ10) „*A pohybují se po .. takových jako kružnicích.*“ (BŽ19) „*Po elipsách.*“ (BŽ11), reagoval na odpověď žák z vedlejší skupiny. Další má otázka směřovala k tomu, proč se modelu říká planetární. „*Je to jako heliocentrismus.*“ (BŽ11). U několika žáků jsem viděla v obličejích zmatek, takže jsem žáka ještě vyzvala k rozvedení toho, co to vlastně je. „*Že planety obíhají okolo Slunce, tak tady je to to samý. Akorát místo Slunce je jádro a místo planet elektrony.*“ (BŽ11). Po shrnutí Rutherfordova modelu jsme přešli ke třetí animaci.

Reakce žáků na třetí animaci: „*My tady máme, že je tahle animace vlastně skoro stejná jako ta, se kterou jsme dělali minule.*“ (BŽ7). Ostatní skupiny mlčely, tak jsem je vyzvala, ať řeknou, na co přišly, co z animace vypožorovaly. „*My to máme blbě, tady máme, že je tady jedenáct elektronů, ale to jsme pak říkali, že je to jedno.*“ (BŽ20) „*My tu taky máme, že je to stejný až na to jádro, tam nevidíme, ale asi je to stejnej model.*“ (BŽ1). Na otázku druhého názvu modelu atomu neměla odpověď žádná skupina. Pokusila jsem se žáky dovést alespoň

k významu slova kvantum. Poté jsme shrnuli Bohrov model atomu a přešli jsme k poslední animaci.

Reakce žáků na čtvrtou animaci: „*Tohle je nějaký superprvek, to je úplně mimo.*“ (BŽ7) „*V tom textu je něco o orbitalech, což by mělo být něco, kde se asi elektron vyskytuje. Takže tolik elektronů nemá, jenom se prostě neví, kde jsou. Můžou být tady, tady, tady.*“ (BŽ21) „*Co? Kde jsi to zase vzal?*“ ptala se nechápavě spolužačka (BŽ3). „*V tom textu na konci je to napsaný.*“ (BŽ21) „*Aha, já ten text vůbec nečetla.*“ (BŽ3) „*Já taky ne.*“ reagovali další (BŽ12, BŽ6, BŽ4, BŽ11). Ze zvědavosti jsem se žáků zeptala, kdo si přečetl úvodní text k animaci. Přihlásil se pouze jeden žák (BŽ21).

### Třída C

Druhá hodina ve třídě C proběhla 30.11. a zúčastnilo se 19 žáků – 10 chlapců a 9 dívek. Žáci se rozdělili do čtyř skupin po čtyřech a jedné skupiny po třech a každá skupina dostala tablet a stručný pracovní list bez otázek. Žákům přihlášení do aplikace nedělalo problém a po úspěšném přihlášení dostali za úkol zhlédnout čtyři animace s prvky AR a porovnat různé modely atomů s tím, se kterým pracovali minulou hodinu. Vzhledem k tomu, že výuka ve třídě C probíhala jako poslední, ihned ze začátku jsem sledovala, jestli žáci budou kladně nabité jádro zaměňovat s protonem. Dopředu jsem je na to však neupozornila.

Žáci začali pracovat ve skupinách. Všechny skupiny se pustily do porovnávání a diskuze mezi sebou. Procházela jsem jednotlivé skupiny a dívala jsem se, co si zaznamenávají. U prvních dvou skupin jsem si všimla, že mají zaznamenanou absenci neutronů a jen jeden proton v jádře, skupinám jsem tedy vysvětlila, že se jedná o celé jádro. Postupně jsem si všimla, že tuto informaci měly zaznamenanou i ostatní skupiny. Žáci už neměli takovou tendenci si mě nebo paní asistentku volat k sobě na pomoc a snažili se spolupracovat ve skupině.

Po uplynutí časového limitu jsme postupně mluvili o jednotlivých modelech atomu. Reakce žáků na první animaci: „*Stejný je to, že jsou tam elektrony a že je to kulatý, ale to je asi tak všechno.*“ (CŽ5) „*Elektrony se nepohybují*“ (CŽ1) „*V jádru nejsou protony a neutrony, ale jsou tam elektrony.*“ (CŽ20) „*Když tam nejsou protony, tak ten atom bude mít záporný náboj podle těch elektronů.*“ (CŽ11). Žákům jsem shrnula princip Thomsonova modelu atomu a

poté jsem žáky nechala přemýšlet nad tím, proč se mu říká pudinkový model. „*Je to podobný pudinku.*“ (CŽ15) „*Jo? A jakýmu?*“ reagovala žákyně (CŽ12) nesouhlasně. „*No tak v něm prostě něco plave.*“ (CŽ15), obhajoval svou tezi žák. První model atomu jsme ukončili obrázkem anglického pudinku a jeho porovnáním s Thomsonovým modelem atomu.

Reakce žáků na druhou animaci: „*Tady je to jasný, planetární, jako planety okolo Slunce.*“ (CŽ3) „*Elektrony se už pohybují.*“ (CŽ7) „*A nejsou v jádře, ale v obalu.*“ (CŽ2) „*Elektrony jsou v jednotlivých vrstvách.*“ (CŽ16) „*Ale oproti tomu minulému modelu nejsou kulatý úplně.*“ (CŽ1) „*My tady ještě máme, že jádro je kladně nabitě a v obalu jsou elektrony.*“ (CŽ13). Po shrnutí informací z druhé animace jsme pokračovali Bohrovým modelem atomu.

Reakce žáků na třetí animaci: „*Kladně nabitě jádro, záporný obal.*“ (CŽ7) „*Elektrony se pohybují po kružnicích.*“ (CŽ15) „*Má víc vrstev než planetární.*“ (CŽ6). Zde jsme si museli upřesnit, proč má více vrstev a že se jedná pouze o atom jiného prvku. „*Ty jednotlivé vrstvy mají mezi sebou stejnou vzdálenost.*“ (CŽ5) „*I elektrony mají mezi sebou stejnou vzdálenost.*“ (CŽ18) „*A proč je to kvantový? To mohl být taky planetární ne?*“ (CŽ11) „*Kvantová mechanika, to bude něco chytrýho.*“ (CŽ12). Společně se žáky jsme došli k tomu, proč se modelu říká kvantový. Poté jsme shrnuli základní princip Bohrova modelu atomu a přešli jsme ke čtvrté animaci.

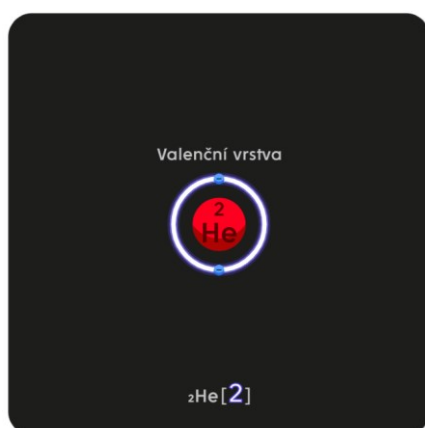
Reakce žáků na čtvrtou animaci: „*No, tak tady u toho máme jen, že je tam jádro kladně nabitý a pak obal se spoustou elektronů.*“ (CŽ3) „*Elektrony jsou v pohybu.*“ (CŽ2) „*No ale už to není po kružnicích.*“ (CŽ9) „*Já bych řekla, že je, akorát ne tak úplně, jako takhle.*“ (CŽ18). Žákyně ukazovala prstem kmitavý pohyb elektronů. Další návrhy žáci k poslednímu modelu atomu neměli. Zeptala jsem se, co v animaci představují modré tečky, když tolik elektronů žádný prvek nemá. Žáci mlčeli, proto jsem je znovu odkázala na přečtení textu. Po chvíli se hlásil první žák. „*Ta modrá část, kde je teda těch x elektronů, tak ty se říká... moment, orbital. A tam se ty elektrony nejspíš vyskytují, ale my nevíme, kde přesně momentálně jsou nebo nejsou.*“ (CŽ1). Se žáky jsme shrnuli animaci posledního modelu atomu.

Shrnutí realizace druhé vyučovací hodiny s využitím animací s prvky AR:

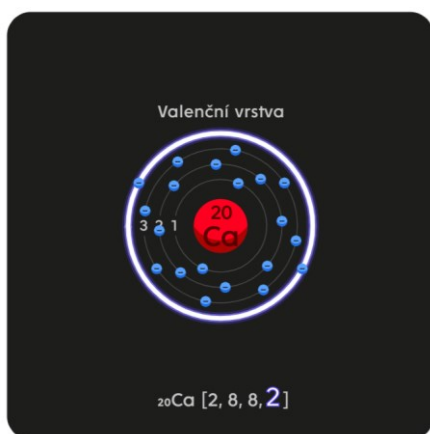
Cílem aktivity bylo porovnání jednotlivých modelů atomu, seznámení a následné okomentování jeho vývoje a srovnání s nejpoužívanějším Bohrovým modelem atomu. Žáci ve větších skupinách pracovali lépe než ve dvojicích a jednotlivé skupiny na sebe dobře reagovaly (převážně ve třídě C). Společnou potíží všech tříd bylo jádro jednotlivých atomů, kdy bylo vyznačeno totožně jako proton v animaci „Struktura atomu“. Žáci měli tendenci označovat modely za nepřesné kvůli absenci neutronů a také, že je v atomu vždy jen jeden proton. Také jednotlivé modely označovali za rozdílné z důvodu různého počtu elektronů, kdy jsme si ve všech třídách museli ujasnit, že to není rozdíl v modelu atomu, ale ve druhu atomu. Problém mohla způsobit animace z první hodiny, kdy byl atom předveden Bohrovým modelem, a až poté byly žákům představeny čtyři po sobě jdoucí modely. Žákům by bylo vhodnější nejprve představit vývojově starší modely atomu, tedy prohodit první dvě kapitoly. Potíže s posledním modelem atomu žákům dělal převážně proto, že si nepřčetli text k animaci.

## 2.5 Třetí vyučovací hodina

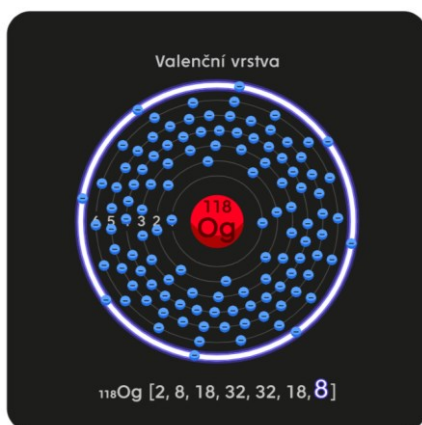
Na třetí vyučovací hodinu s tématem Obal atomu byla využita animace s prvky AR z knihy *Atomy a prvky – Atomová teorie – Atomový obal*. Ty obsahují celkem tři animace. V animacích je ukázáno zaplňování jednotlivých vrstev obalu atomu elektrony, a nakonec je výrazně vyznačena valenční vrstva. V první animaci je ukázán atom helia, ve druhé animaci atom vápníku a ve třetí animaci je atom prvku oganesson.



Obrázek 24 - Obal atomu He – animace (Aplikace VividBooks, 2022)



Obrázek 25 - Obal atomu Ca – animace (Aplikace VividBooks, 2022)



Obrázek 26 - Obal atomu Og – animace (Aplikace VividBooks, 2022)

### Struktura vyučovací hodiny:

Hodina začala krátkým zopakováním struktury atomu, rozdělením na jádro a obal a krátký rozbor jádra atomu. Aplikace byla použita v druhé části vyučovací hodiny, která se zaměřila na obal atomu. Žáci dostali pracovní list s průvodním textem a animací s prvky AR (viz příloha č. 3). Na tabuli byly promítnuty otázky, na které měli žáci odpovědět. Otázka 1: Kde se podle tebe v atomu nachází valenční elektrony? Otázka 2: Kolik valenčních elektronů mají jednotlivé atomy v animaci? Otázka 3: Kolik valenčních elektronů může atom maximálně mít? Otázka 4: Jaká je maximální kapacita elektronů v první, ve druhé a ve třetí vrstvě? Žáci pracovali ve skupinách po třech nebo po čtyřech. Po zodpovězení otázek měli žáci do sešitu nakreslit strukturu elektronového obalu u čtyř atomů – lithia, vodíku, síry a chloru. U každého prvku dále určili počet vrstev obalu, počet valenčních elektronů a postavení v tabulce – skupinu a periodu a měli se zamyslet, jak stavba obalu atomu souvisí

s postavením prvku v periodické tabulce prvků. Na konci hodiny proběhlo souhrnné zopakování látky.

#### Třída A

Třetí hodina ve třídě A proběhla 7.12. a zúčastnilo se 15 žáků – 8 chlapců a 7 dívek. Žáci vytvořili trojice a každá skupina obdržela pracovní list a tablet. Než se žáci přihlásili do aplikace, spustila jsem na tabuli otázky k animacím. Jednotlivé skupiny jsem procházela a sledovala jsem jejich odpovědi, popřípadě dopomohla, pokud si někdo nevěděl rady. Jako první se hlásila jedna skupina, která nevěděla hned první otázku. Nechala jsem je spustit ještě jednou první animaci a jen jsem se ptala: Co se tam děje? „*Jsou tam dva elektrony u helia.*“ odpověděla žákyně (AŽ3). A nic víc tam není vyznačené? „*Svíí tam ta vrstva a je tam napsáno valenční vrstva.*“ (AŽ3). Přepnula jsem na druhou animaci a pokračovala jsem stejnými otázkami. „*Vápník, má dvacet elektronů a zase je tam vyznačená ta valenční vrstva.*“ (AŽ3). Totéž jsem zopakovala u poslední animace. „*Tady Og, to nevím, jak se jmenuje, ale zase je tam vyznačená ta valenční vrstva.*“ (AŽ3). Zeptala jsem se žáků, jestli už vědí odpověď na první otázku. „*Takže jsou to vždycky jen ty poslední elektrony.*“ (AŽ3). Žákyně se ujistila, že animaci pochopila a pokračovala jsem k další skupině. U další skupiny jsem si všimla, že mají špatný počet valenčních elektronů ve druhé otázce. Kde jsou valenční elektrony? „*V obalu.*“ (AŽ20). Žáky jsem vyzvala, aby se ještě jednou podívali na všechny animace a zjistili, kde přesně se nachází valenční elektrony a zkusili své odpovědi opravit. Když měly všechny skupiny odpovědi na otázky, společně jsme je zkontrolovali.

Otázka 1: Kde se podle tebe v atomu nachází valenční elektrony?

„*V obalu.*“ (AŽ9) „*Ve valenční vrstvě.*“ (AŽ7) „*V té vrstvě úplně na konci.*“ (AŽ20).

Otázka 2: Kolik valenčních elektronů mají jednotlivé atomy v animaci?

„*Helium má dva, vápník taky dva a ten poslední, oganesson má osm.*“ (AŽ6). U této otázky jsem se žáků ještě doptala, jak k této informaci přišli. „*Spočítali jsme vždycky ty elektrony ve valenční vrstvě. V tý vyznačený.*“ (AŽ19) „*A taky to tam bylo napsané dole, kolik a ve kterých vrstvách je elektronů.*“ (AŽ8).

Otázka 3: Kolik valenčních elektronů může atom maximálně mít?

„*Osm.*“ (AŽ17).

Otázka 4: Jaká je maximální kapacita elektronů v první, ve druhé a ve třetí vrstvě?

„V první dva, ve druhé osm a ve třetí osmnáct.“ (AŽ5) „A u té třetí vrstvy jsou výjimky, protože atomy do dvacítky mají ve třetí vrstvě 8 elektronů a nad dvacet už 18.“ (AŽ17). Opět jsem se ptala, kde tuto informaci našli. „V tom textu to je.“ (AŽ4)

Když jsme si objasnili zaplňování jednotlivých vrstev obalu elektrony, dostali žáci za úkol ve skupině nakreslit elektronový obal čtyř atomů – Li, H, S, Cl. Žáci k aktivitě mohli používat animace a PSP. Čtyři z pěti skupin používalo k nakreslení elektronového obalu aplikaci. Poslední skupina čerpala z odpovědí ze sešitu. Postupně jsem jednotlivé skupiny obcházela a kontrolovala jsem, jestli atomy zakreslují správně. Žádná skupina se zakreslováním neměla problém. Tři skupiny se ujišťovaly, jestli mají správně zakreslený vodík, protože v animacích byla vždy první vrstva zaplněna dvěma elektrony. Jejich nákresy ale byly správné.

Třída B

Třetí hodina ve třídě B proběhla 1.12. a zúčastnilo se 17 žáků – 9 chlapců a 8 dívek. Žáci vytvořili tři trojice a dvě čtveřice a každá skupina obdržela pracovní list a tablet. Než se žáci přihlásili do aplikace, spustila jsem na tabuli otázky k animacím. Jednotlivé skupiny jsem procházela a koukala jsem na jejich odpovědi. Žáci si s animacemi poradili velice dobře, jen u jedné skupiny jsem si všimla špatného určení počtu valenčních elektronů ve druhé otázce. Na co se vás ptá ta otázka dvě? „Kolik elektronů je v obalu.“ (BŽ10) „Kolik valenčních elektronů.“ (BŽ6) „A jo, tak to bude takhle.“ (BŽ10). Žák škrtnul u vápníku číslo 20 a přepsal ho na číslo 2. Po dokončení práce jsme společně zkontrolovali odpovědi na jednotlivé otázky.

Otázka 1: Kde se podle tebe v atomu nachází valenční elektrony?

„Ve valenční vrstvě.“ (BŽ2). Zeptala jsem se žáků na upřesnění, kde se tedy nachází přesně ta valenční vrstva. „Je to ta poslední.“ (BŽ1).

Otázka 2: Kolik valenčních elektronů mají jednotlivé atomy v animaci?

„Dva, dva, osm.“ (BŽ11). U této otázky jsem se žáků ještě doptala, jak k této informaci přišli. „Dole jak jsou napsané ty čísla, tak valenční elektrony byly ty poslední a když se

*vyznačila silně valenční vrstva, tak se vyznačilo i tohle číslo.*“ (BŽ7). Kdyby tam ta čísla nebyla, jak bychom k tomu počtu mohli ještě přijít? „*Normálně bychom to spočítali.*“ (BŽ3).

Otázka 3: Kolik valenčních elektronů může atom maximálně mít?

„*Osm.*“ (BŽ16).

Otázka 4: Jaká je maximální kapacita elektronů v první, ve druhé a ve třetí vrstvě?

„*Dva, osm a ve třetí tam bylo buďto osm nebo osmnáct, podle protonového čísla atomu.*“

(BŽ10) „*Do dvaceti elektronů je to osm a potom už osmnáct.*“ (BŽ19). Opět jsem se ptala, kde tuto informaci našli. „*V druhé polovině textu, skoro na konci.*“ (BŽ16).

Když jsme si objasnili zaplňování jednotlivých vrstev obalu elektrony, dostali žáci za úkol ve skupině nakreslit elektronový obal čtyř atomů – Li, H, S, Cl. Žáci k aktivitě mohli používat animace a PSP. Čtyři ze šesti skupin používaly k nakreslení elektronového obalu aplikaci. Zbylé dvě skupiny se koukaly do sešitu, kde měly napsaný maximální počet elektronů v jednotlivých vrstvách elektronového obalu. Postupně jsem jednotlivé skupiny obcházela a kontrolovala jsem, jestli atomy zakreslují správně. U první jsem se zastavila, protože neměla správně zakreslený atom vodíku (měli dva elektrony v první vrstvě). Kolik protonů má vodík? „*Jeden.*“ (BŽ4). A když má jeden proton, jak je možné, že má dva elektrony? „*Protože v první vrstvě jsou vždycky dva.*“ (BŽ4). Vždycky? „*Ve všech těch animacích tam byly dva, tak jsme si mysleli, že tady budou taky, jinak by tam měl mít jen jeden.*“ (BŽ5). Se skupinou jsme si vysvětlili, proč všechny předchozí atomy měly v první vrstvě dva elektrony, a že jsme si řekli maximální počet na jednotlivých vrstvách. Další jedna skupina se zeptala, jestli mají vodík správně, a správně ho měli.

