

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Aktivizace žáků ve výuce chemie na základní škole na příkladu tématu
Chemické rovnice a jejich vyčíslování

Activation of Learners in Chemistry Education at Lower Secondary School in
the Topic “Chemical Equations and their Balancing”

Kristýna Pospíšilová

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

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Chemie – Výchova ke zdraví

Odevzdáním bakalářské práce na téma Aktivizace žáků ve výuce chemie na základní škole na příkladu tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování 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

17. 4. 2021

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské 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

Bakalářská práce se zabývá aktivizací žáků základní školy ve výuce chemie. Téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování jsme zvolili z důvodu zařazení tohoto tématu do kritických míst kurikula chemie na ZŠ. V teoretické části se zabýváme začleněním vyčíslování chemických rovnic do kurikulárních dokumentů základních škol, tj. rozborem současných učebnic a jejich pracovních sešitů, RVP ZV a vybraných ŠVP. Podáváme také přehled základních skupin výukových metod s vyšším aktivizačním potenciálem. V praktické části jsme připravili návrhy konkrétních aktivit na dané téma. Šlo o aktivity brainwriting, tvorba pojmové mapy, křížovka, pexeso a demonstrační pokus, využitelné v tématu Chemické reakce a aktivity s pěnovými kostkami a žákovský pokus, využitelné v tématu Vyčíslování chemických rovnic. Vybrané aktivity byly z důvodu trvající pandemie COVID 19 využity při distanční výuce s žáky 8. ročníku ZŠ Velvary. Jako vhodné se ukázaly aktivity brainwriting a tvorba pojmové mapy. Aplikace navrženého pracovního listu s využitím barevných puntíků k prohloubení a lepšímu pochopení učiva tématu Vyčíslování chemických rovnic nedopadla tak, jak jsme očekávali z důvodu nedostatečné možnosti kontroly nad prací žáků při distanční výuce. Někteří žáci nedodržovali zadání a princip aktivity tak nebyl naplněn. Navržené aktivity, které nebylo možné vyzkoušet v praxi distanční výuky jsme doplnili možným „autorským“ řešením.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výuka chemie na základní škole, chemické rovnice a jejich vyčíslování, chemické reakce, aktivizace žáků

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the activation of primary school pupils in the teaching of chemistry. The chosen topic is chemical equations and their balancing, which was chosen due to the inclusion of this topic in the critical points of the chemistry curriculum at primary school. In the theoretical part we deal with the incorporation of the balancing of chemical equations into the curricular documents of primary schools, i.e. the analysis of current textbooks and their workbooks, FEP (Framework Education Programme) and selected SEP (School Educational Programme). We also provide an overview of basic groups of teaching methods with higher activation potential. In the practical part, we have prepared proposals for specific activities on the topic. These were brainwriting activities, concept map creations, crossword puzzles, memory games and demonstration experiments, usable in the topic of chemical reactions and activities with foam cubes and demonstration experiments, usable in the topic balancing of chemical equations. Due to the ongoing COVID 19 pandemic, selected activities were used in distance learning with pupils in the 8th year of Velvary elementary school. Brainwriting activities and the creation of a concept map proved to be suitable. A worksheet with the use of colored dots to deepen the understanding of the topic of the balancing of chemical equations and proof of its understanding did not turn out as we expected due to insufficient control over the work of students in distance learning. Some students did not follow the assignment and the purpose of the activity was not fulfilled. Due to the impossibility of trying them out, we supplemented the other proposed activities with a possible "author's" solution.

KEYWORDS

Chemistry Education at Lower Secondary School, Chemical Equations and their Balancing, Chemical Reactions, Activation of Learners

Obsah

Úvod	7
1 Rovnice chemických reakcí a jejich vyčíslování.....	9
2 Výuka tématu chemické rovnice a jejich vyčíslování na ZŠ.....	11
2.1 Chemické rovnice a jejich vyčíslování v učebnicích chemie pro 8. ročník ZŠ	11
3 Chemické reakce v Mezinárodním šetření TIMSS.....	24
4 Chemické rovnice a jejich vyčíslování v rámci vzdělávacího programu pro základní vzdělávání a ve vybraných školních vzdělávacích programech	27
4.1 Chemické reakce a jejich vyčíslování ve vybraných ŠVP.....	28
4.1.1 Chemické reakce, chemické rovnice a jejich vyčíslování v ŠVP vybraných základních škol a gymnázií.....	29
5 Aktivizující výukové metody	37
5.1 Cíle aktivizace žáků ve výuce.....	37
5.1.1 Diskusní metody.....	38
5.1.2 Situační metody	39
5.1.3 Inscenační metody	41
5.1.4 Didaktické hry	42
6 Praktická část.....	44
6.1 Návrhy aktivit na téma Chemické reakce	44
6.1.1 Brainwriting.....	44
6.1.2 Pojmová mapa	46
6.1.3 Pexeso.....	48
6.1.4 Křížovka	50
6.1.5 Demonstrační pokusy	52
6.2 Návrhy aktivit na téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování	55

6.2.1	Pěnové kostky.....	55
6.3	Realizace a zhodnocení vybraných navržených aktivit	61
6.3.1	Brainstorming + Pojmová mapa	62
6.3.2	Pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním puntíků. 65	
	Závěr.....	71
	Citovaná literatura	73
	Seznam příloh.....	77

Úvod

V současné době je stále aktuálnější snaha nalézat cesty a způsoby výuky, které by odpovídaly rostoucí nutnosti a potřebě umět vyhledávat informace, utřídit je a umět s nimi pracovat. Značná teoretická náročnost učiva chemie a určité podcenění významu empirických a praktických poznatků způsobuje pokles zájmu žáků o studium chemie. Žáci předmět vnímají často jako obtížný, nesrozumitelný a moc teoretický (Mokrejšová, 2009).

Ačkoliv zaznamenáváme v mezinárodních srovnávacích studiích (např. TIMSS, PISA) průměrné, až nadprůměrné výsledky v oblasti chemie, sami žáci zařazují chemii společně s fyzikou na poslední příčky oblíbenosti předmětů (Bílek, 2008).

Chemie se stala samostatným vyučovacím předmětem až v průběhu 19. století.

Zpočátku 19. století přetrvával víceméně popisný styl výuky. Školní pokusy byly zaměřené zejména na ilustraci platnosti probraných jevů, pravidel a zákonitostí. K posunu k deduktivní výuce chemie, doplněné demonstračními a později i žákovskými pokusy, docházelo až do 60. – 70. let 20. století. V tomto období se začal upřednostňovat „tradiční“ způsob výuky přírodovědných předmětů. Tento způsob byl příliš popisný a zatížený přílišným množstvím technických výrazů. Na konci tohoto století se objevila i kritika výstupů. Gramotnost mládeže byla pod minimální úrovní, která je nutná pro základní porozumění zákonitostí (Mokrejšová, 2009).

Od 60. – 70. let 20. století docházelo k největšímu rozvoji výuky chemie a přicházely první pokusy o diferenciaci výuky. Na školách docházelo k budování odborných učeben a chemických laboratoří.

Nový systém výuky chemie se potom realizoval v 80. letech 20. století. Docházelo k posilování její teoretické složky na základních i středních školách. Značná teoretická náročnost učiva ale vedla k poklesu zájmu žáků o chemii, a ta se stávala stále více neoblíbeným předmětem (Čtrnáctová & Banýr, 1996).

Na přelomu 80. a 90. let byly učební osnovy zcela závazné, a to včetně přiřazeného počtu hodin k jednotlivým tématům. Chemické reakce a slučovací poměry měly vyhrazeno 16 hodin + 1 hodinu na laboratorní práci. V 90. letech, po demokratických změnách ve společnosti, doznal tehdy připravený vzdělávací program Základní škola určitých změn ve

strukturu tematických celků i samotného učiva. Přibyl zde samostatný celek Chemické reakce, do kterého bylo nově zařazeno i učivo orientované na chemické výpočty, včetně vyčíslování chemických rovnic (Vojíš & Rusek, 2020).

Téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování jsme zvolili z důvodu velké neoblíbenosti u žáků. Patří sice mezi kritická místa kurikula, ale zároveň je to dle učitelů velmi důležité téma, a tak je třeba ho pro žáky udělat atraktivnější (Rychtera & kol., 2019). V práci se tedy snažíme navrhnout a zpracovat několik aktivizačních prvků pro využití ve výuce tohoto tématu na základní škole s tím, že některé lze využít při distanční výuce, a některé jsou doporučeny pro výuku prezenční.

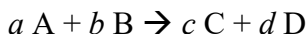
1 Rovnice chemických reakcí a jejich vyčíslování

Chemická rovnice popisuje průběh chemického děje, při kterém se z výchozích látek (reaktantů) stávají látky nové (produkty) (VŠCHT, 2019).

Mezi reaktanty a produkty se vkládá šipka, která vyjadřuje převažující směr reakce za uvažovaných podmínek. Někdy se nad šipku nebo pod ni uvádějí podmínky reakce (teplota, tlak, katalyzátory).

Počet molů jednotlivých atomů reaktantů a produktů se v chemické rovnici udává pomocí stechiometrických koeficientů. V případě, že se koeficient rovná jedné, do rovnice jej nezapisujeme. Chemická rovnice je v podstatě zápisem zákona zachování hmotnosti, který uvádí, že součet hmotností všech reaktantů je rovna součtu hmotností všech produktů. K vyčíslení rovnic je nutné znát všechny nebo alespoň většinu látek v chemické reakci (Sedmidubský, 2011).

