

PŘEHLED A VYUŽITÍ MOBILNÍCH APLIKACÍ VE VÝUCE CHEMIE

MILADA TEPLÁ, PETR DISTLER
a PETR ŠMEJKAL

*Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Hlavova 8, 128 43 Praha 2
petr.distler@natur.cuni.cz*

Došlo 28.4.21, přijato 1.9.21.

Klíčová slova: výuka chemie, mobilní aplikace, mobilní zařízení, výukové aktivity

Úvod

V kalendářním roce 2020 se české školství potýkalo s celou řadou změn, které byly reakcí na zavedení rozsáhlých protikoronavirových opatření. Mezi nejvýraznější změny patřilo zavření škol a zavedení povinnosti zajistit vzdělávání distančním způsobem na základních i středních školách¹. Učitelé i žáci museli velmi rychle přejít z klasické prezenční výuky na výuku v online prostředí. Této změně bylo zapotřebí uzpůsobit nejen výuku, ale též samostudium žáků v synchronní i asynchronní fázi výuky. Z toho důvodu začali učitelé využívat kromě tištěných materiálů i další nezbytné výukové pomůcky: výuková videa, animace, webové nástroje nebo mobilní zařízení a s nimi spjaté mobilní aplikace².

Přestože má většina učitelů spíše pozitivní vztah k mobilním dotykovým technologiím, v tomto případě – tedy využití ve výuce – se obávali zejména selhání techniky a časové náročnosti při výběru vhodné aplikace³. Někteří učitelé by proto i v budoucnu přivítali více informací o využití mobilních zařízení ve výuce včetně seznamu dostupných aplikací nebo připravených didaktických materiálů, popř. absolvování školení na toto téma³.

Cílem příspěvku je seznámit čtenáře se 32 mobilními aplikacemi určenými pro podporu výuky chemie na ZŠ, SŠ i VŠ, které naleznou uplatnění nejenom v online (distanční), ale i prezenční výuce, a dále podrobněji seznámit se čtyřmi vybranými aplikacemi a stručně představit výukovou aktivitu, která využívá potenciálu mobilní aplikace PhET Simulations.

Mobilní aplikace ve výuce chemie

Téměř každý žák používá mobilní telefon či jiné chytré zařízení, navíc počet uživatelů, kteří mobilní telefony používají, rok od roku stoupá⁴. Dostupnost mobilního zařízení a bezdrátové sítě následně představují velký potenciál pro využití mobilních zařízení ve výuce v podobě tzv. m-learningu (mobilního vzdělávání, mobilního učení), což je

forma učení, ke které dochází prostřednictvím mobilního zařízení⁵.

S rozmachem chytrých mobilních telefonů došlo též k velkému rozvoji a dostupnosti mobilních aplikací, které jsou součástí aplikačního softwaru mobilního zařízení⁶. Nejen pro účely podpory vzdělávání pak vznikají tzv. vzdělávací mobilní aplikace.

Nabídka vzdělávacích mobilních aplikací je velmi široká. V aplikačních obchodech dvou nejvýznamnějších mobilních platforem – iOS a Android, se pro výuku chemie objevuje více než 230 aplikací. Jejich zaměření je velmi různorodé, např. periodická tabulka prvků, zobrazování 3D struktur molekul, kreslení vzorců molekul atd. Problémem řady aplikací se jeví jejich kvalita.

Jistým vodítkem ve výběru kvalitních aplikací může být jejich uživatelské hodnocení, ale ani to není plně vypovídající. Hodnocení je totiž přístupné všem uživatelům, tedy i neoborníkům, a je zřejmé, že jen část z nich umí dobře zhodnotit odbornou kvalitu a didaktický potenciál aplikace. Některé aplikace nemají dostatek hodnocení, jiné jsou podhodnocené z důvodu záměrného snižování hodnocení např. konkurencí (používá se anglický termín „review bombing“), jiné naopak nadhodnocené v důsledku cíleného využití speciálních aplikací při hodnocení (opět je běžnější anglický výraz „review robots“). I proto může být pro běžného učitele výběr vhodné aplikace náročný.