## Třída C

Třetí hodina ve třídě C proběhla 1.12. a zúčastnilo se 17 žáků – 10 chlapců a 7 dívek. Žáci vytvořili tři trojice a dvě čtveřice a každá skupina obdržela pracovní list a tablet. Než se žáci přihlásili do aplikace, spustila jsem na tabuli otázky k animacím. Po zahájení práce jsem jednotlivé skupiny procházela a dívala jsem se na jejich odpovědi. Dvě skupiny si mě k sobě po chvíli zavolaly, protože se chtěli ujistit, jestli postupují dobře. Žáci v první skupině neměli nic napsáno, ale zeptali se mě, jestli je počet valenčních elektronů totéž jako počet elektronů. Se žáky jsem prošla jednotlivé animace, kde byla vždy vyznačena valenční vrstva a zeptala jsem se, kde se budou nacházet valenční elektrony. „*Jenom v té poslední vrstvě, které je tam*



označena.“ (CŽ9) „*Takže helium má prostě dva valenční elektrony a vápník taky.*“ (CŽ5). Dále jsem žáky nechala pracovat samostatně a přešla jsem ke druhé skupině, která se hlásila. Ti měli počet valenčních elektronů určen správně, jen se chtěli ujistit, že zadání pochopili. U další skupiny jsem si všimla, že mají špatný počet valenčních elektronů ve druhé otázce a odpověď na první otázku měli jen „v obalu“. Žáky jsem vyzvala, aby se ještě jednou podívali na animace a zjistili, kde přesně se nachází valenční elektrony a zkusili své odpovědi opravit. Po skončení časového limitu jsme společně odpovědi zkontrolovali.

Otázka 1: Kde se podle tebe v atomu nachází valenční elektrony?

„*Ve valenční vrstvě.*“ (CŽ1) „*V té poslední, která tam svítí.*“ (CŽ18).

Otázka 2: Kolik valenčních elektronů mají jednotlivé atomy v animaci?

„*První animace dva, druhá dva a poslední osm.*“ (CŽ3). U této otázky jsem se žáků zeptala, jak k této informaci přišli. „*Je to počet elektronů v té krajní vrstvě.*“ (CŽ9).

Otázka 3: Kolik valenčních elektronů může atom maximálně mít?

„*Osm.*“ (CŽ6).

Otázka 4: Jaká je maximální kapacita elektronů v první, ve druhé a ve třetí vrstvě?

„*První vrstva dva, druhá osm a ta třetí se nějak rozděluje, ale maximálně může mít osmnáct.*“ (CŽ7) „*No ale jenom pokud má víc než dvacet elektronů, jinak má jen osm, jako ta druhá vrstva.*“ (CŽ5). Opět jsem se ptala, kde přišli na odpovědi u posledních dvou otázek. „*Je to napsaný v tom textu.*“ (CŽ5).

Po objasnění zaplňování jednotlivých vrstev obalu atomu elektrony dostali žáci za úkol ve skupině nakreslit elektronový obal čtyř atomů – Li, H, S, Cl. Žáci k aktivitě mohli používat animace a PSP. Všechny skupiny použily k nakreslení elektronového obalu aplikaci. Postupně jsem jednotlivé skupiny obcházela a kontrolovala jsem, jestli jednotlivé obaly atomů zakreslují správně. Jednotlivé skupiny si se zakreslováním poradily dobře, jen se tři skupiny ujišťovaly, jestli postupují dobře. Opět největší potíží byl atom vodíku. Dvě skupiny měly u vodíku dva elektrony a vysvětlily to tím, že první vrstva se zaplňuje dvěma elektrony. Chybu jsme si objasnili, se zbylými nákresey skupiny neměly problém.

Shrnutí realizace třetí vyučovací hodiny s využitím animací s prvky AR:

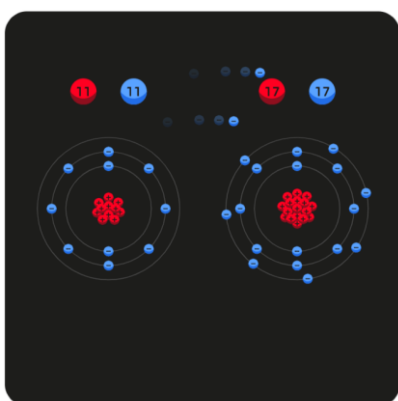
Cílem aktivity bylo poznání a pochopení zaplňování jednotlivých vrstev obalu atomu elektrony a seznámení s pojmem valenční vrstva a valenční elektrony. Žákům jednotlivé otázky nedělaly větší potíže. Někteří žáci zaměňovali valenční elektrony s celkovým počtem elektronů. U potíží při animaci ji stačilo jen žákům pustit ještě jednou a krok po kroku se ptát, co nám ukazuje. Nakonec jsem nemusela nikomu vyloženě vysvětlovat, co je to valenční vrstva nebo valenční elektron. S pomocí animací žáci dokázali nakreslit obaly atomu lithia, chloru a síry. U atomu vodíku měli někteří žáci v první vrstvě dva elektrony, protože se domnívali, že v první vrstvě musí být zaplněna vždy dvěma elektrony.

## 2.6 Čtvrtá vyučovací hodina

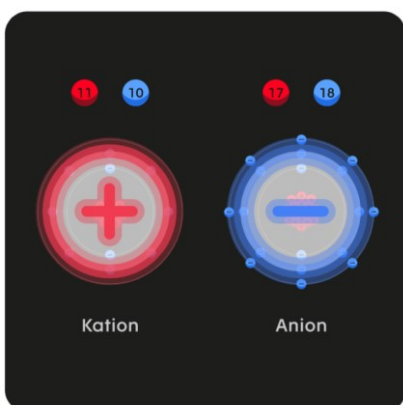
Na čtvrtou vyučovací hodinu s tématem Vznik iontů byla využita animace s prvky AR z knihy Atomy a prvky – Atomová teorie – Ionty. Ionty obsahují celkem dvě animace. V první animaci je ukázán vznik iontů při česání vlasů a jeho důsledek přitahování vlasů k hřebenu. Druhá animace ukazuje vznik aniontu a kationtu s využitím Bohrova modelu atomu sodíku a chloru.



Obrázek 27 - Vznik iontů česáním vlasů – animace (Aplikace VividBooks, 2022)



Obrázek 28 – Vznik iontů přesunem elektronu – animace (Aplikace VividBooks, 2022)



Obrázek 29 - Vznik aniontu a kationtu – animace (Aplikace VividBooks, 2022)

Struktura vyučovací hodiny:

Hodinu jsme začali společným opakováním charakteristik atomu – elektricky neutrální, protonové číslo, počet protonů a elektronů v atomu, jejich náboje atd. Po zopakování jsem žákům pustila na tabuli první animaci a vyzvala jsem je, ať zkusí vysvětlit, co se asi v průběhu animace děje. Poté žáci dostali do dvojic stručný pracovní list (viz příloha č. 4) s tabletem a jejich úkolem bylo podívat se na druhou animaci – přesun elektronu, seznámení s pojmy anion a kation a jejich vznik. Práci žáků doprovázely otázky: Atomy kterých prvků jsou v animaci? Co animace popisuje? Jakými způsoby můžeme atom narušit? Co se při tom děje? Po shrnutí vzniku iontů jsme udělali krátký zápis a rovnicí jsme zapsali vznik iontů z animace. Nakonec měli žáci za úkol pomocí kartiček s elektrony a nákresem jednotlivých vrstev obalu atomu poskládat elektronový obal kyslíku, a poté síry, a z nich udělat ionty  $O^{2-}$  a  $S^{6+}$ . Dále určit počet jejich protonů a elektronů, zapsat rovnicí a ionty pojmenovat. Hodina končila závěrečným shrnutím.

## Třída A

Čtvrtá hodina ve třídě A proběhla 14.12. a zúčastnilo se 13 žáků – 5 chlapců a 8 dívek. První animaci jsem žákům pustila na tabuli. „*To jsme dělali nějak loni ve fyzice, akorát s balonkem.*“ (AŽ17) „*Jo, to je pravda, protože plus a minus se přitahují.*“ (AŽ21). Zeptala jsem se žáků, co to znamená, že „plus a minus se přitahují“. „*Na animaci mají plus ty vlasy a minus hřeben, proto se vlasy lepí na hřeben.*“ (AŽ4). Dále jsem se žáků ptala, jak je možné, že je někde plus a někde minus, když jsme si říkali, že je atom elektricky neutrální neboli má stejný počet protonů a elektronů. „*Jak se češe, tak ty vlasy tam mají nejdřív elektrony, který pak přejdou na hřeben a z těch vlasů se stane to plus.*“ (AŽ4). Co v animaci znázorňuje to plus a minus? Vlasy jsou jak nabitě? „*Plusově.*“ (AŽ15) „*Pozitivně.*“ (AŽ3) „*Kladně.*“ (AŽ7). Z těchto tří možností jsme zvolili poslední řešenou a poslední otázka byla, jak tedy pojmenujeme náboj hřebenu. „*Záporný.*“ (AŽ7).

Poté dostali žáci do dvojic a jedné trojice stručný pracovní list s tabletem a jejich úkol směřoval k druhé animaci. Dvojcím jsem nechala přibližně 5 minut na zhlédnutí animace a zamyšlení se nad otázkami: Atomy kterých prvků jsou v animaci? Co animace popisuje? Jakými způsoby můžeme atom narušit? Co se při tom děje? Jednotlivé skupiny jsem obcházela a dívala jsem se na jejich průběžnou práci.

Po skončení práce ve dvojicích a trojici jsem pustila animaci na tabuli a postupně jsem se ptala jednotlivých skupin, co si zaznamenaly. „*První je sodík a druhý atom je chlor.*“ (AŽ9). Otázka na třídu byla, jestli souhlasí s tím, že na animaci byl sodík a chlor a jak na to přišli. „*Podle počtu protonů a elektronů, první měl jedenáct a druhý sedmnáct.*“ (AŽ5) „*A to najdu v tabulce podle protonového čísla.*“ (AŽ21) „*Ten první předá elektron druhému.*“ (AŽ6) „*Sodík je pak kladně nabitý a chlor záporně.*“ (AŽ3) „*První je kation a druhý anion.*“ (AŽ20) „*První má víc protonů a druhý víc elektronů.*“ (AŽ6). Jakými způsoby tedy můžeme atom narušit? Zeptala jsem se žáků, jestli má někdo odpověď na tuto otázku. „*Tak buďto přidám proton a vznikne kation anebo přidám elektron a vznikne anion.*“ (AŽ14). Opět jsem se obrátila ke třídě, jestli s výrokem souhlasí. Někteří žáci souhlasili. „*Ale tam se žádný proton nepřidával, ne? Jenom se přidal a ubral elektron.*“ (AŽ20). Žákům jsem položila

otázku, co by se stalo, kdybychom přidali sodíku jeden proton. „*Už by to nebyl sodík, protože by to mělo pak jiné protonové číslo.*“ (AŽ5). Poslední otázka na žáky byla, které elektrony se této výměny budou účastnit. „*Valenční.*“ (AŽ7).

#### Třída B

Čtvrtá hodina ve třídě B proběhla 13.12. a zúčastnilo se 18 žáků – 12 chlapců a 6 dívek. První animaci jsem žákům pustila na tabuli a čekala jsem na reakce. „*Češe si vlasy a ty se jí lepí na hřeben.*“ (BŽ5) „*Kvůli elektrický síle, protože tam vznikají náboje a kladný a záporný náboj se přitahují k sobě.*“ (BŽ21). Dále žáci mlčeli, tak jsem jim promítla animaci ještě jednou a chtěla jsem, aby mi ještě řekli něco, co na animaci vidí. „*V průběhu toho česání se tam objeví elektrony a ty se pak přesunou na hřeben.*“ (BŽ6) „*No a potom na konci, jak se přesunou elektrony, tak ten hřeben má záporný náboj a vlasy kladný.*“ (BŽ2).

Poté dostali žáci do dvojic pracovní list s tabletem a jejich úkol směřoval k druhé animaci. Dvojicím jsem nechala přibližně 5 minut na zhlédnutí animace a zamyšlení se nad otázkami: Atomy kterých prvků jsou v animaci? Co animace popisuje? Jakými způsoby můžeme atom narušit? Co se při tom děje? Skupiny jsem postupně obcházela, pokud by někdo potřeboval pomoc.

Po skončení této práce jsem se postupně dvojic ptala, co si zaznamenaly. „*Jedná se o sodík a chlor.*“ (BŽ2). Obrátila jsem se ke třídě, jestli souhlasí s prvním výrokem. Všichni kývali, že ano, tak jsem se ještě zeptala, jak k tomu přišli. „*V tabulce jedenáct je sodík a sedmnáct chlor.*“ (BŽ11) „*My máme, že popisuje vlastně přesun elektronu z jednoho atomu na druhý.*“ (BŽ1) „*Ten, co má kladný náboj, tak je kation a ten, co má záporný náboj, je anion.*“ (BŽ7) „*Atom můžeme narušit tím, že mu přidáme elektron.*“ (BŽ10) „*Nebo ubereme.*“ (BŽ14). Žáků jsem se zeptala, které elektrony atomu sebereme v případě vzniku kationtu. „*To je jedno.*“ (BŽ13). Tvrzení jsem opravila, že to úplně jedno není. „*Jenom ty z poslední vrstvy.*“ (BŽ3). A jak říkáme elektronům v poslední vrstvě? „*Valenční.*“ (BŽ11).

#### Třída C

Čtvrtá hodina ve třídě C proběhla 14.12. a zúčastnilo se 11 žáků – 6 chlapců a 5 dívek. Nejprve jsem žákům pustila první animaci na tabuli. „*To znám, to se mi stává dost často.*“

(CŽ18) „*Máme popsat, co se tam děje?*“ (CŽ15). Žákovi jsem odpověděla, že ano a pokračovali jsme dál. „*Vlasy jsou protony a hřeben elektrony.*“ (CŽ21) „*Jak češe vlasy, tak se tam objeví elektrony a ty pak přejdou na ten hřeben.*“ (CŽ7) „*No a neznamená spíš tohle plus a minus náboje? Protože kladný a záporný náboj se přitahují, proto se lepí ty vlasy na hřeben.*“ (CŽ1). Žákům jsem animaci pustila ještě jednou. Co tedy znamená to plus a minus? „*Elektrony jsou tam totiž vyznačený jako to modrý e na vlasech, takže tohle minus je prostě záporně nabitý.*“ (CŽ1).

Po vyjasnění první animace dostali žáci do dvojic a jedné trojice pracovní list s tabletem a další úkol směřoval k druhé animaci. Skupinám jsem nechala přibližně 5 minut na zhlédnutí animace a zamyšlení se nad otázkami: Atomy kterých prvků jsou v animaci? Co animace popisuje? Jakými způsoby můžeme atom narušit? Co se při tom děje? Skupiny jsem postupně obcházela a sledovala jsem jejich práci.

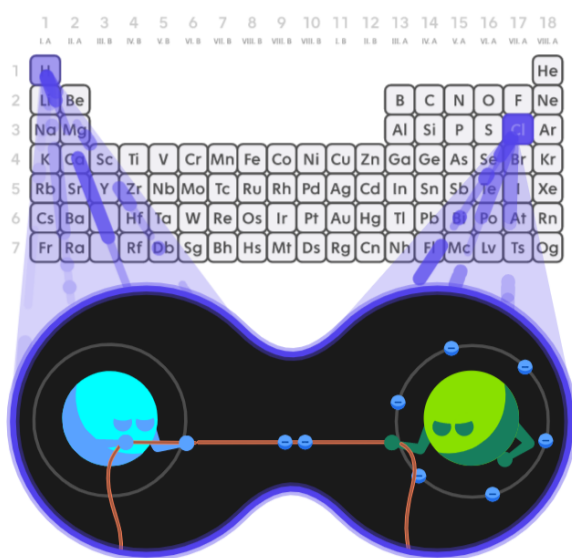
Po skončení práce jsem jednotlivé skupiny vyzvala, ať řeknou, co si zaznamenaly. „*První atom dal elektron druhému atomu.*“ (CŽ16) „*První je kation a druhý je anion.*“ (CŽ8) „*Kation je kladně nabitý, protože má víc protonů a anion je záporně nabitý, protože má víc elektronů.*“ (CŽ1) „*První atom je sodík a ten druhý chlor.*“ (CŽ12). Zeptala jsem se třídy, jak se přišlo na to, že se jedná o sodík a chlor. „*Podle počtu elektronů tady v tabulce.*“ (CŽ7). A nemá na konci animace má sodík jiný počet elektronů? „*Protonů, podle protonů.*“ (CŽ7). Když už žádná skupina nic neříkala, položila jsem zpětně otázku, kterou měli na začátku aktivity: Co animace popisuje? „*No jakoby tu výměnu elektronu.*“ (CŽ1) „*Jak se z atomu stane kation a anion.*“ (CŽ18). Jakými způsoby můžeme tedy atom narušit? „*Že se mezi sebou předají ten elektron.*“ (CŽ12) „*No není pak už stejný počet protonů a elektronů, a tím je to ten kation a anion.*“ (CŽ15). Jak vznikne anion a jak vznikne kation? „*Anion přidáním elektronu a kation přidáním protonu.*“ (CŽ5). Žáci na výrok nereagovali nesouhlasně, tak jsem pustila ještě jednou animaci a zeptala jsem se, jestli opravdu vzniká anion přidáním elektronu a kation přidáním protonu. „*Ne, protony zůstávají, kation totiž vznikne jako ubráním elektronu.*“ (CŽ12). Co by se stalo, kdyby se v atomu změnil počet protonů? „*No už by to nebyl sodík, ale byl by to hořčík, protože protonový číslo 12 má hořčík.*“ (CŽ1). Poslední otázka na žáky byla, které elektrony se této výměny účastní. „*Asi ty z obalu?*“ (CŽ21) „*Spíš ty z valenční vrstvy.*“ (CŽ5).

Shrnutí realizace čtvrté vyučovací hodiny s využitím animací s prvky AR:

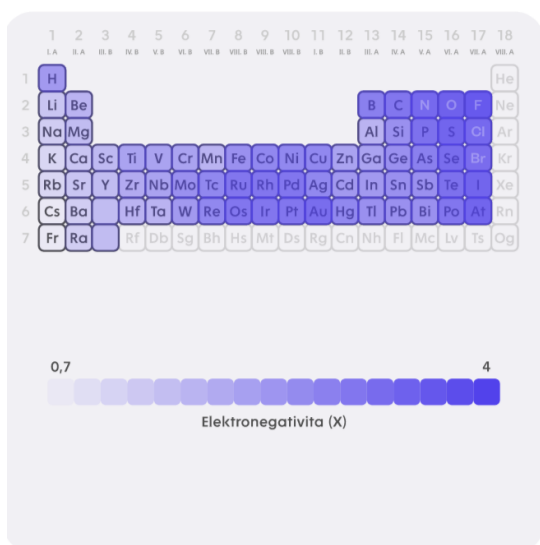
Cílem hodiny bylo pochopení vzniku iontů a seznámení s novými pojmy anion a kation. Žákům animace nedělaly potíže, dobře se v nich vyznali a dokázali je popsat. Menší potíž měli s upřesněním vzniku kationtu, kdy někteří žáci mysleli, že kladný iont vznikne tím, že přidáme kladný náboj. Když jsme si však animaci pustili ještě jednou, svou chybu opravili. Při další aktivitě bez použití aplikace měli žáci vytvořit anion kyslíku a kation síry. Žáci správně vytvořili atomy jednotlivých prvků, ale přibližně polovina dvojic při vzniku aniontu elektrony ubírala, protože je tam  $O^{2-}$ , a při vzniku kationtu naopak. Žákům jsem doporučila, aby si udělali kontrolu pomocí určení výsledného počtu protonů a elektronů. Nejspíš by mohlo žákům pomoci animaci spustit ještě jednou pro kontrolu. Všechny dvojice (nebo trojice) nakonec vznik daných iontů zvládly bez větší pomoci.