Obecná podoba chemické rovnice, kdy spolu reagují látky A a B za vzniku produktů C a D je:



kde A, B jsou reaktanty, C, D jsou produkty a a , b , c , d jsou stechiometrické koeficienty, které určují, v jakém množství jsou dané látky zastoupeny. Vyčíslením chemické rovnice pak rozumíme nalezení číselných hodnot těchto koeficientů tak, aby po vyčíslení byl počet atomů jednotlivých prvků v reaktantech totožný s počtem atomů jednotlivých prvků v produktech (VŠCHT, 2019).

Při určování koeficientů u jednotlivých látek v rovnici chemické reakce, tedy u vyčíslování chemických rovnic, musíme dodržovat tato pravidla:

1. Počet atomů jednotlivých prvků musí být na levé i pravé straně stejný.
2. Součet molárních hmotností násobený látkovým množstvím musí být na levé i pravé straně stejný.
3. U rovnice zadané v iontovém tvaru musí být na obou stranách stejný součet elektrických nábojů (Šrámek, 2000).

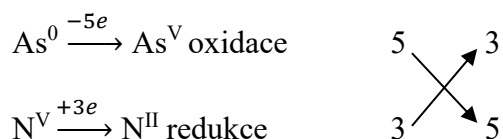
Specifický přístup k vyčíslování chemických rovnic lze využít u rovnic oxidačně-redukčních (redoxních) reakcí.

Při oxidaci dochází k odevzdávání elektronů a oxidační číslo prvku se zvyšuje. Při redukci dochází k příjmu elektronů a oxidační číslo prvku se zmenšuje. Každou oxidaci doprovází redukce a naopak.

Řešení určování stechiometrických koeficientů u oxidačně-redukčních rovnic si můžeme ukázat na následujícím příkladu:



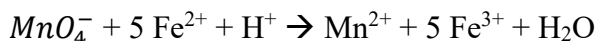
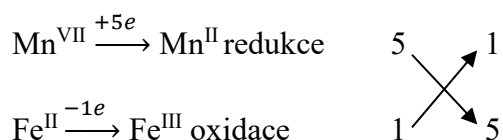
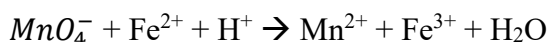
Zjistíme, které látky mění oxidační číslo, o kolik elektronů došlo ke změně a jejich počty křížem vyměníme.



Zjištěné koeficienty zapíšeme do rovnice a zbývající počty částic vyrovnáme.



Řešení určování stechiometrických koeficientů u redoxních rovnic zadaných v iontovém stavu vyčíslujeme stejně jako u předchozího schématu.

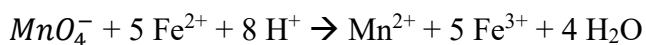


Součty nábojů na jednotlivých stranách chemické reakce jsou:

$$-1 + 10 + 1 = 10 \qquad 2 + 15 = 17$$

Vzhledem k tomu, že nám nesouhlasí součty nábojů na levé a pravé straně chemické rovnice, tak v posledním kroku opět vyrovnáváme počty částic, tj. nejprve se zaměříme na ionty.

Připsáním koeficientu 8 k H^+ náboje vyrovnáme.



$$-1 + 10 + 8 = 17 \qquad 2 + 15 = 17 \quad (\text{upraveno dle Šrámka, 2000}).$$

2 Výuka tématu chemické rovnice a jejich vyčíslování na ZŠ

Rovnice chemických reakcí a jejich vyčíslování bývá ve výuce chemie poprvé nejčastěji zařazeno do 8. ročníku základních škol nebo do tercie osmiletých gymnázií. K výuce mají učitelé možnost výběru z několika učebnic, které musí být v souladu se současným RVP ZV, a proto se zaměříme na analýzu zpracování témat Chemické reakce a Chemické rovnice a jejich vyčíslování v jejich vybraných zástupcích.

2.1 Chemické rovnice a jejich vyčíslování v učebnicích chemie pro 8. ročník ZŠ

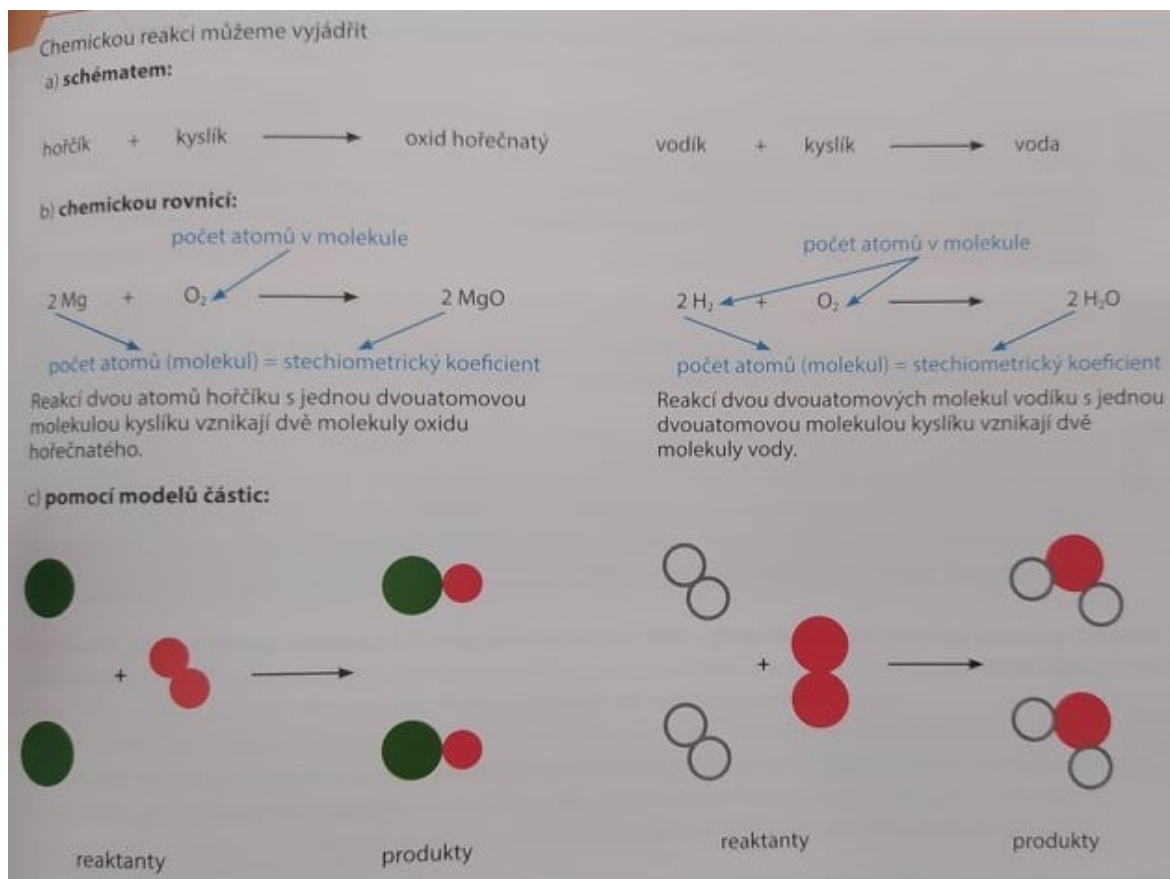
Učebnice je jedna z učebních pomůcek, jejíž definice má mnoho podob v závislosti na autorovi. Učebnice je knižní publikace, která je vytvořena za účelem pedagogické komunikace a musí splňovat určité funkce. Na učebnice můžeme pohlížet jako na součást kurikula, didaktický prostředek nebo jako na prvek, který usměrní žáky v učení a učitelé napomáhá při vyučování (Průcha, 2001).

Jako příklad zpracování učiva témat Chemické reakce a Chemické rovnice a jejich vyčíslování v současných učebnicích jsme zvolili čtyři učebnice, které jsou v současné době na českých základních školách používány. Téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování je součástí širšího celku Chemické reakce, které v analýze také uvádíme.