Abychom pedagogům poskytli podporu ve výběru vhodné aplikace, otestovali jsme z uživatelského hlediska více než stovku aplikací, některé z nich také přímo ve výuce, přičemž jsme subjektivně posuzovali jejich možnosti a kvalitu po odborné a didaktické stránce. V tab. I je uveden přehled vybraných mobilních aplikací roztríděných podle chemických disciplín. V tab. II je pak uvedena jejich stručná charakteristika, ikona, která usnadní jejich rychlejší vyhledání, informace, zda je možné aplikaci používat v offline verzi, úroveň vzdělávání (ZŠ, SŠ nebo VŠ), do které je dle autorů příspěvku vhodné aplikaci zařadit, jazyk aplikace, hodnocení uživateli a počet stažení. Není-li uvedeno jinak, mobilní aplikace je zdarma. S ohledem na rozsah tohoto článku není možné představit podrobněji všechny vybrané a pozitivně hodnocené aplikace uvedené v tab. I a II. Představujeme tedy čtyři vybrané aplikace v rámci jednotlivých obsahových kategorií, které jsme otestovali přímo ve výuce a které v ní našly dobré uplatnění.

Vybrané mobilní aplikace vhodné pro výuku chemie

iMolView Lite

Aplikace iMolView Lite (vhodná pro výuku organické chemie i biochemie na SŠ i VŠ) je aplikace sloužící primárně na 3D vizualizaci a manipulaci zejména u složitějších molekul, např. biomolekul. Umožňuje zobrazení v podobě tyčinkového, kuličkového nebo kalotového modelu. Povrch modelu molekuly lze zobrazit i takovým způsobem, aby bylo patrné, jak je molekula přístupná pro rozpouštědlo, popř. lze zobrazit rozložení náboje na mole-

Tabulka I

Příklady kvalitních mobilních aplikací určených pro podporu výuky chemie

Téma	Aplikace	
Obecná a fyzikální chemie	ChemTube 3D, Chemistry & Physics Simulations, Chemistry Lab, PhET Simulations, MEL VR Lessons, ABG book, Electron Orbitals	
Anorganická chemie	Chemické vzorce kvíz, Chemie názvosloví a testy, Beaker, Chemie hrou, Chemistry Lab: Compounds Game, Chemické prvky, WolframAlpha	
Organická chemie	Mechanisms by Alchemie – Organic Chemistry, ChemTube 3D, Funkční skupiny, Chemické vzorce kvíz, IUPAC Nomenclature Class XII, Organic Reactions	
Biochemie	Funkční skupiny, ABG book	
Nezařazené	Prohlížeče molekul	KingDraw Chemical Structure Editor, Web MO, Molecular Constructor, MolPrime, iMolview Lite
	Pomůcky	Solution Calculator Lite, MEL Science, Chemie, IUPAC Nomenclature Class XII, Chemical Suite, Learn Chemistry via Videos, Chemické prvky
	Periodické tabulky	Periodic Table (1), Periodic Table (2), Periodic Table 2021, Merck PTE

kule. To je výhodou při výuce mechanismů chemických reakcí. Aplikace je přímo napojena na databáze Protein Data Bank, PubMed a DrugBank, ze kterých lze molekuly stahovat přímo do aplikace a následně zobrazovat. V případě jednodušších molekul je také připojen jednoduchý editor umožňující si molekulu nakreslit a optimalizovat její strukturu. U bílkovin umí aplikace znázornit specifické strukturální motivy (α -helix a β -skládaný list), podobně DNA umí zobrazit schematicky, označit 3' a 5' konec apod. Pro využití ve výuce je podstatné, že aplikace neslouží pouze pro kreslení a zobrazování molekul, ale obsahuje i další nástroje, např. na měření délky vazeb a vazebných a dihedralních úhlů⁷.

ChemTube 3D

Aplikace ChemTube 3D (vhodná pro výuku obecné a organické chemie na SŠ i VŠ) nabízí interaktivní animace, které žákům pomáhají pochopit témata spojená se strukturou molekul, chemickou vazbou a průběhem chemických reakcí. Aplikace je členěna na dvě části: a) Organické reakce a b) Struktura a vazby. Reakcí zpracovaných v části Organické reakce je více než 150. Většina z nich obsahem přesahuje středoškolské učivo. Jsou rozděleny do přehledných 21 témat. Proto členění umožňuje snadno najít konkrétní typ reakce. Část Struktura a vazby obsahuje 11 témat. Kromě výkladu do úvodu organických struktur si žák může prohlédnout například atomové nebo molekulové orbitály, seznámit se s teorií odpuzování elektronových párů valenční sféry (VSEPR) nebo se zabývat stereochemií. K aplikaci existuje i stejnojmenná webová stránka, která navíc obsahuje další sekce (anorganická chemie, periodická tabulka atd.).