## 2.7 Pátá vyučovací hodina

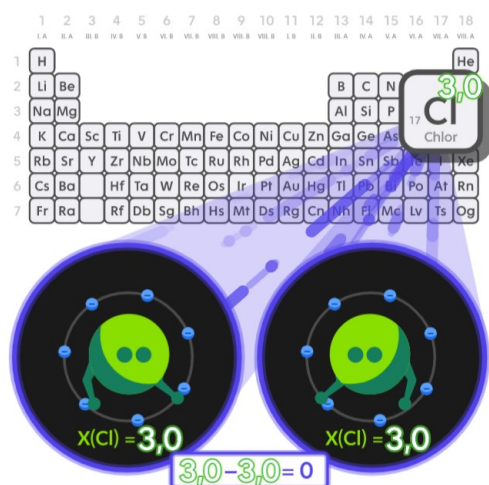
Na pátou vyučovací hodinu s tématem Chemická vazba byly využity animace s prvky AR z knihy Chemická vazba – Elektronegativita, Polární a nepolární chemická vazba a Iontová vazba.



Obrázek 30 - Elektronegativita vodíku a chloru – animace (Aplikace VividBooks, 2023)

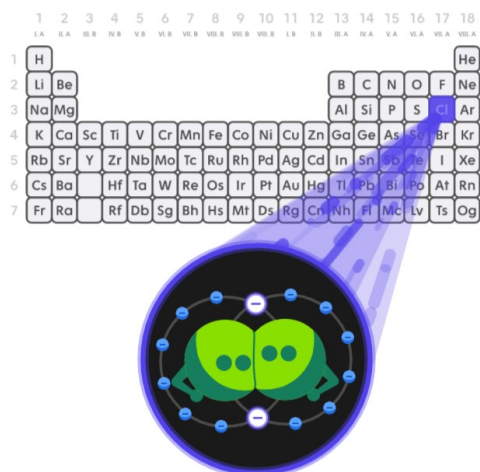


Obrázek 31 - Elektronegativita v PSP – animace (Aplikace VividBooks, 2023)

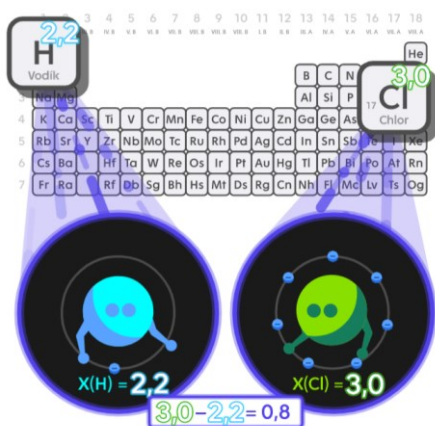


Obrázek 32 - Nepolární vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023)

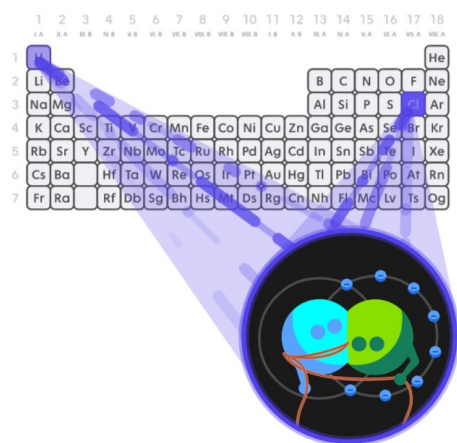




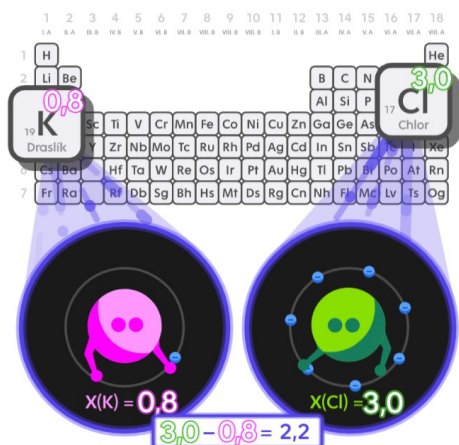
Obrázek 33 - Nepolární vazba  $Cl_2$  – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



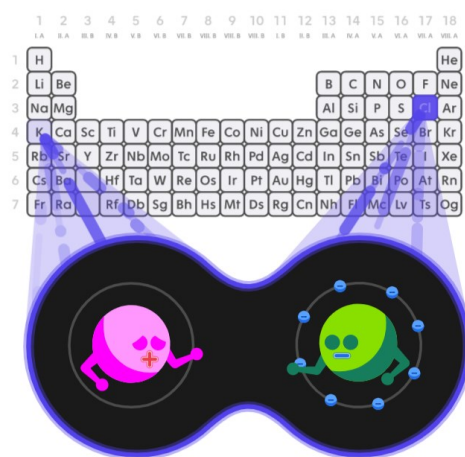
Obrázek 34 - Polární vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



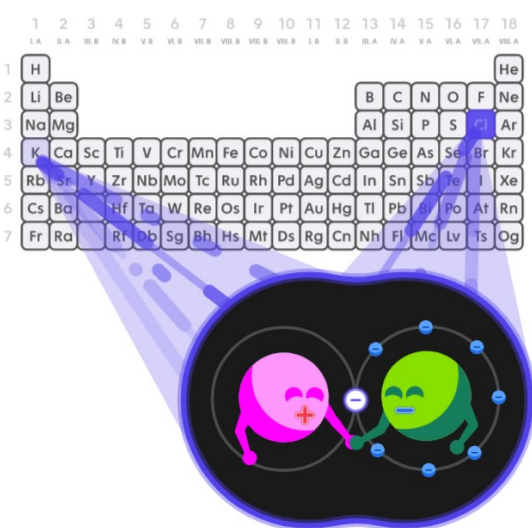
Obrázek 35 - Polární vazba  $HCl$  – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 36 - Iontová vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 37 - Vznik iontů – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 38 - Iontová vazba KCl – animace (Aplikace VividBooks, 2023)

Struktura vyučovací hodiny:

Hodina začala krátkým zopakováním základních pojmů o atomu a iontech. Poté byli žáci rozděleni do čtyř skupin a každá skupina dostala jedno téma, které měli zpracovat a poté ho představit a vysvětlit spolužákům. Témata byla následující: Elektronegativita (viz příloha č. 5), Nepochární vazba, Polární vazba (viz příloha č. 6), Iontová vazba (viz příloha č. 7). Každá skupina dostala několik otázek, na kterých při přípravě pracovala.

Otázky pro skupinu č. 1 – Elektronegativita: Co je to elektronegativita a co určuje? Kde ji najdeme? Který prvek a proč si v animaci přitáhne blíže elektronový pár? Vyjmenuj tři prvky s nejvyšší elektronegativitou, tři prvky s nejnižší elektronegativitou a charakterizuj jejich postavení v PSP. Proč má chlor v animaci jen 7 elektronů?

Otázky pro skupinu č. 2 – Nepochární vazba: Jak vzniká nepochární vazba? Co v animaci znamená hodnota X? Proč má chlor v animaci jen 7 elektronů? Napadne vás další příklad nepochární vazby?

Otázky pro skupinu č. 3 – Polární vazba: Jak vzniká polární vazba? Co v animaci znamená hodnota X? Proč má chlor v animaci jen 7 elektronů? Uveďte příklad alespoň dvou atomů, které by tvořily s vodíkem polární vazbu.

Otázky pro skupinu č. 4 – Iontová vazba: Jak vzniká iontová vazba? Co v animaci znamená hodnota X? Proč má chlor v animaci jen 7 elektronů a draslík 1? Uveď alespoň dvě dvojice atomů, které by spolu mohly vytvořit iontovou vazbu.

Po uplynutí časového limitu chodily postupně skupiny představovat své práce a na závěr jsme zopakovali hlavní rozdíly mezi nepochární, polární a iontovou vazbou.

Třída A

Pátá hodina ve třídě A proběhla 6.1. a zúčastnilo se 18 žáků – 9 chlapců a 9 dívek. Nejprve jsem žáky rozdělila do čtyř skupin a každé skupině jsem dala pracovní list s animací, textem a výše zmíněnými otázkami. Žáci měli za úkol ve skupině zhlédnout animaci, přečíst průvodní text, odpovědět na otázky a připravit se na odprezentování své práce ostatním spolužákům. Zároveň jsem žákům doporučovala, aby si ve skupině rozdělili práci tak, aby

se stihli v čase připravit. Na přípravu měli žáci přibližně 15 minut. Během přípravy jsem skupiny obcházela a pokud bylo nutné, dopomáhala jsem jim s přípravou.

Jako první si mě na pomoc zavolala skupina č. 4 (iontová vazba). „*My to asi nechápeme.*“ (AŽ2). Žáky jsem nechala pustit animaci a zeptala jsem se jich, co na animaci vidí, jak by ji popsali. „*No chlor a draslík. A ten chlor jakoby vezme draslíku elektron a pak se spojí.*“ (AŽ1). Skupině jsem doporučila, ať si projdou animaci podrobněji a zkusí si ve skupině rozdělit práci tak, aby nasbírali co nejvíce informací. Dvojice žáků si tedy vzala text a četla text a druhá dvojice zhlédla ještě jednou animaci. „*Tady je to plus a minus, to už jsme dělali, jak se to jmenuje?*“ (AŽ4). Mezi tím se hlásili žáci ze třetí skupiny (polární vazba). „*Stačí to takhle? My si nejsme jistý, jestli takhle stačí to vysvětlení.*“ (AŽ19). Žáci měli uvedeno, že prvek s větším počtem elektronů si přitáhne prvek s nižším počtem elektronů. Vrátila jsem je zpět k animaci a zeptala jsem se, co za čísla se tam objevuje, co je to X, kde ho můžou najít. „*Elektronegativita, tady.*“ (AŽ20) „*Jasně, takže ten chlor má větší to číslo, a proto si ten vodík k sobě takhle přitáhne, protože ten má to číslo menší.*“ (AŽ21). „*A ještě když tu máme určit nějaký dva prvky, se kterými vodík tvoří polární vazbu, tak co když mi to půjde do minusu? Když chceme dát lithium, ale pak by to bylo vlastně 0,97 – 2,2 a to už je záporný, to jde?*“ (AŽ20). Žákům jsem vysvětlila, že jde o rozdíl hodnot elektronegativit, které mohou prohodit, udělat absolutní hodnotu, tedy záporná nebude.

Další skupiny neměly žádné otázky a po uplynutí časového limitu předstupovaly jednotlivě a představovaly svou práci. Na tabuli jsem vždy pustila animace, se kterými skupina pracovala.

Skupina první – elektronegativita: „*Takže my máme elektronegativitu, což je číslo v tabulce, který ukazuje sílu těch jednotlivých atomů, který se přetahují o elektrony. Značí se X a největší má fluor, potom kyslík a dusík a nejmenší francium, cesium a rubidium.*“ (AŽ17). Žáky vedle (AŽ9) držela tabulku a ukazovala na místo, kde je elektronegativita nejvyšší a kde je nejnižší. „*No a chlor má jen 7 elektronů, protože je tam ukázaná jednom valenční vrstva.*“ (AŽ16). Dále jsem se žáků zeptala, který z atomů si k sobě elektronový pár přitáhne blíž a proč. „*Ten chlor, protože má větší elektronegativitu.*“ (AŽ17). Poslední otázka na žáky byla, jestli by našli nějaký atom, který by mohl „přetáhnout“ elektronový pár chloru.

„No tak asi ten, co má větší tu hodnotu.“ (AŽ17) Žáci se dívali do tabulky „Třeba fluor.“ (AŽ9).

Skupina druhá – nepolární vazba: „My jsme měli na animaci vlastně dva chlory, který se přetahovaly o elektrony, ale protože jsou stejně silný, tak se přitáhly stejně?“ (AŽ6) „Hodnota  $X$  v animaci je 3 a je to ta ... elektronegativita. No a je tam jenom 7 elektronů, protože jsou tam důležitý jenom ty valenční elektrony.“ (AŽ5) „No a my si myslíme, že nepolární vazba je vlastně vždycky mezi stejnýma prvkama, protože jsou prostě stejně silný a vždycky bude ten jejich rozdíl nula.“ (AŽ8). Zeptala jsem se skupiny, jestli musí mít nepolární vazba vždy rozdíl elektronegativit dvou prvků rovný nule. „No to asi ne, to tady někde bylo napsaný.“ (AŽ5) žák bere text k animaci a hledá odpověď. „Do 0,4 musí být ten rozdíl.“ (AŽ5).

Skupina třetí – polární vazba: „My máme polární vazbu a na tý animaci si k sobě chlor přitáhne vodík, protože má vyšší elektronegativitu.“ (AŽ21) „Hodnota  $X$ , to je ta elektronegativita, to už tu bylo.“ (AŽ11) „Jsou tam vyznačené jen ty valenční elektrony.“ (AŽ19). Žáků jsem se zeptala, proč byly ve všech těch animacích zobrazeny jen valenční elektrony. Žáci neodpovídali, tak jsem se obrátila na třídu a otázku znovu zopakovala. „Pročže nás ty ostatní vrstvy nezajímají ne? Když se ty změny vždycky dějou jen na tý poslední vrstvě.“ (AŽ8). Jaké „změny“? „Bud' to se přidá nebo ubere elektron.“ (AŽ8). Jako poslední měla skupina uvést dva prvky, se kterými by mohl vodík tvořit polární vazbu a proč. „Brali jsme to tak, aby když ty dvě čísla odečteme, tak výsledek byl mezi 0,4 a 1,7. Dali jsme lithium, což je rozdíl 1,23 a kyslík 1,3.“ (AŽ20). Napadla by vás nějaká sloučenina, která je složena z kyslíku a vodíku? „Voda.“ (AŽ21).

Skupina čtvrtá – iontová vazba: „Iontová vazba, no, měli jsme tam dva prvky – chlor a draslík a teď ten chlor jste viděli, jak mu normálně ukradnul elektron. No a ten draslík se vzteká a jde za ním a pak se spoje a jsou šťastný.“ (AŽ2) „To plus a minus ještě. Když mu vezme ten elektron, tak u chloru se objeví minus, což je anion a z draslíku se stane kation, to plus.“ (AŽ4) „ $X$  je elektronegativita, kterou když odečteme, tak by měla mít víc než 1,7.“ (AŽ3) „Zase jenom jeden elektron u draslíku kvůli tomu, že je vyznačená jenom ta poslední vrstva.“ (AŽ1) „Jako příklad jsme dali fluor s cesiem a kyslík s franciem.“ (AŽ2). Zeptala jsem se žáků, proč zvolili zrovna tyhle dvojice. „Pročže fluor s kyslíkem mají velkou

*elektronegativitu a cesium s franciem zase hodně malou.*“ (AŽ4). Nenapadla by vás nějaká sloučenina, která je tvořena iontovou vazbou a už jsme se o ní bavili? „*NaCl?*“ (AŽ3). A co je to za sloučeninu? Hlásili se tři žáci z ostatních skupin. „*To je sůl.*“ (AŽ6). A konkrétněji? „*Kuchyňská.*“ (AŽ7).

## Třída B

Pátá hodina ve třídě B proběhla 5.1. a zúčastnilo se 20 žáků – 12 chlapců a 8 dívek. Nejprve jsem žáky rozdělila do čtyř skupin po pěti a každé skupině jsem dala pracovní list s animací, textem a výše zmíněnými otázkami. Žáci měli za úkol zhlédnout animaci, přečíst průvodní text, odpovědět na otázky a připravit se na odprezentování své práce ostatním spolužákům. Jednotlivým skupinám jsem doporučovala, aby si vhodně rozdělily práci tak, aby se stihly v daném čase připravit. Na přípravu měli žáci přibližně 15 minut. Během přípravy jsem skupiny obcházela a pokud bylo nutné, tak jsem dopomáhala.

Skupiny začaly pracovat a prvních 5 minut nikdo dopomocet nechtěl. Všimla jsem si, že čtvrtá skupina měla potíže s iontovou vazbou, tak jsem se zeptala, jestli chápou, co mají dělat. „*Jako chápeme, co máme dělat, ale vůbec nechápeme, co tam máme dát.*“ (BŽ1) „*Ten text je jak článek z Wikipedie, přečtu to a vůbec nevím, co jsem přečetl.*“ (BŽ8). Se žáky jsem ještě jednou spustila animaci a krok po kroku jsem animaci vždy zastavila a říkali jsme, co se na animaci děje. „*Dva atomy, chlor, draslík.*“ (BŽ1) „*Ty čísla? A to najdu kde? Nebo co to je?*“ (BŽ13) „*To je tady, hele.*“ (BŽ1). Žákyně vzala tabulku a ukázala hodnotu elektronegativity. „*Nevím, že teda jeden vezme druhému elektron a pak se chytanou za ruce a spojí se?*“ (BŽ1). Zeptala jsem se, co se stane s těmi atomy po tom, co si chlor vezme ten elektron. „*Tady je plus a tady minus.*“ (BŽ9) „*Jo jako anion a kation.*“ (BŽ1). Když se žáci trochu rozpovídali, šla jsem se dívat k dalším skupinám. Ty vypadaly, že s prací problém neměly.

Po uplynutí časového limitu předstupovaly jednotlivě skupiny a představovaly svou práci. Na tabuli jsem vždy pustila animace, se kterými skupina pracovala.

Skupina první – elektronegativita: „*Elektronegativita. Takže, na animaci jsme měli dva atomy, který se spolu přetahovali o elektrony. O dva elektrony. No a ten atom, kterej má*

větší elektronegativitu, tak ten si ty elektrony přitáhne blíž.“ (BŽ3) „Největší elektronegativitu má fluor, kyslík a dusík. Nejmenší má francium, cesium a rubidium.“ (BŽ6). Jak tedy můžeme charakterizovat postavení prvků s nízkou elektronegativitou v tabulce a jak s vysokou? „Ty s nízkou jsou spíš vlevo a dole a ty s vysokou zase vpravo nahore.“ (BŽ21). Poslední otázka na první skupinu byla, jak by tedy charakterizovali elektronegativitu, co určuje? „Jako jak je ten atom silnej v přetahování těch elektronů. Čím je větší to číslo, tak tím je silnější.“ (BŽ6).

Skupina druhá – nepolární vazba: „Takže tady vidíte dva chlory, jak jdou a začnou se přetahovat o provaz, no a pak se spojej a to je asi ta nepolární vazba.“ (BŽ4) „Chlor má jen 7 elektronů, protože to ukazuje jenom tu poslední vrstvu.“ (BŽ11). Žáci po těchto větách dál nepokračovali, tak jsem se zeptala, co znamená X v animaci a co se tam s těmi hodnotami děje. „No na to jsme právě nepřišli.“ (BŽ4). Pustila jsem znovu animaci a zastavila jsem ji tak, aby bylo vidět, že hodnota je z PSP. Jedna žákyně si vzala tabulku a ukazovala ostatním danou hodnotu v tabulce. „Elektronegativita?“ (BŽ22) „Odečtou se ty čísla.“ (BŽ4). A hodnota rozdílu by měla být maximálně jaká, aby se jednalo o nepolární vazbu? „Asi nula, vždyť to tam nikde není.“ (BŽ11) „Tady to je, do 0,4.“ (BŽ22). Poslední otázka na skupinu dvě byla, jestli vymysleli nějakou dvojici atomů, mezi kterými by také mohla být nepolární vazba. „Třeba mezi kyslíkem a kyslíkem, jako  $O_2$ . Když jsou stejný, tak to bude zase nula.“ (BŽ11).