Hravá chemie (Budínská & kol., 2019)

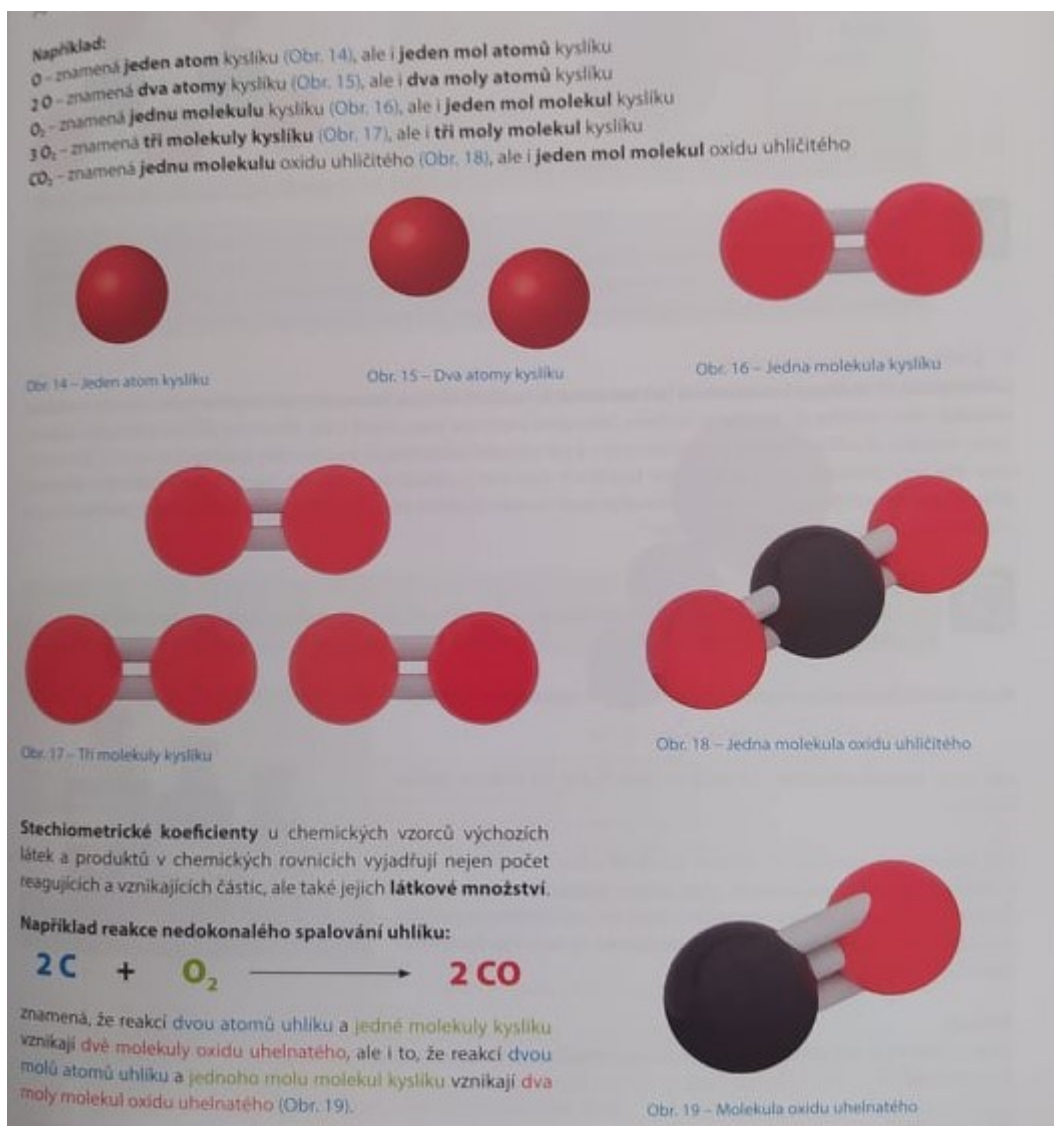
Učebnice chemie od nakladatelství Taktik, *Hravá chemie*, obsahuje 13 témat. Téma Chemické reakce zahrnuje dva pokusy, jeden domácí a jeden doporučený k provedení ve škole. Domácí pokus je „Samonafukovací balonek“, při kterém žáci pozorují reakci octa s jedlou sodou a vznikající oxid uhličitý se zachytí v balonku a tím ho nafoukne. Školní demonstrační pokus je „Hoření hořčíku“. Učitel uchopí do kleští kousek hořčíkové pásky a vnese ji do plamene. Po vzplanutí hořčík vyjme z plamene a nechá volně shořet. Hořčík hoří ostrým bílým světlem a po reakci zůstane jako produkt bílý oxid hořečnatý. U obou pokusů je popsán nejen postup provedení, ale zároveň i jeho výsledky, co se stane a proč. To může být pro žáky demotivační a nenutí je to přemýšlet nad tím, co se může stát, co se opravdu stalo a proč, mizí zvědavost, případně překvapení.

Chemická reakce je zde znázorněna schématem, chemickou rovnicí a pomocí modelů částic (viz obr. 1).



Obrázek 1 - Způsoby vyjádření chemické reakce v učebnici Hravá chemie (Budínská & kol., 2019, s. 61)

Vyčíslování chemických rovnic začíná rozlišením pojmů atom a molekula doplněné několika názornými obrázky (viz obr. 2). Jako první je vyčíslená rovnice nedokonalého spalování uhlíku: $2 \text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}$. Tato rovnice je níže slovně popsána (Budínská & kol., 2019).



Obrázek 2 – Učebnice Hravá chemie nakladatelství Taktik - Vyčíslování chemických rovnic (Budínská & kol., 2019, s. 61)

K učebnici patří pracovní sešit (Fusková & kol., 2016), ve kterém jsou příklady k procvičení vyčíslování chemických rovnic. V prvním cvičení mají žáci najít a opravit chybně vyčíslené chemické rovnice. V dalších dvou cvičeních se žáci zaměřují na poměry reagujících látek, které mají zapsat.

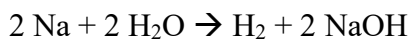
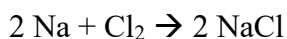
Konkrétní příklady z pracovního sešitu (Fusková & kol., 2016, s. 30-31),

1. Rozhodni, která rovnice je zapsána správně. Zakroužkuj ANO, pokud je rovnice v pořádku, a NE, pokud je v rovnici chyba. Chybnou rovnici přepiš správně na řádek.





2. V jakém poměru reagují látky v následujících chemických rovnicích?



3. Vypočítej a vyjádři slovně.

Kolik molů vody vznikne ze šesti molů vodíku? Reakce probíhá podle rovnice: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Chemie pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia (Škoda & kol., 2006)

Učebnice chemie od nakladatelství Fraus, Chemie pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia, obsahuje 17 témat. Téma chemické reakce zahrnuje tři pokusy. Prvním pokusem je sublimace jodu, kde ukazuje rozdíl mezi fyzikálním a chemickým dějem. Při sublimaci jodu dochází pouze ke změně skupenství, nejprve k sublimaci, poté k desublimaci vzniklých par zpět na krystalky jodu. Chemická vazba mezi dvěma atomy jodu v molekule se v průběhu děje nemění. Druhý pokus je reakce železného hřebíku s roztokem síranu měďnatého. Po 10 minutách pozorujeme na hřebíku změny. Železo je neušlechtilý kov a má schopnost vytěsnit ušlechtilý kov, měď, z roztoku jeho sloučeniny. Měď se vyredukuje z roztoku síranu měďnatého a usazuje se právě na železném hřebíku. Posledním pokusem je reakce kyseliny chlorovodíkové se zinkem, za vzniku chloridu zinečnatého a vodíku. Žáci zde pozorují únik plynu – vodíku, a pokus dále pokračuje přiložením hořící špejle k ústí zkumavky, do níž se vodík jímal. Tento děj je doprovázený zvukovým projevem „štěknutí vodíku“, neboť směs vodíku a kyslíku je po zapálení výbušná. Rozdíl s předchozí analyzovanou učebnicí je v tom, že zde je žák nucen dojít k závěru sám. U pokusů máme návod na provedení, ale poté není žákovi předložen výsledek pokusu, ale doplňující otázky k pokusu (jaké pozorujete změny, popište vzhled před reakcí a po reakci, co vznikalo při reakci, ...) (viz obr. 3).

Vyčíslování chemických rovnic je vysvětlováno tak, že zde nechybí názorné ukázky, příklad vyčíslení chemické rovnice včetně popisků jednotlivých atomů a molekul (viz obr. 4).



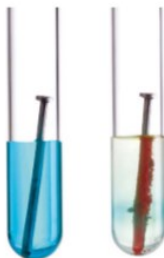
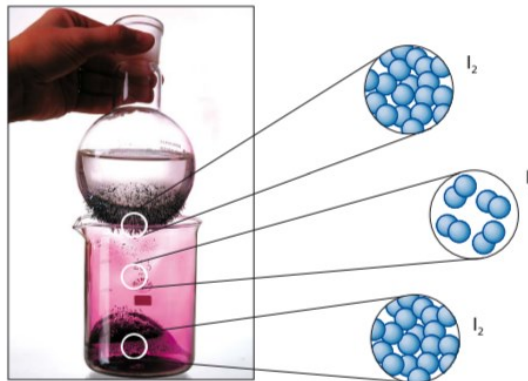
Sublimace jodu



Pozorujte na fotografii sublimaci jodu. Při zahřívání pevného jodu v kádince dochází ke vzniku fialových par jodu. Na vnější stěně baňky naplněné studenou vodou dochází k desublimaci těchto par. Vznikají opět krystalky jodu. **!**



Pevný jod sublimuje zahříváním na plynný jod. Ten na chladné stěně baňky opět desublimuje na pevný jod. Dochází pouze ke změně skupenství. Chemická vazba mezi dvěma atomy jodu v molekule jodu se v průběhu děje nemění.