Beaker








Aplikace Beaker (vhodná pro výuku anorganické chemie na ZŠ a SŠ), jak název napovídá, přetvoří chytrý

mobilní telefon nebo tablet v kádinku, do níž si žák pomocí vizuálně zdařilého rozhraní vkládá postupně různé chemikálie. Pokud spolu reagují, v aplikaci začne probíhat chemická reakce za tvorby adekvátního produktu. Je možné tak sledovat vzájemné reakce vybraných prvků i anorganických (a částečně i organických) sloučenin. Máme-li k dispozici více chytrých mobilních telefonů či tabletů, znamená to, že máme k dispozici i více kádinek. Tyto telefony pak můžeme propojit a slévat jejich obsahy podobně jako v případě skutečných kádinek. Při pohybu s telefonem se totiž využívá gyroskopického čidla v telefonu. Jeho nakláněním pohybujeme obsahem telefonu (kádinky) a kapalinu tak promícháváme nebo můžeme vylít. Žáci provádějí a sledují virtuální pokusy, které se odehrávají v „kádince“ (obrazovka mobilu). Kádinku lze také zahřívát virtuální topnou spirálou či uzavřít víčkem, též lze pohybem prstu po dotykové obrazovce simulovat plamen, čímž např. lze sledovat barvu některých kovů v plameni. Nevýhodou této simulace se jeví pouze volba černého pozadí, která může způsobit menší citlivost barevných změn v reakční směsi.

PhET Simulations

Aplikace PhET Simulations (vhodná pro výuku obecné chemie na ZŠ, SŠ a VŠ) obsahuje interaktivní simulace pro výuku chemie, fyziky, matematiky, přírodovědy a biologie. V sekci chemie je k dispozici 23 interaktivních simulací v českém jazyce (např. Difuze, Vlastnosti plynu, Tvary molekul, Acidobazické roztoky). Žák v každé simulaci pozoruje a měří různé veličiny a zároveň nastavuje parametry měření (např. přidáním slabé/silné kyseliny do roztoku, změnou teploty, změnou velikosti částic, změnou vlnové délky procházejícího záření apod.). Následně pomocí simulace měří pH, látkovou koncentraci, absorpenci, rychlost difuze a jiné veličiny. I v tomto případě k aplikaci existuje stejnojmenná webová stránka⁸.







Tabulka II
Přehled aplikací. Řazeno abecedně

Název	Ikona	Stručná charakteristika	Offline	Zařazení	Jazyk	Hodnocení Google Play	Staženo (ke dni 17.5.2021)
ABG book		Vysvětlení alkalosy a acidosy, také s ohledem na děje probíhající v lidském těle, pomocí interaktivních grafů.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,6	10 000+
Beaker		Kádinka, ve které z nabídky chemikálií může uživatel provádět virtuální chemické pokusy.	Ano	ZŠ/SŠ	Aj	3,7	1 000 000+
Electron Orbitals		Grafické znázornění elektronových orbitalů podle zadaných kvantových čísel.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,8	10 000+
Funkční skupiny		Procvičování funkčních skupin organické chemie a biomolekul pomocí testů nebo výukových kartiček.	Ano	ZŠ/SŠ/VŠ	Čj	4,3	500 000+
Chemical Suite		Periodická tabulka prvků, kalkulačky základních chemických výpočtů, konstanty a další funkce.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,4	100 000+
Chemické prvky		Obsahuje informace o jednotlivých chemických prvcích. Jedná se o stažené stránky z encyklopedie Wikipedia.	Ano	ZŠ/SŠ/VŠ	Čj	4,4	100 000+
Chemické vzorce kvíz		Soubor testových otázek na názvosloví anorganických sloučenin.	Ano	ZŠ/SŠ	Čj	4,0	500 000+
Chemie		Vyhledání informací o prvcích jako odkaz na encyklopedii Wikipedia, určení molární hmotnosti, doplnění chemických reakcí.	Ne	SŠ	Čj	4,2	1 000 000+
Chemie názvosloví a testy		Vysvětlení a procvičení základního anorganického názvosloví. Zdarma jen část obsahu.	Ano	ZŠ/SŠ	Čj	4,5	10 000+
Chemie hrou		Tři hry, ve kterých se procvičuje názvosloví anorganických sloučenin.	Ano	ZŠ/SŠ	Čj	4,5	500+
Chemistry Lab		Obecná chemie zpracovaná jako učební text, do kterého žák doplňuje správné odpovědi. Druhou část tvoří výuka mechanismů organických reakcí pomocí interaktivních úkolů.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,0	100 000+
Chemistry Lab: Compounds Game		Hry, ve kterých žák sestavuje vzorce anorganických sloučenin nebo vyčísluje chemické reakce.	Ano	ZŠ/SŠ	Aj	4,0	50 000+
Chemistry & Physics Simulations		Vysvětlení některých témat z obecné chemie (a z dalších přírodních věd) pomocí interaktivních úkolů, ve kterých žák mění nastavení podmínek a pozoruje změny v soustavě.	Ano	ZŠ/SŠ	Čj	4,5	500 000+