Skupina třetí – polární vazba: „My máme animaci na polární vazbu, kde je vidět chlor a vodík.“ (BŽ14) „X je elektronegativita, chlor má 2,8 a vodík 2,2, takže chlor je silnější a přitáhne si vodík k sobě.“ (BŽ15) „Když se odečtou ty dvě hodnoty, tak výsledek musí být v rozmezí 0,4 – 1,7.“ (BŽ16) „Chlor má 7 elektronů, protože je ukázaná jenom valenční vrstva.“ (BŽ7) „A spojili jsme to s lithiem a sodíkem.“ (BŽ19). Po představení polární vazby jsem se skupiny zeptala, proč zvolili zrovna lithium a sodík ve spojení s vodíkem. „Protože jsou blízko toho vodíku a mají elektronegativitu 1, takže když to odečteme, tak je to pokaždé 1,2 ten výsledek.“ (BŽ16). Napadá vás nějaká známá sloučenina s vodíkem? „ $H_2O$ .“ (BŽ15). A co to je za sloučeninu? „Voda.“ (BŽ15). Poslední otázka byla, jestli by byla ve vodě také polární vazba nebo ne. „A mám tam dát ten vodík dvakrát?“ (BŽ16). Na tabuli

jsem nakreslila vzorec vody, ukázali jsme si vazby a vysvětlila jsem, proč se elektronegativita vodíku nebude násobit dvakrát. „*Ano, je polární, vyšlo to 1,3.*“ (BŽ7).

Skupina čtvrtá – iontová vazba: „*My jsme to vlastně moc nepochopili, takže vám toho moc neřeknem.*“ (BŽ8). Žáky jsem vyzvala k tomu, aby řekli cokoliv z toho, co jsme si říkali společně, když jsem u nich byla na přípravě. „*Je tam chlor a draslík, to X je elektronegativita a ta se tam pak odečítá.*“ (BŽ1) „*Chlor ukradne elektron draslíku a tomu se to moc nelíbí.*“ (BŽ9). Žáci se dál zasekli, tak jsem pustila animaci a ptala jsem se, co se děje dál. „*Ty pusy se jim mění na to plus a minus, jo, že tam vznikne anion a kation.*“ (BŽ1) „*No a pak jsme měli určit ty dvojice, tak my si myslíme, že to budou vlastně vždycky prvky z té pravé strany tabulky spojeny s prvky z levé strany tabulky.*“ (BŽ13). Žáky jsem požádala o konkretizaci a důvod. „*Třeba sodík a chlor.*“ (BŽ20) „*Nebo fluor a rubidium. Protože tady musí být ten rozdíl mezi elektronegativitou jednoho a druhého prvku víc než 1,7.*“ (BŽ1). Zeptala jsem se žáků, jestli vědí, co je sloučenina sodíku a chloru. „*NaCl, to je sůl ne?*“ (BŽ1). Když jsem se žáků zeptala, jaká sůl, tak neodpovídali, protože nechápali, na co se jich ptám. Tak jsem se zeptala, k čemu NaCl používáme. „*Na vaření.*“ (BŽ19).

#### Třída C

Pátá hodina ve třídě C proběhla 5.1. a zúčastnilo se 19 žáků – 9 chlapců a 10 dívek. Žáky jsem rozdělila do čtyř skupin a každé skupině jsem dala pracovní list s animací, průvodním textem a výše zmíněnými otázkami. Žáci měli za úkol ve skupině zhlédnout animaci, přečíst průvodní text, odpovědět na otázky a připravit se na odprezentování své práce ostatním spolužákům. Žákům jsem doporučovala, aby si ve skupině rozdělili práci tak, aby se stihli v daném čase připravit. Na přípravu měli žáci přibližně 15 minut. Během přípravy jsem skupiny obcházela a pokud bylo nutné, dopomáhala jsem jim s přípravou.

Žáci s prací začali samostatně a až asi po pěti minutách si mě zavolala první skupina. „*Máme to takhle dobře? Že vlastně ta druhá animace jen ukazuje, který prvky mají velkou tu elektronegativitu a který malou? Nic víc?*“ (CŽ3). Skupinu jsem ujistila v tom, že pracuje správně a pokračovala jsem k dalším skupinám. U třetí skupiny jsem si všimla, že mají napsáno, že chlor je silnější než vodík, protože má víc elektronů, tak jsem se žáků zeptala, kde tuto informaci vyhledali. „*Z té animace, tenhle má jenom jeden elektron, tenhle má sedm*“



*a je silnější.*“ (CŽ2). Žákům jsem pustila znovu animaci a poukázala jsem na hodnotu elektronegativity, která se na animaci ukazuje. *„Aha, tak my právě mysleli, že elektronegativita je vlastně podle počtu elektronů.“* (CŽ11). Ujasnili jsme si, co znamená elektronegativita a kde ji najdeme a pokračovala jsem dál. Jako poslední si mě k sobě volala čtvrtá skupina. *„Jak máme napsat, že vzniká ta vazba?“* (CŽ9). Zeptala jsem se, co zatím mají. *„Chlor ukradne draslíku elektron a pak se spojí.“* (CŽ5). Spustila jsem ještě jednu animaci s tím, že je tam ještě jeden detail. *„Ty pusinky, hele. Tady je teď plus a tady minus.“* (CŽ18) *„Jo, jasný, to je z minulý hodiny že jo, kation a anion.“* (CŽ5).

Po uplynutí časového limitu předstupovaly jednotlivě skupiny a představovaly svou práci. Na tabuli jsem vždy pustila animace, se kterými skupina pracovala.

Skupina první – elektronegativita: *„Elektronegativita určuje vlastně sílu toho atomu. Že ten, kterej má vyšší tu elektronegativitu, tak může tomu druhýmu atomu vzít elektron.“* (CŽ3) *„Najdeme ji v tabulce, tady dole uprostřed toho prvku.“* (CŽ21) *„Největší elektronegativitu má fluor, kyslík a dusík. Nejmenší má francium, cesium a rubidium. Takže vlastně ty malý jsou vlevo dole a ty velký vpravo nahoře.“* (CŽ20) *„A v tý animaci je silnější chlor, protože má větší to číslo a taky ten provaz drží jenom jednou rukou.“* (CŽ16). Přihlásil se žák z jiné skupiny. *„Já ale uprostřed dole v tabulce nemám elektronegativitu.“* (CŽ10). Vysvětlili jsme si, že každá tabulka má hodnoty někde jinde a musí se řídit svou legendou.

Skupina druhá – nepolární vazba: *„Takže, my máme nepolární vazbu. Na animaci jsou dva chlory, přetahují se o nějaký lano a pak se spojí.“* (CŽ15) *„Hodnota X je těch 3,0 a je to právě z tabulky ta ...“* (CŽ7) *„Elektronegativita.“* (CŽ12) *„Chlor by měl mít sedmnáct elektronů, ale tady jsou vyznačený jen ty z poslední vrstvy, protože vlastně z těch se dělají ty vazby.“* (CŽ1). Žáků jsem se doptala, mezi jakými atomy tedy vlastně vzniká nepolární vazba. *„Mezi stejnými.“* (CŽ3) *„No, jako příklad tady máme třeba dva dusíky.“* (CŽ1). Žákům jsem řekla, že příklad je v pořádku, ale nepolární vazba nemusí vznikat vždy jen mezi dvěma stejnými atomy. *„Počkat, to je tady, rozdíl elektronegativity od 0 – 0,4. Takže vlastně prvky, který jsou skoro stejně silný.“* (CŽ7) *„Takže třeba lithium a sodík. Ty mají skoro stejný to číslo.“* (CŽ12). Vysvětlili jsme si, proč by tyto dva atomy netvořily sloučeninu a jako příklad jsme uvedli sloučeninu chloru a bromu.

Skupina třetí – polární vazba: „Na animaci jste viděli, jak chlor násilně přitáhl vodík a lanem ho k sobě přivázal. A to jenom kvůli tomu, že má větší elektronegativitu.“ (CŽ11) „X je elektronegativita.“ (CŽ8) „Chlor má sedm kvůli tomu, že jsou tam jenom ty poslední elektrony.“ (CŽ10). Poté přišla otázka ze čtvrté skupiny: „A co ten vodík?“ (CŽ13) „Co je s ním?“ (CŽ10) „No mluvíš o chloru, že jich má sedm, ale je tam i vodík.“ (CŽ13) „Na to se nás ale nikdo neptal.“ (CŽ10). Žáci se na mě obrátili, jestli mají odpovědět na otázku nebo pokračovat v tom, co si připravili. Vyzvala jsem je, že když dostali otázku, měli by na ni odpovědět. „Tak ten má asi jenom jeden elektron ne, když je první.“ (CŽ11). Obrátila jsem se na žákyni, která položila otázku, jestli je vše jasné a ona kývla, že ano. Žáci se otázkou poměrně rozhodli a nevěděli, jak pokračovat. Zeptala jsem se jich, jaký je rozdíl mezi vazbou nepolární, kterou předváděla druhá skupina a vazbou polární. „Oni měli ty dva prvky stejný, nebo teda stejně silný a v tý polární už máme silnější chlor.“ (CŽ11) „To tady máme, že ta elektronegativita má být od 0,4 – 1,7.“ (CŽ2). Takže všechny atomy, které mají elektronegativitu od 0,4 do 1,7 automaticky tvoří polární vazbu? „No asi ne, když se takhle ptáte.“ (CŽ8) „Minus, dva prvky a my to odečteme ty čísla. Tady máme napsaný i ty příklady. S vodíkem tu máme příklad kyslík a olovo.“ (CŽ17). Poslední otázka na třetí skupinu byla, s jakou polární sloučeninou vodíku a kyslíku jsme se setkali. „H<sub>2</sub>O. Voda.“ (CŽ11).

Skupina čtvrtá – iontová vazba: „Takže, my máme iontovou vazbu a jak vzniká. Na animaci jste viděli draslík a chlor, kde draslík má elektronegativitu 0,8 a chlor 3. Chlor potom vezme draslíku elektron a stanou se z nich anion a kation a pak se spojí.“ (CŽ5) „Ta hodnota X a proč má chlor jen 7 elektronů máme říkat, když už to tu bylo?“ (CŽ13). Kývla jsem, že ano. „X je elektronegativita, takže vlastně síla toho atomu a draslík má jen jeden a chlor sedm, protože se ukazuje jen valenční vrstva.“ (CŽ13) „A ty dvojice jsme dali sodík a chlor a lithium a fluor.“ (CŽ18). Žákyně čtvrté skupiny neměly k iontové vazbě nic víc, tak jsem se doptávala. Říkaly jste, že se tvoří anion a kation. Co to je a jak se vytvořily? „Anion je z toho chloru, protože mu vzal elektron, takže má vlastně víc elektronů, takže je záporně nabitý a draslík je kation, protože má o jeden elektron míň.“ (CŽ18). Další otázkou bylo, proč zrovna vybrali ty dané dvojice a podle čeho poznáme, že je vazba opravdu iontová. „Musí být mezi nimi velký rozdíl, takže jsme brali ty s malými čísly, sodík a lithium a pak ty s velkými, jako fluor a chlor.“ (CŽ9) „Rozdíl těch dvou elektronegativit musí být víc než 1,7.“ (CŽ5). Jako

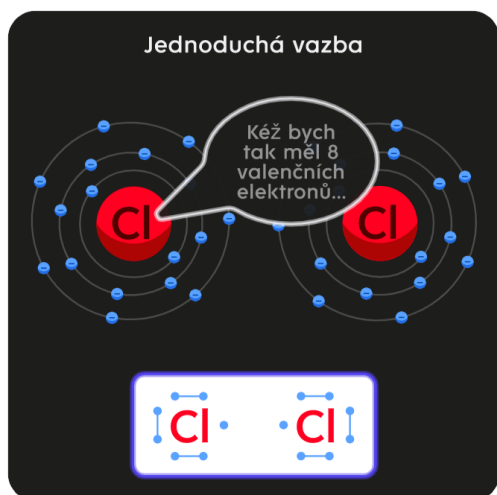
poslední jsem se skupiny zeptala, jestli si vzpomenou, co je sloučenina NaCl. Žákyně mlčely, ale přihlásili se dva žáci z jiných skupin. „*Sůl.*“ (CŽ1). Jaká sůl? „*Normální, na vaření.*“ (CŽ1).

Shrnutí realizace páté vyučovací hodiny s využitím animací s prvky AR:

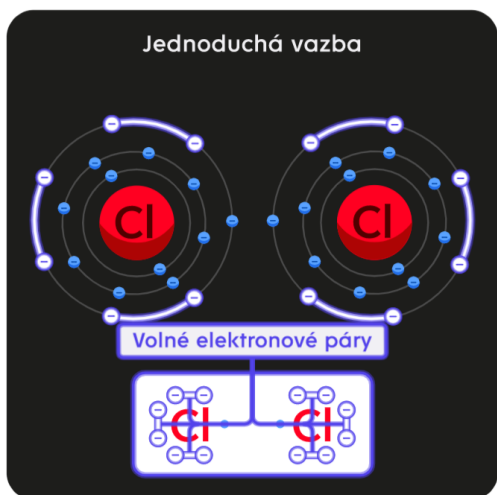
Cílem hodiny bylo pochopení tvorby vazby nepolární, polární a iontové. Největší potíže dělala ve všech třídách vazba iontová, se kterou chtěli žáci pomoci. Přišlo mi, že si žáci vůbec nevšimli a tedy nespojili vzniklá kladně a záporně nabitá ústa u atomů jako vznik kationtu a aniontu. Jako matoucí bychom mohli označit elektron, který je v animaci „Iontová vazba“ vyznačen jako společný pro oba atomy. Přitom chlor má záporně nabitá ústa a má osm valenčních elektronů, ale draslík, který má kladně nabitá ústa, má ve své valenční vrstvě stále jeden elektron. Žáci označovali za obtížný převážně text, který byl dle jejich slov moc dlouhý a nesrozumitelný. Jednotlivým skupinám jsem však nemusela nějak více napovídat, aby s prací pohnuly. Další obtíží bych označila záměnu elektronegativity za počet elektronů. Některé skupiny z animace vyvodily, že čím vyšší má atom elektronegativitu, tím víc má valenčních elektronů (chlor více než vodík a chlor více než draslík). Žáci si z minulých hodin pamatovali a správně použili pojmy jako valenční elektrony, ionty, anion a kation.

## 2.8 Šestá vyučovací hodina

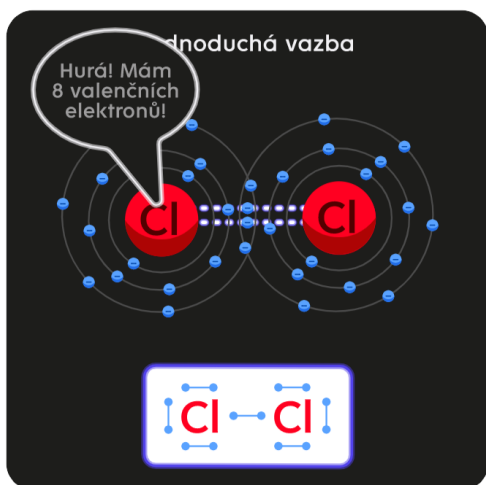
Na šestou vyučovací hodinu s tématem Chemická vazba byly využity animace s prvky AR z knihy Chemická vazba – Chemická vazba.



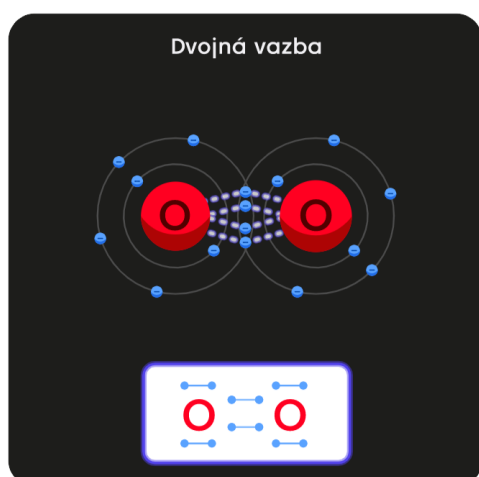
Obrázek 39 - Jednoduchá vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 40 - Vyznačení volných elektronových párů – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



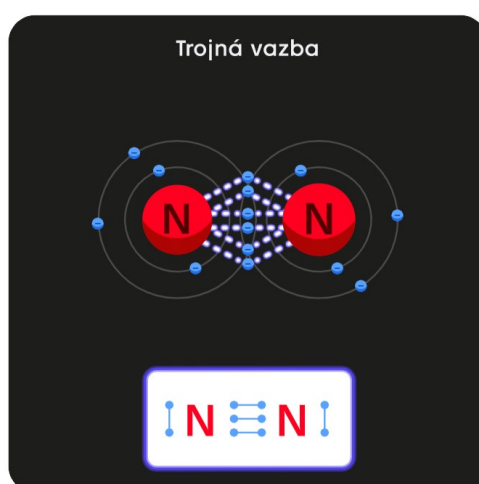
Obrázek 41 - Vznik jednoduché vazby – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 42 - Tvorba dvojně vazby – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 43 - Dvojná vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 44 - Vznik trojně vazby – animace (Aplikace VividBooks, 2023)



Obrázek 45 - Trojná vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023)

Struktura vyučovací hodiny:

V úvodu hodiny jsme zopakovali, co je to chemická vazba, s jakými typy vazeb jsme se v minulé hodině setkali a v čem se lišily. Dále jsme zopakovali, co jsou to valenční elektrony, zjištění počtu valenčních elektronů z PSP a jejich důležitost ve tvorbě chemických vazeb. Poté jsem žáky nechala rozdělit do skupin a dala jsem jim stručný pracovní list (viz příloha č. 8) s tabletem. Žáci si měli společně projít, pochopit, popřípadě si vzájemně vysvětlit tvorbu jednoduché, dvojně a trojně vazby a určit, proč se vůbec atomy spojují do molekul, proč je to pro ně výhodné a o co usilují. Poté měli za úkol ve skupině vyznačit valenční elektrony u dvojice atomů: vodík a brom; uhlík a kyslík a určit typ vazby. Během této části jsem skupiny obcházela, ujišťovala jsem se, že animace pochopily, a případně jsem dopomáhala. Nakonec dostala každá skupina dvě dvojice atomů a žáci měli určit, jakou vazbou se budou vázat. Když měli žáci splněno, jednotlivé skupiny jsem promíchala a v nových skupinách měli žáci ostatním ukázat, co vymysleli a zdůvodnit, proč si myslí, že to mají správně. Ostatní členové nové skupiny si zaznamenali veškeré příklady, popřípadě diskutovali, proč si myslí, že to je špatně. Poté se vrátili zpět do původních skupin a ostatním členům předali, co se dozvěděli a co si zaznamenali. Na závěr měly jednotlivé skupiny říct, které chemické vazby jim přišly v pořádku, které ne a proč.

Třída A

Šestá hodina ve třídě A proběhla 11.1. a zúčastnilo se 17 žáků – 11 chlapců a 6 dívek. Žáky jsem rozdělila do pěti skupin a každá skupina dostala pracovní list s tabletem. Skupinám jsem dala nejprve úkol, aby zhlédly animace s prvky AR a zkusily říct, proč je pro dané atomy výhodné se spojit do molekul, jaké typy vazeb jsou zde ukázány a proč jednotlivé atomy tvoří zrovna tuto vazbu. Jednotlivé skupiny jsem procházela a poslouchala jsem, jak mezi sebou komunikují. Všechny skupiny měly po chvílce vypsané typy vazeb. Další hesla, která jsem u jednotlivých skupin zahlédla, byla „*elektronové páry, plná valenční vrstva, valenční elektrony*“.

Po chvílce jsem se začala jednotlivých skupin ptát, proč bylo pro jednotlivé atomy výhodné se spojit s dalším atomem. „*Protože když se spojili, tak v té valenční vrstvě pak měli osm elektronů, takže vlastně zaplněná.*“ (AŽ8). „*Jak to, že je tam osm elektronů? Já to tam teda asi nevidím.*“ (AŽ14). Pustila jsem animace na tabuli a společně jsme si ukázali všech osm elektronů, které mají atomy ve valenční vrstvě. Na další otázku, které typy vazeb byly ukázané, odpovědělo společně několik žáků: „*Jednoduchá, dvojná, trojná.*“ Poslední otázka v úvodu byla, proč zrovna chlor tvoří jednoduchou vazbu, kyslík dvojnou a dusík trojnou. „*No právě kvůli tomu, aby zaplnili tu valenční vrstvu.*“ (AŽ21) „*A jak poznám, že má chlor zrovna tolik elektronů?*“ (AŽ16) „*To máš z tabulky podle skupiny, chlor je v sedmý.*“ (AŽ21).