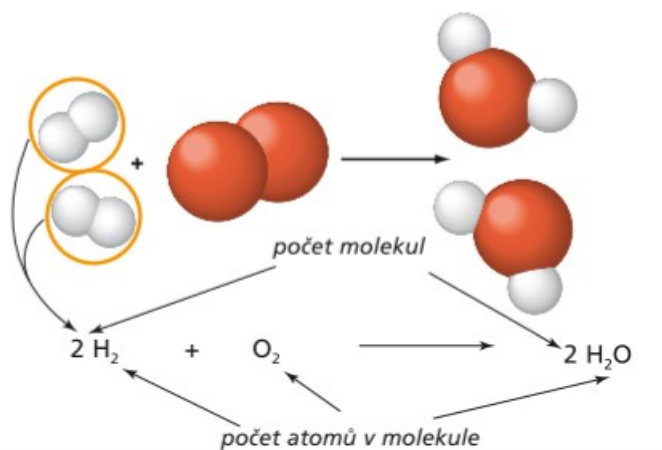
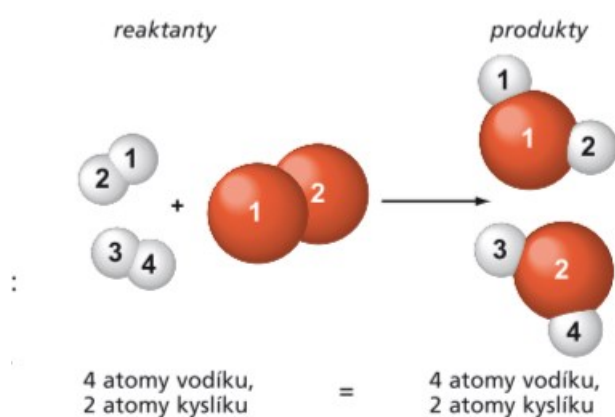
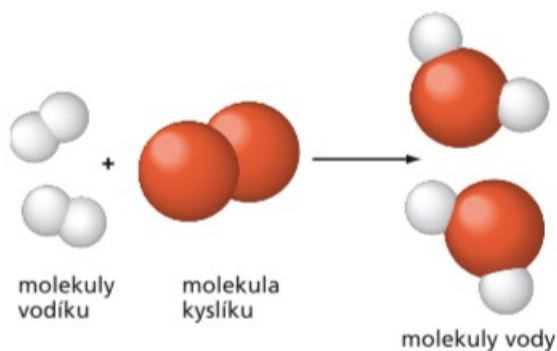
Hřebík v roztoku síranu měďnatého před a po reakci



Do zkumavky vyučující nalije roztok síranu měďnatého a vloží do něj očištěný železný hřebík. Hřebík nechá v roztoku asi 10 minut. Poté pozorujte změny.

! K jakým změnám došlo v průběhu pokusu? Popište vzhled látek před reakcí a po reakci. **!**

Obrázek 3 - Chemické experimenty na téma Chemické reakce v učebnici Chemie pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia (Škoda & kol., 2006, s. 27)

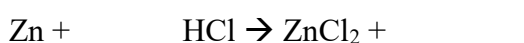
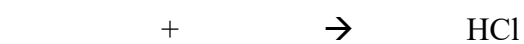


Obrázek 4 – Učebnice Chemie pro 8. ročník ZŠ a nižší gymnázia nakladatelství Fraus - Vyčíslování chemických rovnic (Škoda & kol., 2006, s. 29)

Pracovní sešit Chemie s nadhledem (Šmídl & Pelikánová, 2019) vede k procvičování vyčíslování chemických rovnic jen na jedné straně, kde mají žáci doplnit do neúplné rovnice výchozí látku nebo produkt a následně ji vyčíslit.

Níže uvádíme konkrétní příklady z tohoto pracovního sešitu (Šmídl & Pelikánová, 2019, s. 19).

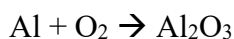
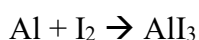
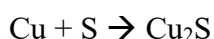
V chemických reakcích doplň neznámé výchozí látky (reaktanty) a produkty. Reakce vyčíslí (doplň počty atomů u reaktantů a u produktů). Pozor – kyslík, vodík a chlor vytvářejí dvouatomové molekuly.

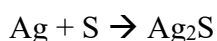



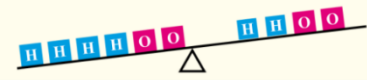
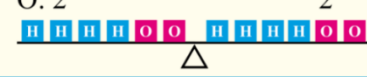
Úvod do obecné a anorganické chemie (Mach & kol., 2016)

Učebnice chemie od nakladatelství Nová škola, Úvod do obecné a anorganické chemie, obsahuje 6 větších kapitol. Čtvrtá kapitola je zaměřena na chemické reakce. Téma chemické reakce obsahuje tři pokusy. Popis pokusů je doplněn otázkami, ale hned pod otázkou je vysvětlení, a tak žák opět není nucen nad nimi hlouběji přemýšlet. První pokus je na dokázání zákona zachování hmotnosti – reakce octu a jedlé sody na rovnoramenných vahách, kdy je pokus jednou prováděn s plastovou lahví zavřenou a jednou s otevřenou. Při prvním pokusu se rovnováha zachovala, při druhém pokusu z důvodu unikajícího oxidu uhličitého rovnováha zachována nebyla. Druhým pokusem je příprava sulfidu zinečnatého jako příklad slučovací reakce. Při tepelném zahřívání práškového zinku se sírou v poměru 2:1 vznikne sulfid zinečnatý. Třetí pokus je rozklad jodidu rtuťnatého, jehož tepelným rozkladem vzniká jod a rtuť. Tento pokus se provádí v digestoři.

Úprava chemických rovnic je znázorněna na straně 40 (viz obr. 5). V této učebnici je rozdíl ve znázornění. Jako jediná ukazuje jednotlivé atomy na vahách, které se „překlápí“ na stranu s větším počtem atomů. Jako příklad je zvolen rozklad vody $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$. Jednotlivě se tedy přidávají atomy a váhy se převrací, až dojde k rovnosti. Celý proces je zaznamenán v postupu. Pod vysvětlením jsou další čtyři rovnice na vyzkoušení.





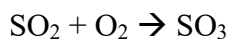
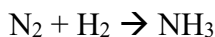
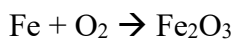
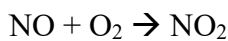
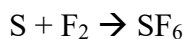
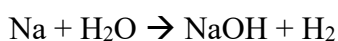
postup	příklad
Zapišeme reaktant a produkty.	$\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$
Spočítáme atomy vodíku a kyslíku na levé a pravé straně chemické rovnice.	H: 2 2 O: 1 2 
Abychom vyrovnali počet atomů kyslíku na levé straně rovnice, musíme před vzorec vody doplnit stechiometrický koeficient 2 .	$2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$
Počet atomů na levé straně rovnice se zdvojnásobil, tj. jsou zde 4 atomy vodíku a 2 atomy kyslíku.	H: 4 2 O: 2 2 
Aby se zdvojnásobil počet atomů vodíku na pravé straně, doplníme před molekulu vodíku stechiometrický koeficient 2 . Počet atomů vodíku a kyslíku na obou stranách rovnice je stejný.	$2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$ H: 4 4 O: 2 2 

Obrázek 5 – Učebnice Úvod do obecné a anorganické chemie nakladatelství Nová škola - Vyčíslování chemických rovnic (Mach & kol., 2016, s. 40)

V pracovním sešitě (Mach & kol., 2016, s. 32) je nejprve slovní popis chemické rovnice, která je znázorněna i vyčíslena. Dále šest rovnic k vyčíslení, na kterých si sice žáci probrané učivo procvičí, ale cvičení působí poněkud nudně a nezajímavě.

Konkrétní příklady z pracovního sešitu:

Chemické reakce zapisujeme chemickými rovnicemi. Následující zápisy upravte na chemické rovnice, které odpovídají zákonu zachování hmotnosti.












Základy praktické chemie 1 (Beneš & kol., 1999)

Učebnice chemie od nakladatelství Fortuna, Základy praktické chemie 1, obsahuje celkem 9 kapitol. Chemické reakce a Chemické rovnice jsou zpracovány v kapitole „V čem je základ

chemie?“ a téma Vyčíslování chemických rovnic pokračuje v podkapitole „V přírodě se nic neztratí“. V učebnici jsou uvedeny dva pokusy. Prvním pokusem je „Sopka na stole“, při kterém dochází k zahřívání oranžových krystalků dichromanu amonného. Při pokusu unikají do vzduchu plyny (vodní pára a dusík) a na stole zůstává zelená pevná látka (oxid chromitý). Druhý pokus je na změnu hmotnosti látek při reakci v uzavřené soustavě, ve které dojde ke smíchání roztoku modré skalice s roztokem sody. Roztoky spolu reagují, vzniká modrá sraženina produktu, ale hmotnost soustavy se nemění. Pokusy jsou doplněny jejich vysvětlením, pro žáky tedy není nutné, aby nad nimi více přemýšleli.

Na úpravu chemických rovnic je použita rovnice $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$, jejíž rovnováha je vysvětlena pomocí modelů molekul a počtu atomů (viz obr. 6).