Tabulka II
Pokračování

Název	Ikona	Stručná charakteristika	Offline	Zařazení	Jazyk	Hodnocení Google Play	Staženo (ke dni 17.5.2021)
ChemTube 3D		Vysvětlení mechanismů organických reakcí a některých témat z obecné chemie pomocí interaktivních animací.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,3	10 000+
iMolview Lite		Zobrazování chemických molekul včetně složitých biomolekul. Kreslení a práce s vytvořenými modely.	Ne	SŠ/VŠ	Aj	4,3	10 000+
IUPAC Nomenclature Class XII		Vysvětlení základního organického názvosloví pomocí postupně rozvíjejících lekcí následovaných ověřovacími kvízem.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,5	100 000+
KingDraw Chemical Structure Editor		Kreslení chemických molekul a jejich zobrazování jako 3D modely.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,6	100 000+
Learn Chemistry via Videos		Učební lekce doplněné o videa a zakončení kvízem. Témata z obecné a organické chemie.	Ne	SŠ	Aj	3,9	10 000+
Mechanisms by Alchemie – Organic Chemistry		Pomocí přesouvání elektronů mezi atomy se žák učí mechanismy organických reakcí. Pouze část obsahu je zdarma.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	3,7	10 000+
MEL Science		Databáze chemických experimentů. Vizualizace molekul 3D.	Ne	SŠ	Aj	4,3	50 000+
MEL VR Lessons		Rozšíření aplikace MEL Science. Výukové lekce a interaktivní úkoly ve virtuální laboratoři a virtuální realitě. Témata převážně z obecné chemie.	Ano	SŠ	Aj	3,8	10 000+
Merck PTE		Interaktivní periodická tabulka prvků se značným množstvím informací (vlastnosti prvku, rok objevu, objevitel) a možností zobrazení trendů v periodické tabulce prvků (např. ionizační energie).	Ano	ZŠ/SŠ/VŠ	Aj	4,6	500 000+
Molecular Constructor		Kreslení modelů molekul. Omezený výběr prvků, ze kterých se modely skládají.	Ano	ZŠ/SŠ	Aj	4,3	100 000+
MolPrime		Vytváření vzorců organických molekul.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,0	10 000+
Organic Reactions		Popsané základní organické reakce včetně jejich mechanismu. Pouze část obsahu zdarma.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,3	100 000+
Periodic Table (1)		Interaktivní periodická tabulka prvků. Tabulka obsahuje fotografie téměř všech prvků.	Ano	ZŠ/SŠ/VŠ	Aj	4,4	1 000 000+

Tabulka II
Pokračování

Název	Ikona	Stručná charakteristika	Offline	Zařazení	Jazyk	Hodnocení Google Play	Staženo (ke dni 17.5.2021)
Periodic Table (2)		Interaktivní periodická tabulka prvků doplněna o odkazy na videa k jednotlivým prvkům.	Ne	ZŠ/SŠ/VŠ	Aj	4,5	100 000+
Periodic Table 2021		Interaktivní periodická tabulka prvků. Propojená pomocí odkazů s wikipedií. Obsahuje tabulku rozpustnosti či Beketovu řadu kovů a další vychytávky.	Ano	ZŠ/SŠ/VŠ	Čj	4,8	5 000 000+
PhET Simulations		Vysvětlení některých témat z obecné chemie (a z dalších přírodních věd) pomocí interaktivních úkolů, ve kterých žák mění nastavení podmínek a pozoruje změny v soustavě. Placená 27,99 Kč.	Ano	ZŠ/SŠ/VŠ	Čj	4,6	10 000+
Solution Calculator Lite		Kalkulačka na výpočet koncentrace a objemu roztoků.	Ano	SŠ/VŠ	Aj	4,6	100 000+
WebMO		Kreslení modelů chemických molekul. Pouze část obsahu je zdarma.	Ne	SŠ/VŠ	Aj	4,2	10 000+
WolframAlpha		Chemické tabulky, databáze vlastností látek a prvků a zdroj informací nejen k chemii. Placená 79,99 Kč.	Ne	SŠ/VŠ	Aj	4,6	1 000 000+

Návrh výukové aktivity s podporou mobilní aplikace PhET Simulations

Jak bylo řečeno, uvedené aplikace nelze ve výuce využít izolovaně bez jasného výukového konceptu a metodiky. Výuková aktivita „*Netvař se tak kysele*“ je cílená na problematiku pH roztoků a je určena pro žáky středních škol. Cílem aktivity je na základě v simulaci prováděného experimentu odvodit matematické vztahy mezi pH, pOH a koncentracemi oxoniových kationtů a hydroxidových aniontů. Podrobný popis k vlastní realizaci úlohy, pracovní list a jeho řešení je k dispozici na webové stránce <http://www.studiumbiochemie.cz/aplikace2.html> (cit.⁹). Učitelé zde naleznou nejen obdobnou aktivitu pro žáky základních škol, ale i další pracovní listy.