Když už neměl nikdo dotaz, přešli jsme k dalšímu úkolu. Znovu jsem pustila animaci a tentokrát jsem žáky upozornila na jejich spodní část – vyznačování valenčních elektronových párů a vznik vazby. Žáci dostali za úkol ve skupině vyznačit valenční elektrony a určit vazbu mezi atomy vodíku a bromu a mezi atomy uhlíku a kyslíku. Jednotlivé skupiny jsem obcházela. Zastavila jsem se hned u první skupiny. „*My vůbec nevíme, jak tam udělat ty tečky.*“ (AŽ2). Žákům jsem dala před sebe periodickou tabulku a zeptala jsem se, kolik valenčních elektronů má vodík a kolik brom. „*Vodík je tady, takže jednu tečku? A kam? Sem?*“ (AŽ15). „*A brom je tady, takže 35.*“ (AŽ2). Co jsou to valenční elektrony a jak poznám jejich počet? „*To jsou ty poslední.*“ (AŽ10). Na tabulce jsem žákům poradila, jak najdeme jejich počet. „*Sedm, a je to teda stejný jako tady v té první. Takže dva, dva, dva a jeden. Takže je to jednoduchá vazba.*“ (AŽ2). Mezitím se hlásila další skupina. „*Máme dobře ty tečky?*“ (AŽ20). Žáci měli u vodíku jeden elektron a kolem bromu vyznačili

všech 35. Ještě jednou jsem tedy zdůraznila, že není třeba vyznačovat všechny elektrony, ale že stačí pouze valenční. Jednoduchou vazbu měli však žáci správně. Totéž u druhého příkladu. Rychle jsem prošla ostatní skupiny, jestli postupují dobře se zakreslováním elektronů. „*U toho kyslíku jsem to akorát dala jinam, než je na tý animaci, vadí to?*“ (AŽ17). Skupina měla vyznačené vazby správně. Po chvíli měly všechny skupiny obě vazby vyznačené správně, i správně vyznačené valenční elektrony.

## Třída B

Šestá hodina ve třídě B proběhla 10.1. a zúčastnilo se 22 žáků – 13 chlapců a 9 dívek. Žáky jsem rozdělila do sedmi skupin a každá skupina dostala pracovní list s tabletem. Žákům jsem dala nejprve úkol, aby zhlédli animace a zkusili se zamyslet nad tím, proč je pro dané atomy výhodné se spojit do molekul, jaké typy vazeb jsou zde ukázány a proč jednotlivé atomy tvoří zrovna tuto vazbu. Jednotlivé skupiny jsem procházela a poslouchala jsem, jak pracují. Nejjednodušším úkolem pro skupiny bylo vypsát typy vazeb, které se u všech skupin objevily již po pár minutách práce. Další hesla, která jsem u jednotlivých skupin zahlédla, byla „*valenční elektrony, osm val. e., elektronové páry, nepárové elektrony, vazebný elektronový pár*“.

Po chvíli jsem se začala jednotlivých skupin ptát, proč bylo pro jednotlivé atomy výhodné se spojit s dalším atomem. „*Chtějí mít osm elektronů.*“ (BŽ7) „*No, my máme vlastně to samý, že chtějí mít plnou tu valenční vrstvu.*“ (BŽ2) „*Je to energeticky výhodnější.*“ (BŽ1). Další otázka byla na typy vazeb, které se v animacích objevily. „*Jednoduchá, dvojná a trojná.*“ (BŽ4). Poslední otázka zněla, proč jednotlivé dvojice atomů tvoří zrovna tuto vazbu? „*Právě kvůli tomu, že pak mají plnou valenční vrstvu.*“ (BŽ21) „*To nechápu, jak mám vědět, jestli ten dusík bude jednoduchou nebo trojnou, vždyť to nedává smysl.*“ (BŽ11). Spustila jsem na tabuli animace a zeptala jsem se žáků, jestli by to dokázal někdo vysvětlit. Jeden žák se přihlásil, jestli to může ukázat na tabuli. Přišel tedy k tabuli, spustili jsme animaci a žák vysvětloval. „*Tady když to spočítáš, tak máš vlastně šest a plus tyhle dva, který jako dělají tu vazbu, takže osm. U toho druhýho máš tady čtyři, plus tyhle čtyři, co dělá vazbu a u toho posledního jsou tady tyhle dva, plus šest, který dělá vazbu.*“ (BŽ21) „*Já jsem to teda brala, že když má chlor sedm elektronů, tak plus jeden, takže jednoduchá. Kyslík šest, takže plus dva a dusík pět, takže plus tři do osmi.*“ (BŽ1).



Když už neměl nikdo dotazy ohledně tvorby vazeb z animací, posunuli jsme se k dalšímu úkolu. Znovu jsem pustila animaci a tentokrát jsem žáky upozornila na jejich spodní část – vyznačování valenčních elektronových párů a vznik vazby. Žáci dostali za úkol ve skupině vyznačit valenční elektrony a určit vazbu mezi atomy vodíku a bromu a mezi atomy uhlíku a kyslíku. Jednotlivé skupiny jsem obcházela. Nejprve jsem šla ke skupinám, které nepracovaly a zeptala jsem se, jaký je problém. „*Nevíme, jak vyznačit tam ty tečky.*“ (BŽ5) Zeptala jsem se, jak z periodické tabulky poznáme počet valenčních elektronů. Žáci neodpovídali, tak jsem jim napověděla. „*Takže vodík má jeden a brom, kde je brom.*“ (BŽ5) „*Tady, sedm. No a jak to tam mám nakreslit?*“ (BŽ7). Žáky jsem odkázala zpět na animaci a pokračovala jsem k další skupině. Tam byl totožný problém s určením valenčních elektronů. Po jeho upřesnění skupina jednotlivé vazby určila správně. Ostatní skupiny jsem procházela a jedna měla určený špatný počet valenčních elektronů u uhlíku, takže nevěděli, jaká vazba bude mezi atomy uhlíku a kyslíku. Po chvíli měly všechny skupiny obě vazby i valenční elektrony vyznačené správně.

#### Třída C

Šestá hodina ve třídě C proběhla 11.1. a zúčastnilo se 19 žáků – 9 chlapců a 10 dívek. Žáky jsem rozdělila do šesti skupin a každá skupina dostala pracovní list s tabletem. Prvním úkolem bylo zhlédnout animace a zkusit ve skupinách říct, proč je pro dané atomy výhodné se spojit do molekul, jaké typy vazeb jsou zde ukázány a proč jednotlivé atomy tvoří zrovna tuto vazbu. Skupiny jsem procházela a dívala jsem se, jak pracují. Po chvíli měly téměř všechny skupiny vypsané jednotlivé typy vazeb. Další hesla, která jsem u jednotlivých skupin zahlédla, byla „*páry, valenční vrstva, valenční elektrony, osm elektronů, volné elektronové páry, nepárové elektrony*“.

Po ukončení této práce jsem se začala skupin ptát, proč bylo pro jednotlivé atomy výhodné se spojit s dalším atomem. „*Aby měli víc elektronů.*“ (CŽ21). Žákyně jsem se zeptala, co znamená víc elektronů, proč by měly chtít víc elektronů. „*No, já nevím, v té první animaci bylo, že chce mít osm elektronů.*“ (CŽ21) „*Protože tím se zaplní ta jeho poslední vrstva.*“ (CŽ11) „*No, my taky máme kvůli zaplnění valenční vrstvy.*“ (CŽ1). Na druhou otázku, jaké typy vazeb žáci v animacích viděli, odpovědělo několik žáků společně: „*Jednoduchá,*

*dvojná a trojná.* “ Poslední otázka zněla, proč je pro tyto atomy výhodné se spojit do molekul. „Asi kvůli té valenční vrstvě, aby tam měli těch osm elektronů.“ (CŽ12). „Protože oni si vlastně jakoby půjčí navzájem ty elektrony a oni se pak už nehýbaly, takže nejdřív měli sami jen sedm, ale spolu jich pak měli osm.“ (CŽ7). „Já se v tomhle vůbec nevyznám.“ (CŽ2). Žák měl před sebou třetí animaci s trojnou vazbou. „Je tady toho strašně moc a já tam prostě nic nevidím.“ (CŽ2). Pustila jsem animaci na tabuli a krok po kroku jsme animaci zastavovali a vysvětlovali jsme, co se děje, kolik je v jaké fázi v atomu elektronů a proč se tedy nevytvoří vazba jednoduchá ani dvojná, ale vazba trojná.

Po ukončení dovysvětlení animací jsem žákům zadala druhý úkol do skupin. Znovu jsem pustila animaci a tentokrát jsem žáky upozornila na jejich spodní část – vyznačování valenčních elektronových párů a vznik vazby. Žáci dostali za úkol ve skupině vyznačit valenční elektrony a určit vazbu mezi atomy vodíku a bromu a mezi atomy uhlíku a kyslíku. Skupiny jsem postupně obcházela. První se hlásila jedna skupina. Když jsem k nim přišla, měli hotovou první vazbu mezi vodíkem a chlorem správně. „Máme to dobře?“ (CŽ6). Žáky jsem ujistila, že postupují správně a přešla jsem k další skupině. U vedlejší skupiny jsem viděla, že žáci označovali kolem kyslíku a uhlíku všechny elektrony, nejen valenční. Vazbu měli vyznačenou správně. „Musíme fakt u toho bromu vyznačovat všech těch 35 elektronů? To je strašně moc.“ (CŽ15). Žáky jsem ujistila, že vyznačovat všechny elektrony nemusí, naopak že mají vyznačit jen ty valenční. „Jo počkat, takže jenom podle těch sloupců jo? Takže u bromu bude jen sedm, dobrý.“ (CŽ16) „Já vůbec nevím, jak to mám dělat.“ (CŽ10). Přešla jsem k další skupině, kde měli žáci již správné řešení obou vazeb, jen jeden člen skupiny nevěděl, co má dělat. Skupinu jsem tedy vyzvala k tomu, ať zkusí spolužákovi vysvětlit, jak postupovali. „Napiš si tady vodík. H. Tady Br. No a teď si tam vyznačíš podle tabulky ty elektrony, ty tečky. Vodík je tady, takže bude mít jednu. Brom je tady, tak kolik jich bude mít?“ (CŽ2). Obešla jsem zbytek skupin a po tom, co měly všechny skupiny správné typy vazeb, hodina pokračovala další aktivitou.

Shrnutí realizace první vyučovací hodiny s využitím animací s prvky AR:

Cílem hodiny bylo žáky seznámit s jednoduchou, dvojnou a trojnou vazbou a dovést k pochopení, proč vazby vznikají. Některým žákům připadaly animace matoucí, zvláště u

vícenásobných vazeb. Pro žáky bylo matoucí zobrazení vzniklých vazeb a museli jsme animace pouštět několikrát a hodně je zastavovat, abychom si vysvětlili, co a proč se tam děje. Převážně u dvojně a trojně vazby se žáci špatně vyznali v tom, které elektrony patří do vzniklé vazby a proč zrovna onen počet elektronů se vazby účastní. Samostatná tvorba vazeb a zakreslování valenčních elektronů do volných elektronových párů a nepárových elektronů dělalo žákům potíže především proto, že nevěděli, jak přijít na počet valenčních elektronů bez toho, aniž by si museli nakreslit celý atom.

## **2.9 Výstupní skupinové rozhovory s žáky a s asistenty pedagoga**

Pro výstupní rozhovory byly formulovány následující otázky, na které žáci v jednotlivých třídách a poté i asistenti pedagoga spontánně odpovídali.

Otázky pro žáky:

Jak ti vyhovovalo používání aplikací VividBooks v posledních hodinách chemie? Na které aplikace si vzpomínáš? (+ Vzpomeneš si, co daná aplikace vysvětluje?) Vadilo ti něco na použitých aplikacích? Co se ti na nich nelíbilo? Jsou některé, které ti přijdou moc složité, nesrozumitelné? Bavila tě práce s aplikacemi? Vzpomeneš si, se kterou nejvíc? Proč tě s ní práce bavila? Co ti pomohla pochopit? Otevřel/a jsi doma některou z aplikací, které jsme v posledních hodinách chemie používali? Proč? Ukázal/a jsi aplikaci někomu jinému? A vysvětlil/a jsi s její pomocí nějaký princip nebo děj? Přišlo ti použití aplikace vhodné k lepšímu pochopení učiva? U kterých aplikací, na které si vzpomeneš, to platí více, a u kterých méně? Připadalo ti, že některá aplikace spíše zatemnila to, co ti měla pomoci vysvětlit? Která to byla a proč? Zdá se ti lepší výuka s aplikacemi nebo bez jejich použití? Proč si to myslíš? Je to jen proto, že jsou pro tebe nové a zábavné nebo tam vidíš i jiné důvody?

Otázky pro asistenty pedagoga:

Zdála se Vám výuka chemie s použitím aplikací více efektivní? Zdálo se Vám, že žáci pomocí aplikace lépe pochopili učivo? Vadilo Vám něco na použitých aplikacích? Podporovaly činnost učitele? Podporovaly činnost žáků? Nezdálo se Vám, že je to zbytečné?

Jak se žáci tvářili na výuku s využitím aplikací? Zaznamenali jste na nich něco nového, zajímavého, něco, co jste u nich ve výuce bez aplikací nezaznamenali? Zdála se Vám lepší výuka s využitím aplikací nebo výuka bez jejich využití? V čem je to nejvíce viditelné? Co se naopak u obou přístupů nelišilo?

Třída A

Dne 17.2. 2023 proběhl výstupní rozhovor se žáky třídy A na téma aplikace VividBooks, jejich používání a funkce v hodinách chemie. Rozhovoru se zúčastnilo 7 dívek a 11 chlapců.

**První otázka: Jak ti vyhovovalo používání aplikací VividBooks v posledních hodinách chemie? Na které aplikace si vzpomínáš? A vzpomeneš si, co daná aplikace vysvětluje?**

„Jo, mně se to líbilo.“ (AŽ6) „Klidně bychom s tím mohli dělat víc.“ (AŽ8) „Není to úplně špatný.“ (AŽ14). Ostatní žáci přikyvovali, že jsou s používáním aplikace spokojeni, a tak jsme přešli na další část otázky. „Ty valenční elektrony, to mě bavilo.“ (AŽ21) „No ty byly hrozný, to jsem vůbec nepochopil.“ (AŽ20) „Vždyť to bylo lehký, ty valenční elektrony byly vždycky v té poslední vrstvě a zaplňovaly se postupně ty vrstvy. To už si úplně nepamatuju, první určitě dva, pak osm a pak už nevím.“ (AŽ21) „Já si pamatuju takový ty kolečka, jak tam byly.. nevím, jak to vysvětlit, můžu to nakreslit na tabuli?“ (AŽ2). Žák šel na tabuli nakreslit, na co si vzpomíná z aplikace. Nakreslil jádro jako puntík a okolo několik kružnic a libovolně na kružnice kreslil kolečka jako elektrony. „Ale teda vůbec si nepamatuju, co to bylo.“ (AŽ2) „Vždyť to byly ty valenční elektrony, co jsem teď říkal.“ (AŽ21) „Mně se líbilo to, jak jsme měli na začátku roku, jak tam byl ten člověk v laborce a vždycky něco udělal a ono mu to pak bouchlo nebo začalo hořet, To byla fakt sranda.“ (AŽ14). Zeptala jsem se žáka, jestli si vzpomíná, proč to začalo hořet nebo proč to bouchlo. „Tak to netuším.“ (AŽ14) „To bylo na výstražný symboly, třeba s tím hořením tam byly hořlavý a oxidující látky, že ty oxidující začaly hořet bez přímého zapálení.“ (AŽ5) „Pak jsme měli atom.“ (AŽ17) „Jo, jako protony, elektrony, neutrony.“ (AŽ19) „Vazby.“ (AŽ8) „Polární a nepolární.“ (AŽ7) „A iontová.“ (AŽ3) „No a taky ta ele... něco, já už nevím, jak to bylo, ale bylo to taky s tímhle.“ (AŽ8) „Elektronegativita.“ (AŽ20). Více žáci o vazbách a elektronegativitě nemluvili. Zeptala jsem se, jestli si nevzpomenou ještě na nějaké typy vazeb, se kterými jsme se s pomocí aplikace seznámili a jestli si z vazeb pamatují i něco konkrétnějšího. „No a ty

vazby pak ještě jednoduchá, dvojná a trojná.“ (AŽ3). „Ta polární, nepolární a iontová, ty byly z té elektronegativity. Ty hodnoty si nepamatuju, ale vždycky, když se to odečetlo, tak podle toho výsledku to byla ta vazba.“ (AŽ20). „No oni se tam tahaly nějak o ty elektrony a čím větší byl mezi těma prvkama rozdíl, tak tím víc bral ten silnější ty elektrony.“ (AŽ6). Žáci si nevzpomněli na vznik iontů a na modely atomu. Na tato témata jsem se tedy doptávala. „To byl ten anion a kation že jo.“ (AŽ18) „Jeden bral elektrony a jeden je ztrácel, ale teď fakt nevím, jak to bylo.“ (AŽ17) „Anion ztrácel a kation bral? Ne, tak naopak.“ (AŽ7). Na modely atomu žáci odpověděli, že si nepamatují, že bychom něco takového dělali. Asi u dvou žáků bylo vidět, že si vzpomněli, když jsem připomínala „Pudinkový model“, ale nedokázali říct, jak vypadal, ani nic víc k tomuto tématu.

**Druhá otázka: Vadilo ti něco na použitých aplikacích? Co se ti na nich nelíbilo? Jsou některé, které ti přijdou moc složité, nesrozumitelné?**

„Nejvíc mi vadil ten text. To je fakt hrozně dlouhý a nepřehledný a zase bez toho se většinou ty animace nedaly úplně pochopit. Takovej začarovanej kruh.“ (AŽ8) „Taky ten text. Zbytečně dlouhej.“ (AŽ12). Další žáci přikyvovali, že jim také texty k animacím nevyhovovaly. „Pro mě ty modely atomů, ty si ani moc nepamatuju, ale vím, že to bylo hrozný.“ (AŽ21) „Valenční elektrony.“ (AŽ20). Zeptala jsem se žáka, co mu na této animaci přišlo nesrozumitelné nebo moc složité. „Já nevím, prostě celkově jsem to vůbec nepochopil. To tam mohlo být jednoduše řečeno, že valenční jsou prostě jenom ty na konci.“ (AŽ20).

**Třetí otázka: Bavila tě práce s aplikacemi? Vzpomeneš si, se kterou nejvíc? Proč tě s ní práce bavila? Co ti pomohla pochopit?**

„Valenční elektrony. To bylo právě strašně lehký. Bavila mě pak ta práce s tím, co byla dál, jako zakreslovat elektrony do těch vrstev a tak.“ (AŽ21) „Ty symboly, prostě to bylo vtipný.“ (AŽ14). Ostatní žáci přikyvovali, že je práce s aplikacemi baví. Snažila jsem se je ještě rozmluvit, aby mi řekli konkrétní příklady. „Ten atom byl dobrej, že jsme tam viděli, jak se hýbou ty elektrony, a že jsou v jádru protony a neutrony. Já nevím.“ (AŽ19) „Mně třeba bavila ta elektronegativita, protože jsme to měli ve skupinách a přišlo mi to takový jednodušší a celkem pochopitelný ta animace.“ (AŽ17).

**Čtvrtá otázka: Otevřel/a jsi doma některou z aplikací, které jsme v posledních hodinách chemie používali? Proč? Ukázal/a jsi aplikaci někomu jinému? A vysvětlil/a jsi s její pomocí nějaký princip nebo děj?**

Na tuto otázku se přihlásilo 5 žáků (AŽ3, AŽ5, AŽ6, AŽ8, AŽ21). „*Já jsem si prohlížela ty vazby. Polární, nepolární a iontovou, protože jsem to moc nechápala a pomohlo mi to. Doma jsem to ukazovala babičce, ale nic jsem jí nevysvětlovala, spíš jsem jí to chtěla ukázat.*“ (AŽ3) „*No, já jsem teda žádnou konkrétní nevyužil jako na učení. Spíš mě zajímalo, jestli tam k tomu ještě něco není a pak jsem projížděl další a koukal jsem tam na to shrnutí a tak.*“ (AŽ8) „*Já taky, nic konkrétního, spíš jsem to tak projížděl.*“ (AŽ5). To samé řekli i další dva žáci.