Tabulka 7 Úprava schématu chemické reakce na chemickou rovnici

a) Schéma chemické reakce	H_2	+	O_2	\longrightarrow	H_2O
modely molekul látek					
počet atomů kyslíku na levé a pravé straně			2		1
b) První úprava schématu	H_2	+	$\boxed{\text{O}_2}$	\longrightarrow	$\boxed{2 \text{H}_2\text{O}}$
modely molekul					
počet atomů vodíku na levé a pravé straně	2				4
c) Druhá úprava schématu	$\boxed{2 \text{H}_2}$	+	O_2	\longrightarrow	$\boxed{2 \text{H}_2\text{O}}$
modely molekul					
kontrola počtu všech atomů na obou stranách chemické rovnice	$\boxed{2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}}$				
- počet atomů vodíku	2.2 = 4				2.2 = 4
- počet atomů kyslíku			1.2 = 2		2.1 = 2

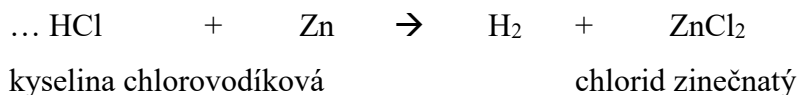
Obrázek 6 - Učebnice Základy praktické chemie nakladatelství Fortuna – Vyčíslování chemických rovnic (Beneš & kol., 1999, s. 42)

V pracovním sešitě (Beneš & kol., 1999, s. 23) se klade důraz nejen na správný způsob vyjádření chemické reakce chemickou rovnicí, ale i na vyjádření chemické reakce slovně, schématem a plošnými modely částic.

Konkrétní příklady z pracovního sešitu:

Řešte úlohy související s přípravou vodíku.

- a) Schéma reakce, která probíhá při přípravě vodíku, doplňte na chemickou rovnici



- b) Průběh reakce vyjádřete slovy

.....

- c) Výrok: „Celková hmotnost látek v uzavřené soustavě při přípravě vodíku se

.....“ doplnili žáci různě. Uveďte jméno žáka, který měl pravdu

(Pod textem jsou obrázky čtyř dětí se jmény a každý má u sebe výrok)

Jirka: Zmenšuje se, protože vodík je lehčí než vzduch.

Petr: Nemění.

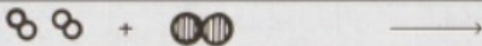
Eva: Mění podle průběhu reakce.

Jana: Zvětšuje.

Další dvě cvičení jsou právě na procvičení vyjádření chemické reakce nejen slovně nebo chemickou rovnicí, ale také schématem a plošnými modely částic (viz obr. 7).

6.2

Doplňte různá vyjádření chemické reakce, která probíhá při hoření vodíku ve vzduchu.

Způsob vyjádření	
a) slovně reaguje s a vzniká
b) schématem + kyslík →
c) chemickou rovnicí + → 2 H ₂ O
d) plošnými modely částic	

6.3

Chemickými značkami a vzorci vyjádřete, co naznačují plošné modely atomů a molekul.

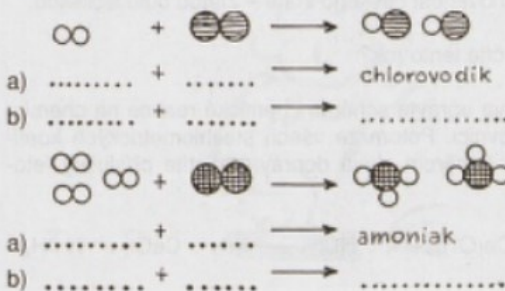
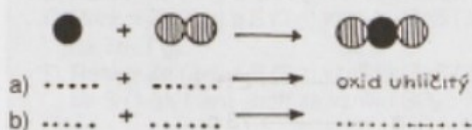
A) Modely atomů prvků

Do čtverečků za názvem atomu doplňte jeho značku.

atom vodíku atom uhlíku
 atom dusíku atom chloru
 atom kyslíku

B) Schémata reakcí

- a) Pod schémata výchozích látek napište jejich názvy.
 b) Naznačený děj vyjádřete chemickou rovnicí.



Obrázek 7 - Základy praktické chemie 1 - ukázka z pracovního sešitu (Beneš & kol., 1999, s. 23)

Porovnání analyzovaných učebnic chemie a jejich pracovních sešitů na téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování

	Hravá chemie	Chemie pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia	Úvod do obecné a anorganické chemie	Základy praktické chemie 1
Počet stran věnovaných danému tématu	U str. 60, 61, 69 PS str. 30, 31	U str. 27 – 29 PS str. 19	U str. 38 – 41 PS str. 32	U str. 41, 42 PS str. 23
Celkový počet experimentů	2	3	3	2
Z toho počet domácích experimentů	1	1	1	0
Počet vyřešených chemických rovnic	3	1	2	1
Rovnice využité k vysvětlení vyčíslování	$2C + O_2 \rightarrow 2CO$ $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ $Zn + 2HCl \rightarrow H_2 + 2ZnCl$	$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
Počet chemických rovnic určených k procvičení	9	3	12	5

Všechny analyzované učebnice se tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování věnovaly od dvou do čtyř stran a jejich pracovní sešity obsahovaly na procvičení celkem jednu (Chemie s nadhledem, Úvod do obecné a anorganické chemie) nebo tři (Hravá chemie, Základy praktické chemie) úlohy. Chemické experimenty k těmto tématům byly obsaženy v učebnicích Hravá chemie a Základy praktické chemie celkem dva, zbylé dvě učebnice obsahovaly tři experimenty, ze kterých byl jeden pokus vyhrazen jako pokus domácí ve všech učebnicích kromě Základů praktické chemie 1. Jediná učebnice Chemie pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia z nakladatelství Fraus nepředkládá žákovi řešení uvedených experimentů, ale jen doprovodné otázky, které nutí žáka nad nimi více přemýšlet a změny vypořádat. Všechny učebnice použily na vysvětlení tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování rovnici $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$. Hravá chemie ještě přidala další dvě a Úvod do obecné a anorganické chemie jednu vyčíslenou chemickou rovnici. Nejvíce chemických rovnic na procvičení nabízí pracovní sešit Úvod do obecné a anorganické chemie (12), dále Hravá chemie (9), Základy praktické chemie (5) a nejméně Chemie pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia (3).

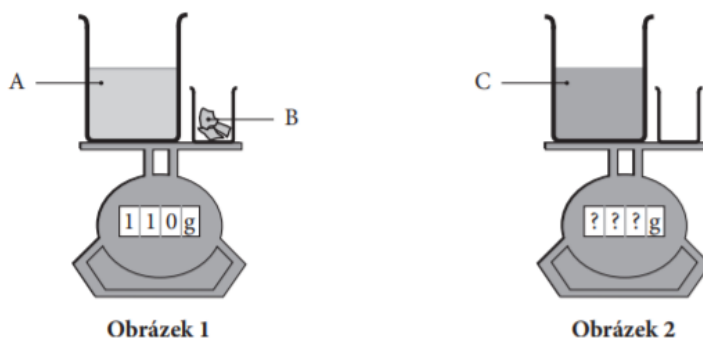
3 Chemické reakce v Mezinárodním šetření TIMSS

Pro ilustraci mezinárodního srovnání uvedeme ještě informaci o projektu TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), což je mezinárodní srovnávací studie, která ve čtyřletých cyklech zjišťuje úroveň vědomostí a dovedností žáků ve 4. ročníku a v 8. ročníku v matematice a přírodních vědách. Chemie zabírá v přírodních vědách 20 % testovacího času. Česká republika se ale v posledních šetřeních v letech 2011, 2015 a 2019 zapojila jen do testování 4. ročníků (ČŠI, 2019), a tak můžeme uvést jen výsledky z roku 2007, kdy se 8. ročníky českých základních škol naposledy zapojily do tohoto šetření. Žáky čekaly z chemie tři tematické celky: Třídění a složení látek, Vlastnosti látek a **Chemické reakce**. Úloh na téma Chemické reakce bylo celkem šest, z nichž právě jedna úloha byla na zákon zachování hmotnosti (Tomášek, 2009).

2.3 CHEMICKÉ REAKCE

Úloha P36 (S02-10)

Na váze zjistíme hmotnost látek A a B, jak vidíš na obrázku 1. Látku B pak vložíme do velké kádinky a vznikne látka C. Prázdnou kádinku položíme zpět na váhu, jak vidíš na obrázku 2.



Váha na obrázku 1 ukazuje hmotnost 110 gramů.

Kolik bude ukazovat váha na obrázku číslo 2? (Zaškrtni jeden čtvereček.)

- více než 110 gramů
- 110 gramů
- méně než 110 gramů

Svou odpověď vysvětli.

Obrázek 8 - Příklad úlohy z TIMSS 2007 s tématem chemické reakce (Tomášek, 2009, s. 59)

Uvedená úloha měla dvě správné odpovědi, ty ale musely být správně vysvětleny. Žáci mohli odpovědět 110 gramů kvůli zákonu zachování hmotnosti (nic nezmizí, nic nepřibude) nebo méně než 110 gramů za předpokladu, že žák uvedl správné vysvětlení, tedy únik vznikajícího plynu.

Úloha měla stupeň obtížnosti 4. To znamená, že žáci prokazují znalost a porozumění chemických změn. Čeští žáci se zařadili v této úloze mezi nejúspěšnější řešitele a posunuli se tak vysoko nad mezinárodní průměr. Dívky byly v řešení úspěšnější o necelých 5 % než chlapci (Tomášek, 2009).

Obsah: chemické reakce

Cíl úlohy: uplatňování zákona zachování hmotnosti při chemických reakcích

Dovednost: používání znalostí

Obtížnost: úroveň 4

Úspěšnost [%]	Celkem	Dívky	Chlapci
Česká republika	43,5	45,7	41,4
Mezinárodní průměr	22,9	25,0	20,8

Obrázek 9 - Úspěšnost řešení úlohy P36 (S02-10) (Tomášek, 2009, s. 59)

Celkový výsledek českých žáků v oblasti učiva chemie byl statisticky výrazně nad průměrem škály TIMSS. Lepších výsledků dosáhly jen Japonsko, Korejská republika, Maďarsko a Slovinsko, stejných výsledků jako ČR v této oblasti dosáhlo Rusko (Tomášek, 2008).