Aktivita byla ověřena v rámci případové studie při online výuce (1 vyučovací hodina, 2. ročník gymnázia, 27 žáků). Přestože žáci neměli v době pilotáže probrány logaritmy, byli schopni nalézt vztah (popsat jej slovy) mezi hodnotou pH a koncentrací H_3O^+ . Jedná se o častý problém, kdy učivo obecné chemie o pH předchází učivu o logaritmech v matematice. Na základě případové studie lze očekávat, že aplikace PhET Simulations nabízí možnost, jak tuto nedostatečnost překonat a nechat žáky s pomocí mobilní aplikace objevit dané zákonitosti.

Závěr

České školství prošlo v posledním roce výraznými změnami, které je nasměrovaly k realizaci distanční výuky, a které je zapotřebí přizpůsobit i výukové aktivity. Jako vhodné k tomuto účelu se jeví mobilní aplikace a jejich využití ve výuce (v podobě tzv. m-learningu). V článku je uveden přehled 32 různých mobilních aplikací vhodných pro využití ve výuce na ZŠ, SŠ i VŠ. Čtyři aplikace různého obsahového zaměření (z hlediska chemické disciplíny a vhodného typu školy pro využití) jsou popsány podrobněji spolu s jejich funkcemi a možnostmi. Všechny aplikace uvedené v tab. I i tab. II lze doporučit pro využití ve výuce chemie. Zároveň může využití mobilních aplikací pomoci překonat absenci laboratorních experimentů v online výuce. Další návrhy na aktivity s podporou mobilních aplikací lze nalézt na stránkách <http://didaktikabiochemie.natur.cuni.cz/db2020/aplikace.html> (cit.¹⁰).

Tato práce byla podpořena granty Univerzity Karlovy UNCE/HUM/024 a Progres Q17.

LITERATURA

1. Vyhláška č. 349/2020 Sb. *Zákon, kterým se mění zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), ve znění pozdějších předpisů* (§ 184a). Sbirka zákonů 2020, částka 140, str. 3610.
2. Di Pietro G., Biagi F., Costa P., Karpiński Z., Mazza J.: *The likely impact of COVID-19 on education: Reflections based on the existing literature and recent international datasets*. Publications Office of the European Union, Luxembourg 2020.
3. Pavlas T., Zatloukal T., Andrys O., Pražáková D., Šlajchová, L.: *Zkušenosti žáků a učitelů základních škol s distanční výukou ve 2. pololetí školního roku 2019/2020*. Česká školní inspekce, Praha 2020.
4. www.czso.cz/csu/czso/vyuzivani_informacnich_techologii_studenty, staženo 14. 2. 2021.
5. Herrington J., Herrington A., Mantei J., Olney I. W., Ferry B.: *New Technologies, New Pedagogies: Mobile Learning in Higher Education*. Faculty of Education, University of Wollongong 2009.
6. Pokorný M.: *Digitální technologie ve výuce*. Computer Media, Kralice na Hané 2009.
7. Šmejkal P.: e-Mole 6, 22 (2016).
8. <https://phet.colorado.edu/cs/simulations/filter?subjects=general&type=html&sort=alpha&view=grid>, staženo 17. 2. 2021.
9. <http://www.studiumbiochemie.cz/aplikace1.html>, staženo 14. 2. 2021.
10. <http://didaktikabiochemie.natur.cuni.cz/db2020/aplikace.html>, staženo 14. 2. 2021.

M. Teplá, P. Distler, and P. Šmejkal (*Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague*): **The Overview and Use of Mobile Applications in Chemistry Education**

This paper presents various possibilities of using mobile applications in chemistry teaching (the so-called m-learning). Besides, more than 30 mobile applications for Android and iOS are briefly characterized. Four of them are described in detail and one specific teaching activity is presented for the PhET Simulations application. The use of mobile applications in classes can help overcome the absence of laboratory experiments in online teaching and students can perform more demanding experiments themselves. These applications have a potential to visually introduce more complex topics and processes to students.

Keywords: chemistry education, mobile application, mobile devices, teaching activities

Acknowledgements

This work was supported by Charles University UNCE/HUM/024 and Progres Q17 grants.