**Pátá otázka: Přišlo ti použití aplikace vhodné k lepšímu pochopení učiva? U kterých aplikací, na které si vzpomeneš, to platí více, a u kterých méně? Připadalo ti, že některá aplikace spíše zatemnila to, co ti měla pomoci vysvětlit? Která to byla a proč?**

„*Pro pochopení v pohodě, ale lepší to je s komentářem.*“ (AŽ19) „*Mně se líbily asi všechny, jen nevím ty modely atomu, na ty jsem buďto chyběl nebo si to vůbec nepamatuju.*“ (AŽ12) „*Podle mě, kdyby tam místo toho dlouhého textu dali nějaký audio, který by mluvílo, tak by to bylo úplně super.*“ (AŽ8) „*Za mě v pohodě, jenom ty valenční elektrony, ale to už jsem říkal.*“ (AŽ20) „*Mně se líbily ty s atomem, vazbama, ty ionty, ale taky si teda upřímně vůbec nepamatuju ty modely a taky ty dvojný a trojný vazby vím, že byly zbytečně složité. Jsem si to tady zkoušela kreslit a jsou tu jenom samý čáry. Přitom to bylo fakt jednoduchý.*“ (AŽ7).

**Šestá otázka: Zdá se ti lepší výuka s aplikacemi nebo bez jejich použití? Proč si to myslíš? Je to jen proto, že jsou pro tebe nové a zábavné nebo tam vidíš i jiné důvody?**

Zde se žáci shodli, že je výuka lepší a zajímavější s aplikací. „*Já v tom vidím výhodu v tom, že ta hodina pak rychleji uteče. Než si rozdáme ty tablety, než se tam přihlásím. To pak děláme o tolik času míň.*“ (AŽ14) „*Já si to určitě dokážu líp zapamatovat, když se to hýbe.*“ (AŽ3) „*Je to jednodušší na používání. Učebnici musím listovat, pak číst a tady stačí najet na obrázek a spustí se animace. Je to rychlejší a pohodlnější. Krom toho, že ty naše učebnice jsou fakt hrozný.*“ (AŽ2) „*V učebnici jsou hlavně jen obrázky, tady je hezky vidět třeba u*

*toho atomu, jak se ty elektrony hýbou. Nebo u těch vazeb. To si prostě z obrázku nikdy nepředstavím.*“ (AŽ6).

Třída B

Dne 28.2. 2023 proběhl výstupní rozhovor se žáky této třídy na téma aplikace VividBooks, jejich používání a funkce v hodinách chemie. Rozhovoru se zúčastnilo 9 dívek a 12 chlapců.

**První otázka: Jak ti vyhovovalo používání aplikací VividBooks v posledních hodinách chemie? Na které aplikace si vzpomínáš? A vzpomeneš si, co daná aplikace vysvětluje?**

*„Pro mě to bylo docela uspokojující.“* (BŽ4) *„Je to strašně krásné, ale je problém, že je tam chemie.“* (BŽ8) *„Ty animace jsou super.“* (BŽ21). Ostatní žáci přikyvovali, že se jim s aplikací pracovalo dobře, a tak jsme přešli k další části první otázky. *„Já si pamatuju ty vazby. Jednoduchá, dvojná a trojná.“* (BŽ21) *„No to bylo skvělý no, z toho jsem toho moc nechytíl.“* (BŽ11) *„Vždyť to bylo úplně jasný. Prostě se tam jen dopočítávalo do osmi.“* (BŽ21). Zeptala jsem se žáka, co myslí tím dopočítáváním do osmi. *„No že každej ten atom chtěl mít osm elektronů, takže když mu chyběl jeden, tak se vázal jednoduchou vazbou, když dva, tak dvojnou a když tři, tak trojnou.“* (BŽ21) *„Pak ještě vazby ty polární a nepolární.“* (BŽ1) *„Jo, ty byly nějak podle elektronegativity, tu jsme měli my.“* (BŽ6) *„No, to přetahování elektronů podle toho, jak je prvek měl větší tu hodnotu.“* (BŽ3) *„Pak atom. Ale tam bylo snad jenom jak vypadá.“* (BŽ16) *„Ještě tam pak byly ty animace s obalem. Jak se tam určovaly ty počty elektronů.“* (BŽ2) *„Valenční elektrony. To jsou ty poslední.“* (BŽ16). Dále žáci mlčeli, tak jsem se začala doptávat. Nejprve jsem se vrátila k vazbám, protože jednu zapomněli zmínit. *„Iontová, ale to je asi tak všechno, co vím.“* (BŽ8) *„No a tvorba iontů, to tam taky bylo u té vazby. Kladný kation a záporný anion.“* (BŽ21). Zeptala jsem se, jak vznikne takový kation nebo anion. *„Kation ztratí elektron a anion ho vezme.“* (BŽ1). Jako poslední jsem chtěla žáky dovést k tématu modelů atomu, ale nikdo nereagoval. Zkusila jsem nápovědu na „Pudinkový model“, na kterou se ozval jeden žák. *„To tam bylo, ježiš, já si teď úplně nevzpomenu, ale něco takovýho tam bylo. Jako jak si nejdřív mysleli, že vypadá atom. Víc ale nevím.“* (BŽ21).

**Druhá otázka: Vadilo ti něco na použitých aplikacích? Co se ti na nich nelíbilo? Jsou některé, které ti přijdou moc složité, nesrozumitelné?**

*„Zbytečně dlouhý text k těm animacím.“ (BŽ1) „To jo, nebo by ty animace měly být udělaný tak, že k tomu ten text nebude potřeba.“ (BŽ2) „Ten výklad by mohl někdo namluvit a my bysme si to k tomu pustili.“ (BŽ11) „Třeba u těch modelů si myslím, že to tam mělo být nějak popsáné víc. Ty mi přišly trochu nesrozumitelný.“ (BŽ21) „Já si myslím, že by ty animace měly být zajímavější. Nic extra se tam nedělo, ani u jedný.“ (BŽ13) „Mně u některých přišlo, že tam ty animace vlastně ani nemusely být, když tam byl ten text nebo naopak. Třeba u elektronegativity, a ještě někde to určitě tak bylo.“ (BŽ1).*

**Třetí otázka: Bavila tě práce s aplikacemi? Vzpomeneš si, se kterou nejvíc? Proč tě s ní práce bavila? Co ti pomohla pochopit?**

*„Celkově ta aplikace mi přijde dobrá.“ (BŽ19) „Tak na půl, jak kdy a jak co. Bavily mě spíš ty zezačátku, jako ten atom nebo třeba valenční elektrony. Tam to bylo takový jasný.“ (BŽ9) „Mně se líbila ta první s atomem, jak jsme to měli popsat. Ta mi přišla taková jasná a hezky to z toho bylo všechno vidět.“ (BŽ20) „S těma valenčníma elektronama. To bylo dobrý a pak to kreslení mě bavilo, bylo to fakt jednoduchý.“ (BŽ7).*

**Čtvrtá otázka: Otevřel/a jsi doma některou z aplikací, které jsme v posledních hodinách chemie používali? Proč? Ukázal/a jsi aplikaci někomu jinému? A vysvětlil/a jsi s její pomocí nějaký princip nebo děj?**

Zde se přihlásily dvě žákyně (BŽ1, BŽ12). Obě dvě ale řekly, že se jen ze zvědavosti dívaly po aplikaci, takže žádné konkrétní animace neřekly. Nikomu jinému aplikaci neukazovaly.

**Pátá otázka: Přišlo ti použití aplikace vhodné k lepšímu pochopení učiva? U kterých aplikací, na které si vzpomeneš, to platí více, a u kterých méně? Připadalo ti, že některá aplikace spíše zatemnila to, co ti měla pomoci vysvětlit? Která to byla a proč?**

*„No, takhle, celkově aplikace moc ne kvůli tomu textu, ale jenom ty animace jsou dobrý a určitě pro pochopení lepší než třeba obrázky.“ (BŽ7) „Ty animace někdy jo, třeba u atomu nebo u těch elektronů, to bylo v pohodě, ale totálně jsem shořel na těch vazbách. To bylo*



*úplně mimo. Bylo tam strašně moc věcí, vůbec jsem to nechápal.“ (BŽ19) „Za mě jsou ty animace dobrý, ale dala bych to spíš jako opakování než jako učení. Třeba ty vazby mi přišly z těch animací hrozně složité, ale přitom to tak hrozný nebylo.“ (BŽ2) „Já ty animace teda spíš nechápu. Něco se tam točí, no ale co.“ (BŽ4) „Mně se to fakt líbí a nepříjde mi, že by to bylo složité. Jediný, co si moc nepamatuju, tak jsou ty modely, ale jinak jsem všechno pochopil hned.“ (BŽ21) „Já bych jenom třeba vyškrtala ten text, nebo jak tady říkali, tak to namluvit do těch animací, ale jinak je to v pohodě, přišlo mi to docela srozumitelný.“ (BŽ1).*

**Šestá otázka: Zdá se ti lepší výuka s aplikacemi nebo bez jejich použití? Proč si to myslíš? Je to jen proto, že jsou pro tebe nové a zábavné nebo tam vidíš i jiné důvody?**

*Žáci kývali, že jim přijde lepší výuka s používáním aplikace, ale jen pár žáků řeklo důvod. „Určitě s aplikací. Všechny hodiny jsou hrozně stejny. Zápisky, učebnice, prezentace, maximálně nějaký obrázek. Tak tohle je aspoň nějaká změna.“ (BŽ7) „Já si nemyslím, že je to jen kvůli tomu, že je to nový. Prostě je to zajímavý a víc to přiblíží tu realitu, když se to hýbe.“ (BŽ2) „Já si to určitě líp zapamatuju, když to vidím na tý animaci, a i je to lepší na pochopení.“ (BŽ21).*

Třída C

Dne 1.3. 2023 proběhl výstupní rozhovor se žáky této třídy na téma aplikace VividBooks, jejich používání a funkce v hodinách chemie. Rozhovoru se zúčastnilo 10 dívek a 11 chlapců.

**První otázka: Jak ti vyhovovalo používání aplikací VividBooks v posledních hodinách chemie? Na které aplikace si vzpomínáš? A vzpomeneš si, co daná aplikace vysvětluje?**

*„Mně se to líbí, je to přehledný, pro mě je to lepší na pochopení.“ (CŽ3) „Dobrý to bylo.“ (CŽ17) „Jo, za mě taky v pohodě.“ (CŽ8). Žáci se k používání aplikace stavili pozitivně, tak jsme přešli k druhé části otázky. „Vazby, to bylo v těch skupinách naposled.“ (CŽ10) „Jednoduchá, dvojná a trojná.“ (CŽ7) „Ale ty jsem nemyslel, já myslel ty druhý, jak se to jmenovalo ...“ (CŽ10) „Polární a nepolární.“ (CŽ1) „A iontová.“ (CŽ5). Žáků jsem se zeptala, jestli si vzpomenu, co dané animace vysvětlovaly, jestli si z nich něco pamatují.*

„Jo, byly tam vždycky ty dva prvky a přetahovaly se o to lano že jo.“ (CŽ15) „Tak tam šlo o tu hodnotu ... no, to číslo, teď si nevzpomenu, jak se to jmenovalo, je to tady v tabulce. Elektronegativita. A vždycky prvek, kterej měl to číslo větší, tak byl vlastně silnější.“ (CŽ1) „Ty hodnoty se přičítaly nebo odečítaly.“ (CŽ3) „Odečítaly a podle toho výsledku to pak byla ta vazba. Největší rozdíl měla ta iontová.“ (CŽ5) „Taky byla nějaká ta animace na ionty, to bylo s téma vlasama, že jo, jak se lepily na ten hřeben.“ (CŽ18) „Počkat a nebylo to jako ta tvorba aniontu a kationtu na ionty?“ (CŽ4) „To tam bylo taky.“ (CŽ5) „Kation je kladně nabitý, takže přidá elektrony a anion záporně, takže dá.“ (CŽ1) „Není to obráceně?“ (CŽ7). Žák (CŽ1) šel na tabuli nakreslit 2 atomy chloru a jednomu přidal elektron a jednomu elektron ubral. „Takže tohle je anion.“ (CŽ1). Žák ukazoval na atom, kterému přidal elektron. „Tohle tam taky bylo na nějaký animaci.“ (CŽ4) „To byly ty valenční elektrony, tam bylo to určování počtu valenčních elektronů a že je to ta poslední vrstva.“ (CŽ7) „Atom taky na začátku, jako že jak vypadá.“ (CŽ18). Když už neměli žáci žádné další nápady, zeptala jsem se, jestli si vzpomínají ještě na jednu animaci, kterou jsme prošli, a to modely atomu. „Tak na to jsem asi chyběl.“ (CŽ11) „Já taky.“ (CŽ12) „To jsme nedělali.“ (CŽ2). Zkusila jsem žákům připomenout „Pudinkový model“ nebo „Planetární model“. Po připomenutí bylo vidět, že si někteří vzpomněli. „Jo, to jsme tam měli, bylo tam těch animací víc, ale už si to vůbec nepamatuju.“ (CŽ7).

**Druhá otázka: Vadilo ti něco na použitých aplikacích? Co se ti na nich nelíbilo? Jsou některé, které ti přijdou moc složité, nesrozumitelné?**

„Jako vyloženě, že by něco vadilo, to ne, ale pro mě je lepší, když to vysvětluje učitel a já to z toho pak líp pochopím.“ (CŽ6) „Mně by se líbilo, kdyby tam byly třeba nějaký testovací otázky, který by se mi pak rovnou opravily. Když jsem se na to koukal doma, tak jsem nevěděl, jestli jsem to pochopil správně, to byly ty valenční elektrony.“ (CŽ3) „Já si myslím, že ty vazby, jednoduchá, dvojná a trojná, by tam mohly být jednodušší. Moc jsem se v tom nevyznal.“ (CŽ11) „Já si fakt vůbec nevybavím ty modely atomu, takže to si myslím, že mě asi moc nebavilo.“ (CŽ5).

**Třetí otázka: Bavila tě práce s aplikacemi? Vzpomeneš si, se kterou nejvíc? Proč tě s ní práce bavila? Co ti pomohla pochopit?**

Zde žáci jednohlasně odpovídali, že je práce s aplikací bavila. „*Mně bavil ten atom, když jsme vlastně měli říkat, co tam vidíme. Přišlo mi to jednoduchý.*“ (CŽ21) „*To mě taky.*“ (CŽ6) „*Elektronegativita, pořád si pamatuju, jak se tam ty atomy přetahovaly.*“ (CŽ3) „*Mně bavily ty valenční elektrony. Bylo to logický a jasný. To kreslení byla sranda.*“ (CŽ18) „*Ty vazby byly fajn, jako polární, nepolární a iontová. To se taky dalo z té animace docela dobře pochopit.*“ (CŽ5).

**Čtvrtá otázka: Otevřel/a jsi doma některou z aplikací, které jsme v posledních hodinách chemie používali? Proč? Ukázal/a jsi aplikaci někomu jinému? A vysvětlil/a jsi s její pomocí nějaký princip nebo děj?**

Na tuto otázku odpovědělo kladně osm žáků (CŽ1, CŽ3, CŽ5, CŽ7, CŽ8, CŽ13, CŽ15, CŽ18). „*Já jsem nějak zapomněl ty valenční elektrony, tak jsem se na to koukal doma.*“ (CŽ3) „*Já jsem se z toho teda neučila, ale ukazovala jsem to doma bráchovi.*“ (CŽ13). Žákyně jsem se zeptala, jestli ukazovala nějakou konkrétní animaci, nebo jestli bratrovi něco z toho vysvětlovala. „*Ne, jen jsem mu to chtěla ukázat a jenom jsme to tak prohlíželi.*“ (CŽ13) „*Já se z toho učil ty vazby polární, nepolární a iontovou.*“ (CŽ7) „*Já jsem to tenkrát otevřela, protože jsem zapomněla, jak se zaplňují ty jednotlivé vrstvy v atomu.*“ (CŽ18) „*Já jsem teda nic z toho, co jsme dělali ve škole neotevřel, ale tak jsem byl zvědavěj, co tam ještě je. Spíš jsem to tak prohlížel.*“ (CŽ1). K tomuto komentáři se přidali i zbylí žáci, kteří aplikaci použili.

**Pátá otázka: Přišlo ti použití aplikace vhodné k lepšímu pochopení učiva? U kterých aplikací, na které si vzpomeneš, to platí více, a u kterých méně? Připadalo ti, že některá aplikace spíše zatemnila to, co ti měla pomoci vysvětlit? Která to byla a proč?**

„*Jak kdy, třeba ten obal atomu, tam jsem to moc nechápala, ale ostatní byly v pohodě.*“ (CŽ4) „*Pro mě je vždycky lepší, když to slyším, takže na pochopení látky ne.*“ (CŽ2) „*Ten text je hrozná slohovka. Kdyby to bylo třeba jen v bodech, jako si děláme zápisky, tak by to bylo lepší. Takhle mi to nepřijde lepší na pochopení.*“ (CŽ3) „*Mně ty animace přijdou super, ale až na nějaký procvičování než vyloženě pochopení.*“ (CŽ18) „*Pro mě je to lepší, když se to hýbe, líp si to zapamatuju, ale bylo by fajn, kdyby to i mluvilo. Třeba by šlo i vybrat hlas, kterej na mě bude mluvil.*“ (CŽ12)

**Šestá otázka: Zdá se ti lepší výuka s aplikacemi nebo bez jejich použití? Proč si to myslíš? Je to jen proto, že jsou pro tebe nové a zábavné nebo tam vidíš i jiné důvody?**

*„Vyhovuje mi obojí, nechal bych to vyváženě půl na půl.“ (CŽ11) „Klidně víc aplikace, není to nuda a líp si to představím, když vidím to video.“ (CŽ19) „Kdyby byl u videa ten hlas, který by to vysvětloval, tak by to bylo úplně skvělý. Takhle je to dobrý, ale potřebuju k tomu občas to vysvětlení. Takže asi taky půl na půl.“ (CŽ7) „Tak já si myslím, že prostě některý lidi nemají dobrou představivost a tohle musí pak hodně pomoci. Je rozdíl koukat na obrázek nebo na animaci.“ (CŽ1) „Mně se to líbí, ale občas bych to zjednodušila. Třeba ty vazby by mohly být trochu jednodušší.“ (CŽ9)*

### **Pohled asistentů pedagoga na používání VividBooks ve výuce chemie**

**První otázka: Zdála se Vám výuka chemie s použitím aplikací více efektivní?**

*Asistent A: „Ano, přijde mi, že je to takové lépe pochopitelné. Já sama když jsem se učila na zkoušku, tak jsem se učila ty základy z animací a dost mi to pomohlo.“*

*Asistent B: „Ano. Nebo alespoň pro větší půlku ano. Některým totiž pak stačí, když se na to dívají, pak si to ještě říkáme a poměrně rychle to z toho pochopí a nemusí se nic šprtat.“*

*Asistent C: „Ano, určitě je to lepší pro tu představivost.“*

**Druhá otázka: Zdálo se Vám, že žáci pomocí aplikace lépe pochopili učivo?**

*Asistent A: „Rozhodně, ta vizualizace je strašně vidět na tom pochopení.“*

*Asistent B: „No, jedné části žáků určitě, ale přijde mi, že těm, kteří hůř chápou, to moc nepomáhá. Tam si myslím, že jim víc dá klasický výklad.“*

*Asistent C: „Ano, budu se opakovat, ale já v tom vidím strašnou výhodu to, že si děti pod tím atomem opravdu dokážou představit něco. Jinak je to všechno hrozně abstraktní a tohle jim moc pomáhá.“*

**Třetí otázka: Vadilo Vám něco na použitých aplikacích? Podporovaly činnost učitele? Podporovaly činnost žáků? Nezdálo se Vám, že je to zbytečné?**