Země	Oblast učiva				Dovednost		
	Biologie	Chemie	Fyzika	Zeměpis	Aplikace	Znalosti	Uvažování
Japonsko	553	551	558	533	555	534	560
Korejská republika	548	536	571	538	547	543	558
Anglie	541	534	545	529	538	530	547
Maďarsko	534	536	541	531	549	524	530
Česká republika	531	535	537	534	539	533	534
Slovensko	530	539	524	542	533	533	538
Rusko	525	535	519	525	527	534	520
USA	530	510	503	525	516	512	529
Litva	527	507	505	515	512	513	527
Švédsko	515	499	506	510	509	505	517
Austrálie	518	505	508	519	510	501	530
Skotsko	495	497	494	498	495	480	511
Itálie	502	481	489	503	498	494	493
Arménie	490	478	503	475	502	493	459
Norsko	487	483	475	502	486	486	491
Bulharsko	467	472	466	480	471	489	448
Ukrajina	477	490	492	482	488	477	488
Srbsko	474	467	467	466	469	485	455
Bosna a Hercegovina	464	468	463	469	463	486	452
Rumunsko	459	463	458	471	470	451	460
Malta	453	461	470	456	462	436	473
Turecko	462	435	445	466	450	462	462
Kypr	447	452	458	457	456	438	460
Gruzie	423	418	416	425	422	440	394

■ Výsledek je statisticky významně lepší než průměr škály TIMSS
■ Výsledek se statisticky významně neliší od průměru škály TIMSS
■ Výsledek je statisticky významně horší než průměr škály TIMSS

Obrázek 10 - Výsledky TIMSS 2007 (Tomášek, 2008, s. 17)

V roce 2007 nebyla přímo v Mezinárodním šetření úloha na téma chemické rovnice a jejich vyčíslování, i přes to, že toto téma je považováno mezi učiteli za důležité základy počáteční výuky chemie. Byly zde však úlohy s tématem chemické reakce včetně úlohy zaměřené na znalost zákona zachování hmotnosti, který s vyčíslováním chemických rovnic úzce souvisí. Výsledky ukázaly, i když, jak uvádíme v kapitole 4.1, jde dle vyjádření učitelů o kritické téma počáteční výuky chemie, velmi dobrou úroveň českých žáků v tomto tématu.

4 Chemické rovnice a jejich vyčíslování v rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání a ve vybraných školních vzdělávacích programech

Vznik Rámcových vzdělávacích programů (RVP) předurčovaly dokumenty vydané v letech 1999-2001. V materiálu MŠMT „Koncepte vzdělávání a rozvoje vzdělávací soustavy“ z roku 1999 se vymezovaly RVP a zaváděl se statut klíčových kompetencí (Tupý, 2019).

Rámcové vzdělávací programy (RVP) tvoří obecně závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů (ŠVP) škol všech oborů vzdělání.

RVP stanovuje cíle, formy, délku a povinný obsah vzdělávání, jeho uspořádání, profil, podmínky průběhu a ukončování vzdělávání a zásady pro tvorbu ŠVP. Dále upravuje podmínky pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a nezbytné materiální, personální podmínky a podmínky pro ochranu zdraví a bezpečnosti.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) byl schválen v roce 2005. Inspirací se staly kurikulární dokumenty Skotska, Anglie, Norska, Dánska, Švédska, Maďarska aj. Po schválení RVP ZV měly školy dva roky na tvorbu ŠVP a výuka byla zahájena v září 2007 a 1. a 6. ročnících.

Od roku 2007 došlo k několika dalším úpravám RVP ZV. Změny se týkaly zařazení doplňujících vzdělávacích oborů (např. Etická výchova z r. 2009), zařazení standardů pro základní vzdělávání (M, ČJ, CJ z r. 2013), úprava v souvislosti s novelou školského zákona o vzdělávání žáků se SVP a žáků mimořádně nadaných (z r. 2016), zařazení výstupů v problematice plavání a zařazení možných úprav obsahu a výsledků vzdělávání pro žáky s přiznanými podpůrnými opatřeními (Tupý, 2019).

K poslední změně došlo v RVP ZV v roce 2021, a to z důvodu změn ve výuce informatiky. Žákům by měly od školního roku 2021/2022 přibýt hodiny informatiky. Tato změna se dotkla i vzdělávací oblasti Člověk a příroda a v ní i vzdělávacího oboru Chemie. V očekávaných výstupech týkajících se chemických reakcí došlo ke změně výstupu CH-9-4-02 z „přečte chemické rovnice s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky a produktu“ na „aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh

chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu (Národní ústav pro vzdělávání, nedatováno).

Očekávané výstupy	
žák	
CH-9-4-01	<i>rozliší a zapíše rovnici výchozí látky a produkty chemických reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání</i>
CH-9-4-02	<i>přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu</i>
CH-9-4-02	<i>aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu</i>

Obrázek 11 – Změny očekávaných výstupů v RVP ZV v tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování (Národní ústav pro vzdělávání, 2021, s. 73)

Učivo

- **chemické reakce** – zákon zachování hmotnosti, chemické rovnice, látkové množství, molární hmotnost
- **klasifikace chemických reakcí** – slučování, neutralizace, reakce exotermní a endotermní
- **faktory ovlivňující rychlost chemických reakcí** – teplota, plošný obsah povrchu výchozích látek, katalýza
- **chemie a elektrina** – výroba elektrického proudu chemickou cestou

Obrázek 12 - Škrty v učivu chemické reakce v RVP ZV vydaném r. 2017 (Národní ústav pro vzdělávání, 2021, s. 74)

4.1 Chemické reakce a jejich vyčíslování ve vybraných ŠVP

Chemické reakce, chemické rovnice a jejich vyčíslování patří mezi tzv. kritická místa počáteční výuky chemie (Rychtera & kol., 2019). Pod pojmem „kritická“ místa kurikula rozumíme takové učivo, kde „žáci často selhávají, resp. nezvládají je v takové míře, aby se jejich tvořivé využívání produktivně vyvíjelo“ (Rendl & Vondrová, 2013). Zároveň ale mohou být tato místa klíčová, a tedy by neměla chybět v počáteční výuce chemie.

Podle analýzy polostrukturovaných rozhovorů s učiteli, kterých se zúčastnilo celkem 41 učitelů chemie z 35 základních škol a jednoho nižšího stupně víceletého gymnázia, patří mezi kritická místa kurikula Výpočty složení roztoků, Chemické reakce, Chemické rovnice a jejich vyčíslování, Výpočty z chemických rovnic, Stavba atomu, Oxidační číslo, Názvosloví kyselin a solí. Za největší problém učitelé označili téma Chemické rovnice, které se ale zároveň vyskytuje na jimi určených předních příčkách klíčových míst výuky chemie v 8. ročníku (Rychtera & kol., 2019).

Problémem tohoto tématu může být návaznost na matematiku a nutná znalost chemické symboliky. Žáci mají jen zřídka schopnost představit si pod chemickou rovnicí něco běžného ze života. Chemické děje nás doprovázejí denně a je třeba tyto děje žákům vhodně zprostředkovat. Učivo se stává pro žáky zajímavějším a přístupnějším s využitím názorných pomůcek, převážně chemické pokusy, jejich modelování, animace, případně využití videa. Experimentální činnosti by měly zvýšit zájem a aktivitu žáků současně s důkladným procvičováním formou práce s pracovními listy a jinými aktivizačními prostředky (Rychtera & kol., 2019).

4.1.1 Chemické reakce, chemické rovnice a jejich vyčíslování v ŠVP vybraných základních škol a gymnázií

Pro prezentaci příkladů zařazení učiva se zaměřením na témata Chemické reakce, Chemické rovnice a jejich vyčíslování v ŠVP jsme vybrali 5 základních škol a nižších gymnázií – Základní škola Velvary (www.zsvelvary.cz), Dvořákovo gymnázium a Střední odborná škola ekonomická v Kralupech nad Vltavou (www.dgkralupy.cz), Sportovní soukromá základní škola Litvínov (www.sszslitvinov.cz), Přírodní škola Praha 7 (www.prirodniskola.cz) a ekoškola Základní škola Kovářov (www.zskovarov.cz).

Základní škola Velvary

ZŠ Velvary je tradiční základní škola, kde se žáci poprvé setkají s chemií v 8. ročníku s dotací dvou hodin týdně. V tématech chemické reakce a chemické rovnice mají být žáci schopni rozlišit výchozí látky a produkty, dále uvedou zákon zachování hmotnosti a jsou schopni zapsat a přechýšit jednoduchou chemickou rovnicí.