*Asistent A: „Já jsem na tom žádné nevýhody nenašla. Zbytečné mi to určitě nepřijde.“*

Asistent B: „*Neřekla bych, že by mi tam něco vadilo a zbytečné mi to nepřišlo. Ti chápavější si z těch animací vlastně pochopili všechno, co měli a vůbec nepotřebovali tu pomoc učitele.*“

Asistent C: „*Zbytečné mi to nepřišlo. Nevzpomínám si na nic, co by mi tam vadilo. Přišlo mi, že se do toho děti vždycky pustily s nadšením.*“

**Čtvrtá otázka: Jak se žáci tvářili na výuku s využitím aplikací? Zaznamenali jste na nich něco nového, zajímavého, něco, co jste u nich ve výuce bez aplikací nezaznamenali?**

Asistent A: „*Žáci se na tohle tváří vždycky dobře, jsou to technologie, tak je to baví. Lépe se soustředí a jsou i tišší.*“

Asistent B: „*Ti bystřejší dobrý, ale u nás ve třídě máme děti, které nemají rády technologie, nerozumí si s počítačem, s tabletem a tak. Takže u těch bylo vidět, že je to švalo. I když zezáátku to bylo mnohem horší, teď ke konci mi přišlo, že už se s tím celkem naučily a moc jim to nevadilo. I tak mají ale radši klasickou výuku, kdy je jim látka vysvětlována.*“

Asistent C: „*Děti to berou dobře a přijde mi, že mnohem lépe vnímají. To jde hezky vidět, že když se jim spustí ta animace, tak hned všichni zpozorní a soustředí se mnohem lépe.*“

**Pátá otázka: Zdála se Vám lepší výuka s využitím aplikací nebo výuka bez jejich využití? V čem je to nejvíce viditelné? Co se naopak u obou přístupů nelišilo?**

Asistent A: „*Určitě s využitím aplikace. Přijde mi, že s tou aplikací je to nutí víc přemýšlet a my je maximálně navedeme na řešení. Taky mi přijde, že to lépe pochopí a víc si zapamatují.*“

Asistent B: „*Ono je fajn to prokládat, ale celkově je dobrá ta aplikace pro lepší představivost, ty hodiny jsou pak od ostatních trochu jiné a nemají to tak moc monotónní.*“

Asistent C: „*Za mě rozhodně s aplikací. Je tam dost vidět rozdíl v jejich pozornosti a vnímáním. Také to pochopení látky mi přijde lepší. Dětem se moc nechce učit a tady mi přijde, že si z té hodiny odnášejí poměrně dost a pak, když si to třeba před hodinou opakujeme, tak si na ty animace dost vzpomínají.*“

### 3 Diskuse a závěr

Při vstupních rozhovorech měli žáci za sebou jen pár ojedinělých zkušeností s aplikacemi VividBooks. Jejich reakce na práci s aplikacemi byly převážně kladné. Žáci kladně hodnotili zábavnou formu animací s prvky AR, odchýlení od klasické výuky, zjednodušení učiva nebo lepší představu daného děje. Několik žáků se ale vyjádřilo spíše negativně, protože jim animace přišly složitější pro pochopení učiva, nebo dokonce zbytečné. Za zbytečné mohli žáci označit animace z důvodu, že jsme si při seznamování s aplikacemi VividBooks představovali převážně takové animace, které jsme ukázali v hodinách chemie i reálným pokusem, např. změna skupenství látek nebo oddělování složek ze směsí. Žáci tedy více ocenili samotný reálný pokus než jeho animaci. Ve výstupních rozhovorech, uskutečněných po systematickém zařazování animací v tématech souvisejících s mikrosvětlem, je již žádní žáci za zbytečné neoznačili. V pozitivním hodnocení se opakovala srozumitelnost a lepší zapamatování a pochopení učiva díky použitým animacím. Žáci se ve všech třídách shodli, že se jim animace líbily, ale text, který je doprovázel, byl dlouhý a nesrozumitelný. Pro některé žáky bylo složité pochopit animace bez pomoci a označili je za dobré pro opakování učiva, ale nikoliv pro samotné pochopení učiva. Častou žádostí žáků o změnu na animacích bylo jejich doprovázení mluveným slovem, protože některým žákům pomáhá k pochopení nejen vizuální stránka. Neznamená to, že by žáci chtěli u animací výklad, ale důležité informace, které se nacházely v průvodním textu, by byly mluvenou součástí animací.

Pohled asistentů pedagoga na využití animací byl při vstupních rozhovorech kladný. U asistenta B byla obava o pozornost a spolupráci žáků, kteří neradi s technikou pracují. Ve výstupních rozhovorech asistenti hodnotí kladně soustředěnost a spolupráci žáků při práci s animacemi. S porovnáním s ostatními hodinami byli žáci dle asistentů nuceni více sami přemýšlet, a tím si učivo lépe zapamatovali.

Žáci s aplikacemi AR VividBooks pracovali velmi ochotně. Největší potíže žákům dělala dvě témata – „Modely atomu“ a „Chemická vazba“. Při výstupních rozhovorech si ani v jedné třídě žáci sami na téma „Modely atomu“ nevzpomněli a přibližně polovina žáků z každé třídy tvrdila, že ve škole na tuto hodinu chyběla, i když tomu tak reálně nebylo. Ani po nápovědách, co bylo na animacích, si spousta žáků na toto téma nevzpomnělo. Možná to bylo tím, že zbylá témata na sebe více navazovala (atom – obal atomu – vznik iontu –

chemické vazby), takže např. pojmy atom, elektrony, valenční elektrony se často opakovaly. Druhé téma, které žáci označovali za náročnější, byla „Chemické vazba“. Konkrétně vznik dvojné a trojné vazby žáci označovali za nepřehledný, ale po společném vysvětlení se vše vyjasnilo. Na toto téma si při výstupních rozhovorech vzpomněly všechny třídy. Na rozdíl od modelů atomu byla chemická vazba žákům předvedena jako poslední, takže ji žáci uváděli jako jednu z prvních. Na ostatní animace si žáci vzpomněli poměrně podrobně, nebo se navzájem doplňovali. Někteří žáci věděli, co se v animaci děje, ale zapomněli, jak to pojmenovat. Při práci s animacemi žákům nebylo nijak pomáháno a nebyly jim principy v animaci vysvětlovány učitelem ani asistentem. Často se však stávalo, že žáci museli být „postrčeni“ ke správnému počínání. To bylo zajištěno většinou jen zastavováním animace a otázkami, co se v nich právě stalo.

Celkově tedy můžeme shrnout, že pravidelné zahrnování animací s prvky AR do výuky chemie na základní škole v tématech dotýkajících se mikrosvěta má pozitivní efekt. Při výuce, která tímto způsobem probíhala, jsme zaznamenali lepší pozornost, soustředění a větší samostatnost žáků. Při výstupních rozhovorech si žáci většinou dokázali vzpomenout, co jednotlivé animace představovaly, dokázali je popsat a vysvětlit.

## Seznam použitých informačních zdrojů

- 1) *Aplikace VividBooks*. Praha: VividBooks, 2022 [online]. [cit. 2022-10-02].  
Dostupné z: <https://app.vividbooks.com/>
- 2) AUKSTAKALNIS, S. (2017). Practical augmented reality: a guide to the technologies, applications and human factors for AR and VR. *Boston: Addison-Wesley*. xx, 420 s. ISBN 9780134094236.
- 3) AZUMA R. T.. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Malibu: Hughes Research Laboratories*.  
Dostupné z: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- 4) BAŠKARDA, S. (2014). Qualitative case study guidelines. *The Qualitative Report*, 19, 1–25. [online]. [cit. 2023-09-01].  
Dostupné z: <https://nsuworks.nova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1008&context=tqr>
- 5) BILLINGHURST, M. (2002) Augmented Reality in Education. *New Horizons for Learning* [online]. [cit. 2022-08-25].  
Dostupné z: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/4810740/ar\\_edu-libre.pdf?1390838395=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAugmented\\_reality\\_in\\_education.pdf&Expires=1680955924&Signature=HbRLzVIhqAv8BgJmD4V4IsLD6xnBtL8B4AWb9~sDVmCIZJpnzfMg7cKP2l8QpD~KxhScRkcLzpNThUWxZiobTYa5y2znfeT~gDrIJeXcYzLT9SF63MP2t4STBtuqESBSWA15loLHm0hrmDVFwngsX8dAXoOfWXzMbr7G-CAtSllgrFiWQjVC7Pax-mCXpDOSx99itSQppbBV8QcaVYe24IsICa-OXDMJQFU5~OCy3UUuatgOpxr4SBIZURwGNq-dlEQKexYghHxQRKHsZSuMslc7EHn7p9DlXyNztbBYmvQpNaPY9PW-BlcL3XWTXcZQjKLCwCfJBAaidbPjAWd1g\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/4810740/ar_edu-libre.pdf?1390838395=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAugmented_reality_in_education.pdf&Expires=1680955924&Signature=HbRLzVIhqAv8BgJmD4V4IsLD6xnBtL8B4AWb9~sDVmCIZJpnzfMg7cKP2l8QpD~KxhScRkcLzpNThUWxZiobTYa5y2znfeT~gDrIJeXcYzLT9SF63MP2t4STBtuqESBSWA15loLHm0hrmDVFwngsX8dAXoOfWXzMbr7G-CAtSllgrFiWQjVC7Pax-mCXpDOSx99itSQppbBV8QcaVYe24IsICa-OXDMJQFU5~OCy3UUuatgOpxr4SBIZURwGNq-dlEQKexYghHxQRKHsZSuMslc7EHn7p9DlXyNztbBYmvQpNaPY9PW-BlcL3XWTXcZQjKLCwCfJBAaidbPjAWd1g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- 6) BRDLIČKA, B. (2008). Síťová generace podle Tapscotta. Metodický portál RVP.CZ [online]. [cit. 2023-04-07].  
Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/s/P/11753/SITOVA-GENERACE-PODLE-TAPSCOTTA.html>



- 7) BRDIČKA, B. (2011). Vliv technologií na děti prudce roste. [online]. Metodický portál: Inspirace a zkušenosti učitelů [cit. 2023-04-04].  
Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/11103/>
- 8) DARKE, P., SHANKS, G., & BROADBENT, M. (1998). Successfully completing case study research: Combining rigour, relevance and pragmatism. *Information Systems Journal*, 8(4), 273-289.
- 9) DENZIN, N. K., & LINCOLN, Y. S. (1998). *Collecting and interpreting qualitative materials*. London, England: Sage.
- 10) EDU.CZ. (2022). Inspirace k pořízení digitálních učebních pomůcek. [online]. [cit. 2023-04-04].  
Dostupné z: <https://www.edu.cz/inspirace-k-nakupu-digitalnich-pomucek/>
- 11) ELMQADDEM, N. (2019). Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality?. *International journal of emerging technologies in learning*. ISSN 1863-0383.  
Dostupné z: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/9289>
- 12) GERRING, J. 2007. *Case Study Research: Principles and Practices*. Cambridge University Press. ISBN 052185928X, 9780521859288.
- 13) Horizon report. (2020). 2020 EDUCAUSE Horizon report Teaching and learning edition. Educause.  
Dostupné z: [https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020\\_horizon\\_report\\_pdf.pdf?la=en&hash=08A92C17998E8113BCB15DCA7BA1F467F303BA80](https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020_horizon_report_pdf.pdf?la=en&hash=08A92C17998E8113BCB15DCA7BA1F467F303BA80)
- 14) CHANG, G., MORREALE, P. & MEDICHERLA, P. (2010). Applications of Augmented Reality Systems in Education. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of SITE 2010--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* 1380-1385). San Diego, CA, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). [online]. [cit. 2022-08-14].  
Dostupné z: <https://www.learntechlib.org/primary/p/33549/>.
- 15) CHEN, M.P., WANG, L.Ch., ZOU, D., LIN, S.Y., XIE, H. & TSAI, Ch.Ch. (2020). Effects of captions and English proficiency on learning effectiveness, motivation and

- attitude in augmented-realityenhanced theme-based contextualized EFL learning. Computer Assisted Language Learning. [online]. [cit. 2022-09-18].  
Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1704787>.
- 16) CHRASTINA, J. (2019). *Případová studie: metoda kvalitativní výzkumné strategie a designování výzkumu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5373-6.
- 17) IRWANSYAH, S. F., YUSUF, Y.M., FARIDA, I. & RAMDHANI, M. (2018). Augmented Reality (AR) Technology on The Android Operating System in Chemistry Learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Dostupné z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/288/1/012068>
- 18) JOHNSON, L., SMITH, R., LEVINE, A., & HAYWOOD, K. (2010). *The 2010 Horizon Report: Australia– New Zealand Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. ISBN 978-0-9825334-8-2  
Dostupné z: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED513479.pdf>
- 19) KALHOUS, Z. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál, ISBN 80-7178-253-X.
- 20) KESIM, M. & OZARSLAN, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-social and behavioral sciences*, 47, 297-302.
- 21) KLEMENT, M., DOSTÁL J., KUBRICKÝ J. & BÁRTEK K.. 2017. ICT nástroje a učitelé: adorace, či rezistence?. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5092-6.
- 22) MACARIU, C., IFTENE A. & GÎFU, D.. (2020) Learn Chemistry with Augmented Reality. *Procedia Computer Science*. ISSN 1877-0509, 2133 - 2142.  
Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920321542>
- 23) MŠMT. (2014). Strategie digitálního vzdělávání od roku 2020. [online]. [cit. 2023-04-04].  
Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-digitalniho-vzdelavani-do-roku-2020>
- 24) MUDRÁK, D. (2005). Implementace vzdělávacího prostředí Moodle v českých školách [online]. [cit. 2022-09-18].  
Dostupné z: <http://gynpo.lf1.cuni.cz/Data/files/E-learning/moodle.pdf>

- 25) NÚÑEZ, M., QUIRÓS, R., NÚÑEZ, I., CARDA, J. B., CAMAHORT, E., & MAURI, J. L. (2008, July). Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education. In *WSEAS international conference. Proceedings. Mathematics and computers in science and engineering* (Vol. 5, pp. 271-277). WSEAS.  
Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Quiros/publication/234777537\\_Collaborative\\_augmented\\_reality\\_for\\_inorganic\\_chemistry\\_education/links/02e7e51836a411d74f000000/Collaborative-augmented-reality-for-inorganic-chemistry-education.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Quiros/publication/234777537_Collaborative_augmented_reality_for_inorganic_chemistry_education/links/02e7e51836a411d74f000000/Collaborative-augmented-reality-for-inorganic-chemistry-education.pdf)
- 26) OLECKÁ, I. & IVANOVÁ, K. (2010) *Případová studie jako výzkumná metoda ve vědách o člověku* [online]. [cit. 2023-01-02].  
Dostupné z: [https://is.slu.cz/el/fvp/zima2021/UPPVIP033/um/Olecka\\_Ivanova\\_-\\_clanek\\_-\\_Pripadova\\_studie\\_jako\\_vyzkumna\\_metoda\\_ve\\_vedach\\_o\\_cloveku.pdf](https://is.slu.cz/el/fvp/zima2021/UPPVIP033/um/Olecka_Ivanova_-_clanek_-_Pripadova_studie_jako_vyzkumna_metoda_ve_vedach_o_cloveku.pdf)
- 27) RADU, I. Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. : *Personal and Ubiquitous Computing* [online]. 2014, 1533 - 1543 [cit. 2022-08-27].  
Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00779-013-0747-y>
- 28) RUSEK, M. Digitální technologie a výuka přírodních věd – na co se zaměřuje světový výzkum. Metodický portál: Články [online]. 17. 05. 2018, ISSN 1802-4785. [cit. 2023-04-04].  
Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/21735/DIGITALNI-TECHNOLOGIE-A-VYUKA-PRIRODNICH-VED-NA-CO-SE-ZAMERUJE-SVETOVY-VYZKUM.html>.
- 29) *RVP ZV* [online]. 2021 [cit. 2023-03-29].  
Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>
- 30) SARKER, M. N. I., WU, M., CAO, Q., ALAM, M. & LI, D. 2019. Leveraging Digital Technology for Better Learning and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Information and Education Technology* [online]. (7) [cit. 2023-04-04].  
Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/fcb1/d0d75bf9146a7b61fabb24a38758bd31dbb7.pdf>

- 31) ŠAFRÁNKOVÁ, Dagmar, 2019. Pedagogika. 2., aktualizované a rozšířené vydání  
Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5511-3.
- 32) URZÚA REYES, M. D. Augmented Reality for Learning Chemistry. *Institute for the Future Education* [online]. 2021, 22.3. 2021 [cit. 2022-08-04].  
Dostupné z: <https://observatory.tec.mx/edu-bits-2/augmented-reality-for-learning-chemistry>
- 33) VAN KREVELEN, D.W.F. & POELMAN, R. A Survey of Augmented Reality: Technologies, Applications and Limitations. *The International Journal of Virtual Reality* [online]. 2010, 1 - 20 [cit. 2022-08-28].  
Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/279867852\\_A\\_Survey\\_of\\_Augmented\\_Reality\\_Technologies\\_Applications\\_and\\_Limitations](https://www.researchgate.net/publication/279867852_A_Survey_of_Augmented_Reality_Technologies_Applications_and_Limitations)
- 34) VividBooks pro školy. *VividBooks* [online]. Praha: Vividbooks, 2022 [cit. 2022-08-04]. Dostupné z: <https://www.vividbooks.com/>
- 35) VividBooks pro školy. *VividBooks* [online]. Praha: VividBooks, 2022 [cit. 2022-12-01]. Dostupné z: <https://www.vividbooks.com/school/cz/proc-to-delame>
- 36) WARTHOVÁ, V. Rozšířená realita ve školství. *Metodický portál: Spomocník* [online]. 07. 02. 2013, [cit. 2022-07-29]. ISSN 1802-4785  
Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/17151/ROZSIRENA-REALITA-VE-SKOLSTVI.html>.
- 37) YIN, R. K. 2009. Case Study Research. Design and Methods. 4th ed. London: Sage Publications.
- 38) ZŠ *Velvary* [online]. [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: [https://zsvelvary.cz/?page\\_id=220](https://zsvelvary.cz/?page_id=220)

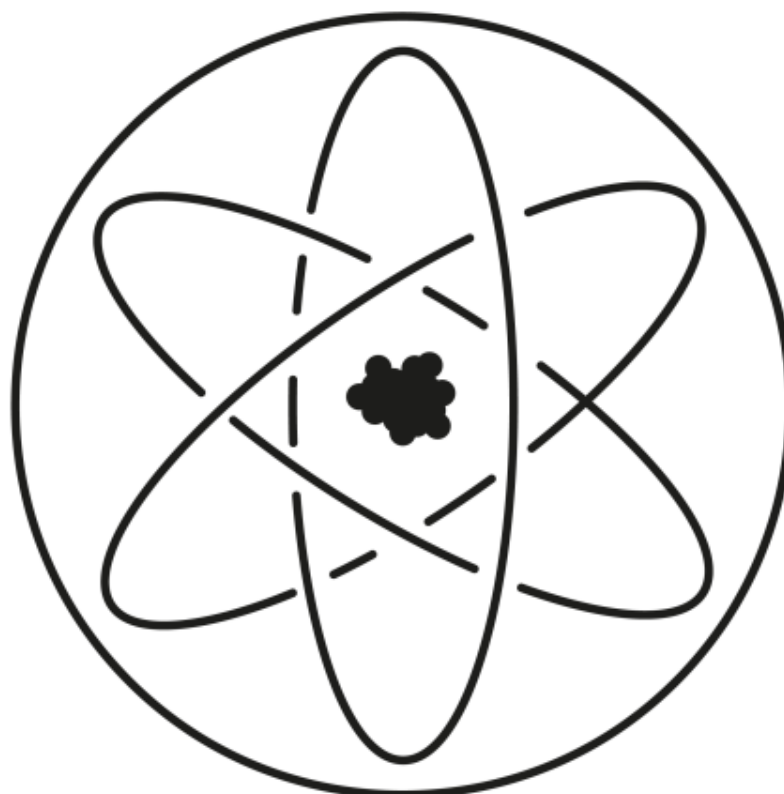
## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Příklad smíšené reality (Azuma, 1997) .....	9
Obrázek 2 - Pyramida učení dle Shapira (1992).....	10
Obrázek 3 – Ukázka z aplikace "Carbon hybridization AR" (Urzúa Reyes, 2021) .....	12
Obrázek 4 - Ukázka z aplikace AR Chemistry Learning (Macariu et al, 2020).....	13
Obrázek 5 – Ukázka aplikace VividBooks (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	14
Obrázek 6 - Náhled aplikace VividBooks Chemie (Aplikace Vividbooks, 2022).....	15
Obrázek 7 - Možnosti nastavení aplikace – tmavý vzhled (Aplikace Vividbooks, 2022) ..	16
Obrázek 8 - Kapitoly knihy Chemické látky a směsi (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	17
Obrázek 9 - Jednotlivé lekce ke kapitole Hmota a její vlastnosti (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	18
Obrázek 10 - Sdílení lekce (Aplikace Vividbooks, 2022).....	19
Obrázek 11 - Možnost použití AR (Aplikace Vividbooks, 2022).....	19
Obrázek 12 - Základní pracovní list bez otázek (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	20
Obrázek 13 - Rozšířený pracovní list s otázkami (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	21
Obrázek 14 - Ukázka oživlé animace (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	22
Obrázek 15 - Metodická příručka pro učitele (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	23
Obrázek 16 – Ukázka rejstříku knih Chemie a bezpečnost a Chemické látky a směsi (Aplikace Vividbooks, 2022) .....	24
Obrázek 17 - Fáze případové studie (Yin, 2009).....	27
Obrázek 18 - Stavba atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022).....	39
Obrázek 19 - Thomsonův model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022) .....	43
Obrázek 20 - Thomsonův model atomu – animace s elektrony (Aplikace VividBooks, 2022) .....	44
Obrázek 21 - Rutherfordův model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022) .....	44
Obrázek 22 - Bohrův model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022).....	44
Obrázek 23 - Kvantově mechanický model atomu – animace (Aplikace VividBooks, 2022) .....	45
Obrázek 24 - Obal atomu He – animace (Aplikace VividBooks, 2022) .....	51
Obrázek 25 - Obal atomu Ca – animace (Aplikace VividBooks, 2022) .....	52

Obrázek 26 - Obal atomu Og – animace (Aplikace VividBooks, 2022).....	52
Obrázek 27 - Vznik iontů česáním vlasů – animace (Aplikace VividBooks, 2022).....	57
Obrázek 28 – Vznik iontů přesunem elektronu – animace (Aplikace VividBooks, 2022) .	58
Obrázek 29 - Vznik aniontu a kationtu – animace (Aplikace VividBooks, 2022).....	58
Obrázek 30 - Elektronegativita vodíku a chloru – animace (Aplikace VividBooks, 2023)	62
Obrázek 31 - Elektronegativita v PSP – animace (Aplikace VividBooks, 2023) .....	63
Obrázek 32 - Nepochární vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023) .....	63
Obrázek 33 - Nepochární vazba Cl <sub>2</sub> – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	64
Obrázek 34 - Polární vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	64
Obrázek 35 - Polární vazba HCl – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	64
Obrázek 36 - Iontová vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	65
Obrázek 37 - Vznik iontů – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	65
Obrázek 38 - Iontová vazba KCl – animace (Aplikace VividBooks, 2023) .....	65
Obrázek 39 - Jednoduchá vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023) .....	75
Obrázek 40 - Vyznačení volných elektronových párů – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	75
Obrázek 41 - Vznik jednoduché vazby – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	75
Obrázek 42 - Tvorba dvojně vazby – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	76
Obrázek 43 - Dvojná vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023) .....	76
Obrázek 44 - Vznik trojně vazby – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	76
Obrázek 45 - Trojná vazba – animace (Aplikace VividBooks, 2023).....	77

Atomy a prvky — Atomová teorie

# Stavba atomu

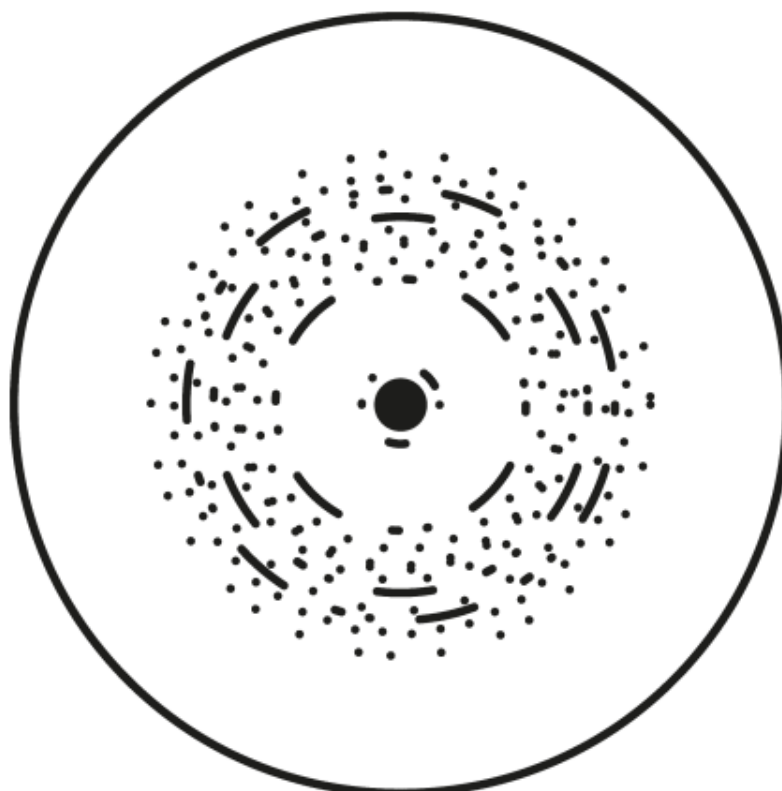


Tak trochu tušíme, že už jsi někdy slyšel(a) o atomu. Ale jen pro jistotu ještě jednou. Atomy jsou takové hodně malinké částice hmoty, ze kterých je (skoro jako z lega) poskládáno všechno kolem nás. A jsou opravdu hodně malé. V jedné kapce vody je jich víc, než kolik je zrníček písku na všech plážích světa. I přesto ale mají i atomy svou vnitřní strukturu a obsahují další ještě menší

částice. Ve středu každého atomu se nachází jádro, které je tvořeno kladnými protony a elektricky neutrálními neutrony. V okolí jádra, takzvaném obalu, se vyskytují záporné elektrony. Závěrem je třeba zmínit, že každý atom v základním tvaru má stejný počet elektronů a protonů. A kolik přesně? To nám o každém atomu říká jeho protonové číslo.

Atomy a prvky — Atomová teorie

# Modely atomu



Na atom se jen tak lupou nepodíváš, a přesto vědci dokázali i bez super moderních zobrazovacích metod zjistit, jak vypadá. Nebylo to tedy hned, to je pravda. Ve dvacátém století se vystřídalo hned několik modelů a každý z nich byl o něco blíže pravdě než ten předchozí. A jak blízko pravdě o podobě atomu jsme dnes? Tak na tuto odpověď

si musíme ještě nějaký čas počkat. Co ale víme, je, že elektrony kolem jádra neobíhají jako planety kolem Slunce. Ony se tam (a teď se podrž) prostě vyskytují. Objevují se a zase mizí. Jako kdyby měly nějaký částicový teleport. Místu, kde se vyskytují s největší pravděpodobností říkáme orbital, teoreticky se ale mohou objevit kdekoliv ve vesmíru.



Atomy a prvky — Atomová teorie

## Elektronový obal



Přestože elektronový obal představuje jen malý zlomek hmotnosti celého atomu, má naprosto zásadní význam pro chemické vlastnosti a chování prvků, protože se podílí na vzájemných vazbách mezi atomy. Elektrony se v něm vyskytují na takzvaných vrstvách různě vzdálených od jádra (v animaci jsou znázorněny pomocí kruhů, ve skutečnosti mají ale různé a někdy i podivné tvary). Rozmístění elektronů i kapacita jednotlivých vrstev nejsou náhodné, ale mají svá pravidla, která nejsou úplně jednoduchá. Proto se dnes na celou

situaci podíváme trochu zjednodušeně. Základ je, že do první vrstvy nejbliž jádru se vejdou maximálně dva elektrony a do druhé osm. U třetí vrstvy už je to ale těžší. Ta má u atomů s protonovým číslem 20 a míň kapacitu 8 elektronů, od protonového čísla 21 je to už ale 18 elektronů. A podobných specialit bychom našli víc. Další důležitou věcí je, že na chování atomu má největší vliv poslední vrstva, které říkáme valenční. Tato vrstva může obsahovat maximálně 8 elektronů a má na starosti vazbu mezi atomy.

# Ionty

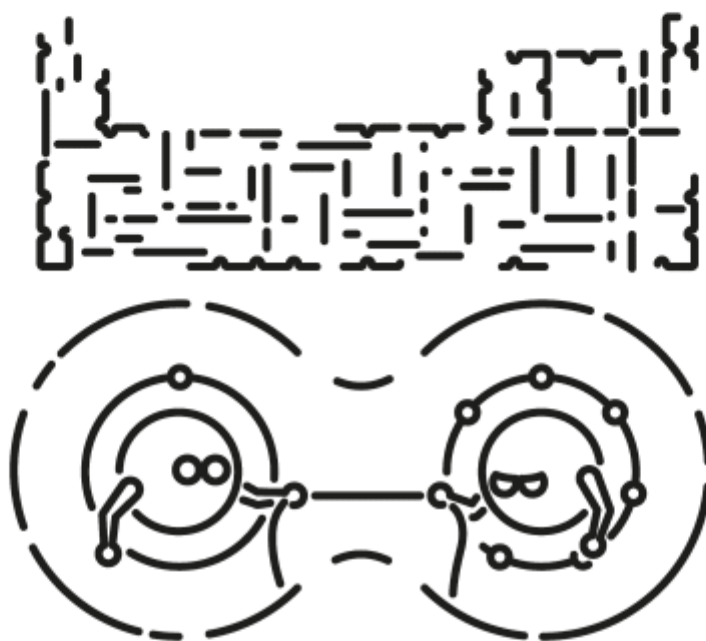


Asi jsme se už všichni setkali se situací, kdy naše vlasy navzdory nemalým snahám odmítají ležet tak, jak chceme my, a přilepují se během česání ke hřebenu nebo ještě lépe, odpuzují se jeden od druhého a stojí na všechny strany. Zamyslel(a) ses někdy, čím je to způsobeno? Na vysvětlení se musíme podívat jak jinak než do atomu. Jak už jistě víš, neporušený atom je elektricky neutrální, protože má stejný počet kladně nabitých protonů a záporně nabitých elektronů. Když ale atom ztratí elektron, stává se z něj kladně nabitý

iont (neboli kation). Když atom naopak elektron přijme, stane se z něj záporně nabitý iont (neboli anion), protože se v jeho „těle“ nachází více záporných elektronů než kladných protonů. Nabourat tímto způsobem atomy můžeme například třením, ke kterému dochází třeba při česání. Během něj přechází některé elektrony z vlasů do hřebene, a vlasy i hřeben se elektricky nabíjí. A proč jsou tedy vlasy ke hřebenu přitahovány? Jednoduše proto, že protiklady se v našem vesmíru velmi často přitahují.

Chemická vazba — Chemická vazba

# Elektronegativita

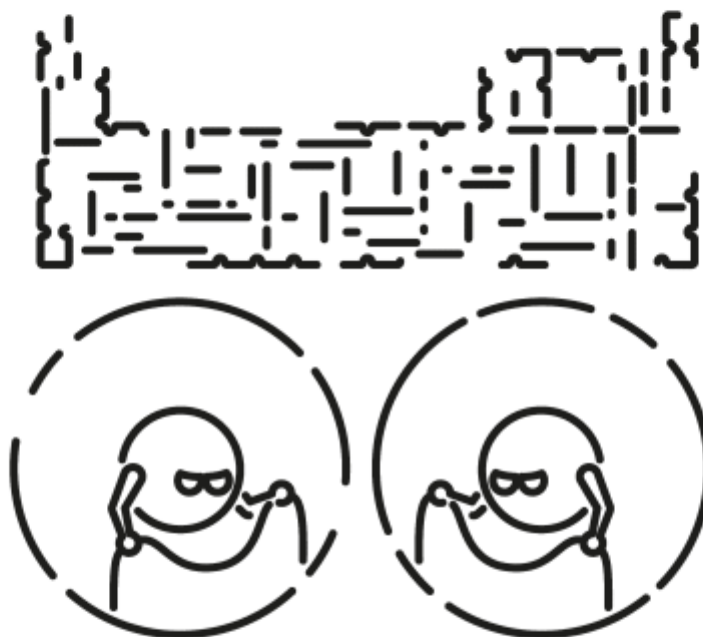


Na začátek malé opakování minulé lekce. Každý atom by měl rád plnou valenční vrstvu a některé atomy kvůli tomu navazují s jinými atomy chemické vazby. To znamená, že každý z atomů poskytne jeden nebo více valenčních elektronů a vytvoří navzájem jeden nebo více elektronových párů. Prakticky to vypadá tak, že když chce například chlor ještě jeden elektron, „půjčí“ si ho od nějakého sousedního chloru a tím vytvoří vazbu. Zároveň ale musí i on půjčovat jeden elektron svému

kamarádovi, se kterým v této chemické vazbě je. Pravda je, že tohle kamarádské půjčování je ve skutečnosti spíše sobecké přetahování a různé atomy jsou v něm různě dobré. Jak moc je atom „silný“ v přitahování elektronového páru, popisuje údaj jménem elektronegativita (značí se  $X$ ), který najdeš běžně v periodické tabulce prvků. Čím vyšší elektronegativitu atom má, tím více si vazebný elektronový pár přitahuje ke svému jádru.



## Polární a nepolární chemická vazba

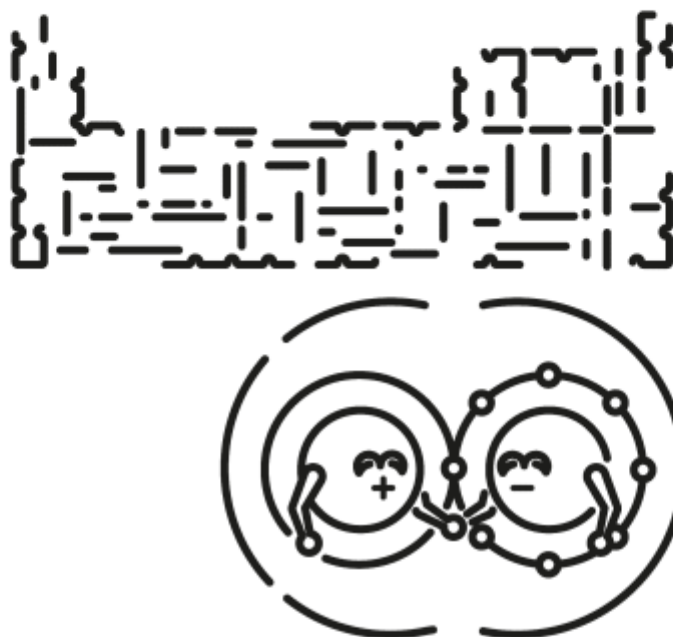


Atomy v molekulách drží pohromadě díky chemické vazbě, což pro tebe jistě není žádná novinka. V minulé lekci jsme si také řekli, že elektronegativita je schopnost atomu přitahovat si elektrony tvořící chemickou vazbu. Když se podíváš do periodické tabulky, zjistíš, že různé druhy atomů mají různou elektronegativitu. Dá se tedy předpokládat, že ani chemická vazba nebude ve všech molekulách vypadat stejně. Když se spojí atomy s rozdílnou elektronegativitou, přitahuje si jeden atom záporně nabitý vazebný elektronový pár blíže svému jádru, a má tak kolem sebe víc

elektronů, než by měl mít. Druhému atomu tím pádem jeden nebo více elektronů chybí, a má jich naopak míň, než by měl mít. V důsledku toho je na jednom atomu převaha záporného náboje a na druhém převaha kladného náboje a na takové molekule vznikají elektrické póly. Této vazbě tak říkáme polární a vzniká, když je rozdíl elektronegativit atomů větší než 0,4 a menší než 1,7. Pokud se setkají atomy s podobnou elektronegativitou (s rozdílem menším než 0,4), je rozdělení elektronů v obou atomech rovnoměrné a vzniká vazba, které říkáme nepolární.

Chemická vazba — Chemická vazba

## Iontová vazba

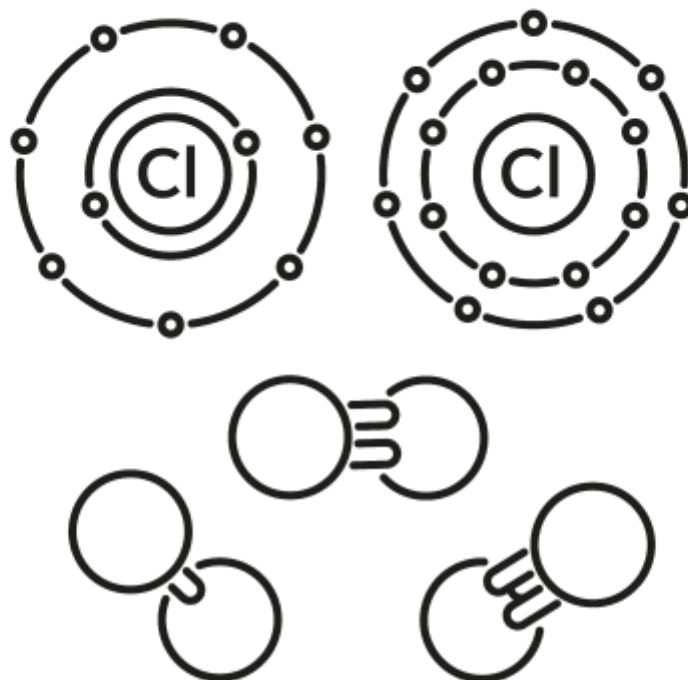


V lekci *Elektronegativita* jsme si říkali, že atomy v molekule se navzájem přetahují o elektronový pár. Pravda ale je, že existují atomy, které se svého valenčního elektronu chtějí spíše zbavit, a jejich elektronegativita je tím pádem docela nízká. Když se takový atom sloučí s atomem, který má naopak vysokou elektronegativitu a po elektronu navíc

vyloženě touží, může se stát, že si atomy elektron předají. V této chvíli z atomů vznikají ionty, které se navzájem přitahují elektrickou silou. Takové vazbě atomů říkáme iontová a dochází k ní, když je rozdíl elektronegativit obou atomů větší než 1,7. Jako poslední poznámku se sluší říct, že molekuly s iontovou vazbou se dobře rozpouští ve vodě.

Chemická vazba — Chemická vazba

# Chemická vazba



Na úvod si řekneme dvě důležitá pravidla, která zjednodušeně popisují chování většiny atomů. Už asi víš, že atomy mají rády, když mají ve valenční vrstvě osm elektronů a tím ji mají zcela zaplněnou (říkáme tomu oktetové pravidlo). Dále platí, že každý atom by rád rozdělil své elektrony do dvojic, kterým říkáme elektronové páry. Proč to tak je, ti zatím nejsme schopni vysvětlit. Svět částic hmoty je prostě hodně složitý a pochopit všechna pravidla, podle kterých se řídí, bohužel dalece přesahuje

naše povídání. Takle dvě pravidla ale mají jeden velmi praktický důsledek: aby atomy dosáhly maximální spokojenosti – což je stav, ve kterém fungují s co nejmenší energií – nezbývá jim často nic jiného, než se spojit s jiným atomem nebo atomy a vytvořit molekulu. Atomy se proto spojují chemickými vazbami, které vznikají sdílením nebo předáváním valenčních elektronů. Díky tomuto spojení pak mohou atomy dosáhnout kýženého cíle – plně valenční vrstvy!