5.13 Chemie

Počet vyučovacích hodin za týden									Celkem
1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník	5. ročník	6. ročník	7. ročník	8. ročník	9. ročník	
0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
							Povinný	Povinný	

Název předmětu	Chemie
Oblast	Člověk a příroda
Charakteristika předmětu	Vzdělávání v předmětu chemie: - vede k rozvíjení a upevňování dovedností objektivně posuzovat přírodní jevy - vede k vytváření a ověřování hypotéz o podstatě pozorovaných jevů - učí žáky analyzovat výsledky svého pozorování - podněcuje žáky k ověřování výsledků svého pozorování - vede žáky k využívání svých poznatků k předvídaní některých přírodních zákonitostech a jevů - směřuje žáky k hledání vysvětlení pozorovaných jevů a k hledání řešení praktických problémů - učí žáky osvojit si základní chemické pojmy a odbornou terminologii - podporuje žáky k vytváření otevřeného kritického myšlení i logického uvažování
Obsahové, časové a organizační vymezení předmětu (specifické informace o předmětu důležité pro jeho realizaci)	Chemie je vyučována v 8. a 9. ročníku 2 hodiny týdně. Formy a metody práce: - frontální výuka s demonstračními pokusy - skupinová práce - samostatné pozorování - laboratorní práce - krátkodobé projekty (např. vědecká konference) - výukové programy PC, práce s internetem Řád učebny chemie je vyvěšen v učebně a pro žáky je závazný.

Obrázek 13 – Chemie ve Školním vzdělávacím programu ZŠ Velvary (ZŠ Velvary, 2017, s. 253)

ŠKOLNÍ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM – Objevná cesta dětí II.

Chemie	8. ročník	
správných souvislostech	pohybujících částic. Popíše složení atomu, vznik iontu	valenční elektrony.
CH-9-3-02 rozlišuje chemické prvky a chemické sloučeniny a pojmy užívá ve správných souvislostech	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.	Chemické prvky, názvy a značky prvků, protonové číslo.
CH-9-3-03 orientuje se v periodické soustavě chemických prvků, rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné vlastnosti	Rozliší kovy a nekovy, uvede příklady využití, rozliší periody, skupiny, vyhledá známé prvky.	Kovy Fe, Al, Zn, Cu, Ag, Au, slitiny mosaz, bronz, dural, nekovy: H, O, C, Cl, S, N
CH-9-4-01 rozliší výchozí látky a produkty chemických reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání	Rozliší výchozí látky a produkty	Chemický děj, výchozí látky, produkty
CH-9-4-02 přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu	Uvede zákon zachování hmotnosti. Zapiše jednoduchou reakci chemickou rovnicí. Přečte zápis chemické rovnice. Vypočítá úlohy s užitím veličin: n, m, M, V a hustoty. Uvede faktory ovlivňující rychlost v praxi.	Zákon zachování hmotnosti, látkové množství, molární hmotnost, jednoduché chemické rovnice. Rychlost chemické reakce.
CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí	Určí oxidační číslo atomů prvků v oxidech. Zapiše z názvů vzorce a naopak. Popíše vlastnosti vybraných oxidů. Posoudí jejich vliv na životní prostředí.	Názvosloví SO ₂ , SO ₃ , CO ₂ , CO, CaO, NO, NO ₂ , SiO ₂ Skleníkový efekt
CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí	Určí oxidační číslo atomů v halogenidech. Zapiše z názvů vzorce halogenidů a naopak. Popíše vlastnosti, význam, užití NaCl. Popíše vlastnosti a užití vybraných kyselin, popíše bezpečné ředění. Popíše první pomoc při potřísnění. Zapiše z názvů kyselin jejich vzorce a naopak.	Fluoridy, chloridy, jodidy a bromidy – jejich názvosloví, chlorid sodný, HCl, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , názvosloví.
CH-9-5-02 vysvětlí vznik kyselých dešťů, uvede jejich vliv na životní prostředí a uvede opatření, kterými jim lze předcházet	Vznik kyselých dešťů, uvede možná opatření, která vedou k předcházení vzniku kyselých dešťů.	Kyselé deště
CH-9-5-03 orientuje se na stupnici pH, změní reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem a uvede	Rozliší známé roztoky na kyselé, zásadité a neutrální pomocí indikátorů, změní pH univerzálním pH papírkem.	Ph Indikátory

Obrázek 14 – Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP ZŠ Velvary (ZŠ Velvary, 2017, s. 256)

Dvořákovo gymnázium a Střední odborná škola ekonomická

Na Dvořákově gymnáziu a Střední odborné škole ekonomické se žáci s chemií poprvé setkávají v tercii s časovou dotací 2 hodin na týden + 0,33 hodiny na laboratorní práce. ŠVP je poněkud obsáhlejší v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice. Očekávané výstupy jsou rozděleny do třech klíčových kompetencí – učení, řešení problémů a pracovní a jsou popsány konkrétněji. Např. pro učivo zákon zachování hmotnosti je očekávaným výstupem „chemický děj naznačený pomocí modelů částic vyjádří chemickou rovnicí; upraví zápis chemického děje na chemickou rovnici a vyjádří slovně: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$; $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$.

Vzdělávací obsah vyučovacího předmětu CHEMIE

Klíčová kompetence	Oborová kompetence	Očekávaný výstup-RVP	Očekávaný výstup-ŠVP	Učivo	Využitelnost látky do průřezových témat
Chemické reakce a rovnice					
učení		rozliší výchozí látky a produkty chemických reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání	označí výchozí látky a produkty při hoření H_2 ve vzduchu a při rozkladu H_2O elektrickým proudem	výchozí látky a produkty	
řešení problémů		přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu	chemický děj naznačený pomocí modelů částic vyjádří chemickou rovnicí; upraví zápis chemického děje na chemickou rovnici a vyjádří slovně: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$; $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$	zákon zachování hmotnosti	
pracovní	aplikace přírodovědných poznatků	aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu	z následujících reakcí vyber ty, které probíhají velkou rychlostí: hoření benzínu, rezavění hřebíku, kysání mléka, reakce $\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$, uvede, které faktory ovlivňují průběh reakce Zn s kyselinou sírovou, uvede příklady katalyzátorů. Vysvětlí proč se rychlost reakce zvětší zvýšením teploty (použitím koncentrovanějších roztoků, zvětšením plošného obsahu reagujících látek).	jednoduché chemické rovnice	

Obrázek 15 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP DG a SOŠE Kralupy nad Vltavou (DG a SOŠE Kralupy nad Vltavou, 2007, s. 201)

Ekologická základní škola Kovářov

Žáci ZŠ Kovářov začínají výuku chemie také v 8. ročníku, kde mají dotaci 2 hodin týdně. Očekávanými výstupy v ŠVP na témata Chemické reakce a Chemické rovnice jsou vysvětlení exo- a endotermické reakce, aplikace zákona zachování hmotnosti, a dále je zde zápis a vyčíslení chemické rovnice při reakci halogenu s vodíkem, chemické rovnice halogenidů podle pravidla vzrůstající elektronegativity, chemické rovnice reakce alkalického kovu s vodou a neutralizace.

Chemie	8. ročník	
usuzuje na jejich možné vlastnosti		
CH-9-4-01 rozliší výchozí látky a produkty chemických reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání	- vysvětlí pojmy exo- a endotermická reakce, aplikuje zákon zachování hmotnosti	Chemické reakce
CH-9-4-02 přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu		
CH-9-4-01 rozliší výchozí látky a produkty chemických reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání	- zapíše a vyčíslí chem. rovnici reakcí hal. prvku s vodíkem, chem. rovnice halogenidů podle pravidla vzrůstající elektronegativity, chem. rovnici reakce alkalického kovu s vodou a neutralizaci	Přehled chemických reakcí
CH-9-4-02 přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu		
CH-9-4-03 aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu	- na základě experimentu formuluje faktory ovlivňující průběh chem. reakcí	Ovlivnění průběhu chem. reakcí
CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí	- zapíše z názvů vzorce oxidů a naopak, popíše vlastnosti a použití běžných oxidů, vysvětlí na základě předchozích znalostí co způsobuje skleníkový efek	Oxidy - vznik, názvosloví, významné oxidy
CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí	- zapíše vzorec kyslíkatých a bezkyslíkatých kyselin, u běžných popíše jejich vlastnosti a použití	Kyseliny - názvosloví, významné kyslíkaté a bezkyslíkaté kyseliny
CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí	- zapíše vzorce hydroxidů, u běžných popíše jejich vlastnosti a použití	Hydroxidy - vznik, názvosloví, významné významné hydroxidy
CH-9-5-01 porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí	- zapíše vzorce solí, popíše vlastnosti a použití významných solí	Soli - názvosloví, významné soli

Obrázek 16 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP Ekoškola Kovářov (ZŠ Kovářov, 2016, s. 226)

Sportovní soukromá základní škola Litvínov

Na SSZŠ Litvínov se žáci s chemií také poprvé setkají v 8. ročníku s časovou dotací dvou hodin týdně. ŠVP je oproti ostatním analyzovaným školám poměrně stručné. K tématům Chemických reakcí a Chemických rovnic jsou očekávanými výstupy rozlišit výchozí látky a produkty, zapsat chemickými rovnicemi běžné chemické reakce a uvést zákon zachování hmotnosti pro jednoduché chemické reakce.

8.	Ch		roziší kovy a nekovy	kovy,nekovy
8.	Ch		uveďte základní vlastnosti kovů a nekovů	vlastnosti kovů a nekovů
8.	Ch		uveďte příklady slitin	slitiny
8.	Ch		roziší výchozí látky a produkty chemických reakcí	chemické reakce
8.	Ch		zapiše chemickými rovnicemi běžné chemické reakce	chemické rovnice
8.	Ch		uveďte zákon zachování hmotnosti pro jednoduché chemické reakce	zákon zachování hmotnosti
8.	Ch		vypočítá úlohy s využitím n,M,m,V,c,r	molární hmotnost a koncentrace,hustota, látkové množství
8.	Ch		provede klasifikaci chemických reakcí	slučování,rozklad
8.	Ch		uveďte faktory ovlivňující průběh chemických reakcí	faktory ovlivňující průběh chemických reakcí
8.	Ch		zapiše z názvu sloučeniny vzorec a naopak	chemické sloučeniny,názvosloví chem.slouc.
8.	Ch	EV2	uveďte vlastnosti a použití významných oxidů, halogenidů,hydroxidů,kyselin,solí kyselin	oxidy,kyseliny,síraný,dusičnaný, fosforečnaný,hydroxidy,halogenidy
8.	Ch	EV3	uveďte zdroje znečišťování vzduchu	tepelní inverze,smog,emise
8.	Ch	EV1	roziší kyselá a zásadité roztoky indikátorem	oxidační číslo,pH,indikátory
8.	Ch		určí a vyznačí na stupnici pH hodnoty běžných látek	kyselost,zásaditost
8.	Ch	EV3	navrhne možnosti omezení znečištění vody a vzduchu ve svém okolí	omezení znečišťování vody
8.	Ch	EV2	uveďte využití neutralizace v praxi	neutralizace
8.	Ch		vysvětlí rozdíl mezi tvrdou a měkkou vodou	tvrdá a měkká voda
8.	Ch	EV3	posoudí vliv anorganických sloučenin na životní prostředí	anorganické látky a životní prostředí
8.	Ch		popíše složení neznámějších stavebních pojmů	beton,malta,sádra,cement
8.	Ch	EV3	vysvětlí vznik kyselých dešťů	kyselé deště
8.	Ch	EV3	uveďte význam průmyslových hnojiv a posoudí jejich vliv na životní prostředí	průmyslová hnojiva
8.	Ch	EV2	zhodnotí význam vody pro život	voda a život
8.	Ch	EV2	uveďte principy čištění vody	chlorace,biol.čištění,čističky odpadních vod
8.	Ch	EV2	zhodnotí vliv člověka na ozonovou vrstvu	člověk a ozonová vrstva
8.	Ch	EV2	zhodnotí vliv kyselých dešťů na životní prostředí	vliv kyselých dešťů na životní prostředí
8.	Ch	EV4	vyhledá na mapě místa chemického průmyslu v České republice, vyhledá produkty jejich výroby	chemická výroba v České republice
8.	Ch	EV4	uveďte faktory pro chemické reakce v praxi a při předcházení jejich nebezpečného průběhu	ovlivňování průběhu chemických reakcí
8.	Ch	EV4	navrhne opatření pro předcházení vzniku kyselých dešťů	předcházení vzniku kyselých dešťů
8.	Ch	EV1	vyhledá základní zdroje vody	oběh vody v přírodě
8.	Ch	EV1	charakterizuje kyslík a jeho význam	ozonová vrstva
8.	Ch	EV1	zhodnotí význam typů chemických reakcí	význam chemických reakcí
8.	Ch	EV1	vysvětlí skleníkový efekt a jeho vliv na životní prostředí	skleníkový efekt

Obrázek 17 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP SSZŠ Litvínov (SSZŠ Litvínov, 2018, s. 25)

Gymnázium Přírodní škola

Přírodní škola je Fakultní školou Přírodovědné fakulty Univerzity Karlovy. Jako jediná z výše uvedených škol zařadila chemii již do sekundy (7. ročník ZŠ) s dotací 2 hodin týdně. Větší prozkoumání chemických reakcí a chemických rovnic je však až v tercii. Očekávané výstupy tvoří opět rozlišení výchozích látek a produktů, dále uvést příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provést jejich klasifikaci a zhodnotit využití. Žák přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu.

Učební plán školy

Povinné předměty	Prima	Sekunda	Tercie	Kvarta	minimální dotace	Disponibilní hodiny	celkem
Český jazyk a literatura	4	4	3	4	15	0	15
Cizí jazyk (Aj)	4	3	3	3	12	1	13
Další cizí jazyk (Nj/Rj)	0	0	3	3	0	6	6
Matematika	4	4	3	4	15	0	15
Informační a komunikační technologie	0	0	0	1	1	0	1
Fyzika	1	2	2	2	21	8	29
Chemie	0	2	2	2			
Biologie	2	2	2	2			
Zeměpis	2	2	2	2			
Dějepis	2	2	2	2	14	2	16
Občanská výchova	2	2	2	2	10	0	10
Umění a kultura (integrovaná Hv, Vv, Dv)	3	2	3	2			
Výchova ke zdraví	0	1	1	0			
Tělesná výchova	2	2	2	2	10	0	10
Průřezová témata	2	2	2	1	0	7	7
Celkem za předměty	28	30	32	32	98	24	122

Obrázek 18 – Učební plán Přírodní školy s vyznačením počtu hodin chemie (Gymnázium Přírodní škola, 2017, s. 30)

CHEMICKÉ REAKCE

Očekávané výstupy

žák

- rozliší výchozí látky a produkty chemických reakcí, uvede příklady prakticky důležitých chemických reakcí, provede jejich klasifikaci a zhodnotí jejich využívání
- přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu
- aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu
- orientuje se na stupnici pH, změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem a uvede příklady uplatňování neutralizace v praxi

Učivo (podmínky)

- Chemické reakce, jejich typy, zápis rovnicemi, vyčíslení rovnic. Elektrochemická řada napětí kovů. Zákon zachování hmotnosti. Jednoduché výpočty z chemických rovnic.

Obrázek 19 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP Přírodní škola Praha (Gymnázium Přírodní škola, 2017, s. 78)

Porovnání Školních vzdělávacích programů analyzovaných základních škol a gymnázií

	ZŠ Velvary	DG a SOŠE	Eko ZŠ Kovářov	SSZŠ Litvínov	Přírodní škola
Dotace hodin chemie v 7., 8. a 9. ročníku	0, 2, 2	0, 2, 2	0, 2, 2	0, 2, 2	2, 2, 2
Rozvinutí, specifikace učiva obsaženého v RVP	✓	✓	✓		✓
Přímo v ŠVP: Žáci rozliší výchozí látky a produkty	✓	✓		✓	✓
Uvedené druhy chemických reakcí v ŠVP		✓	✓		
Počet konkrétně uvedených chemických rovnic	0	3	0	0	0
Přímo v ŠVP: Žáci vyčíslí chemickou rovnici ...		✓	✓		

Nejvíce hodin chemie má ve svém ŠVP gymnázium Přírodní škola, která s její výukou začíná již v sekundě (7. ročníku). Ostatní mají po dvou hodinách chemie v 8. a 9. ročníku. Soukromá sportovní základní škola Litvínov, na rozdíl od ostatních, ve svém ŠVP nerozvíjí a nespecifikuje dál učivo, které je obsaženo v RVP ZV, a to konkrétně „Rozliší výchozí látky a produkty chemických reakcí“, „Zapíše chemickými rovnicemi běžné chemické reakce“ a „Uvede zákon zachování hmotnosti pro jednoduché chemické reakce“. Všechny školy, kromě Ekologické školy Kovářov, mají v ŠVP zmíněno, že žáci rozliší výchozí látky a produkty. Konkrétně o chemických rovnicích a jejich vyčíslování se zmiňují dvě školy – DG a SOŠE Kralupy nad Vltavou a Ekologická škola Kovářov. Tyto dvě školy mají ve svých ŠVP uvedené druhy chemických reakcí a Dvořákovo gymnázium dokládá konkrétní tři příklady chemických rovnic.

5 Aktivizující výukové metody

Výuková metoda patří mezi didaktické prostředky, které jsou kromě učitele a žáka důležité prvky vyučovacího procesu. Patří mezi ně dále cíle výuky, osvojovaný obsah, učební pomůcky a další materiály. Učitel by měl mít dobrý přehled o výukových metodách proto, aby nezůstal ve své praxi ve stereotypu. Je třeba se také vyvarovat případu, kdy se použití velmi úspěšné metody stává zátěží z důvodu, že je použita neadekvátně.

Aktivita žáků se přetváří v samostatnou práci, kdy žáci zvládají nejprve s pomocí, ale postupně víc a víc bez pomoci učitele výchovně-vzdělávací situace s cílem osvobození od přímého vedení a ovlivňování. Tím se aktivita stává podmínkou osobnostního rozvoje a edukačním faktorem, který tvoří základ a východisko všech životních projevů (Maňák, 2011).

5.1 Cíle aktivizace žáků ve výuce

Výuka s využitím aktivizačních metod a její cíle se nijak neliší od toho, jak byly chápány cíle výuky například J. A. Komenským. V současnosti jsou diskutovány v souvislosti s návrhem a postupnou realizací tzv. kurikulární reformy, která klade důraz na vyšší zapojení studenta do výukového procesu a na posílení role pedagoga jako pozorovatele. Velký důraz se klade na to, jak se umět učit, být tvořivý, umět řešit problémy, umět účinně komunikovat s lidmi a zacházet s technikou, umět spolupracovat, poznávat a rozvíjet vlastní schopnosti (Kotrba & Lacina, 2011).

S důrazem na aktivizaci žáků ve výuce rozlišujeme tzv. výukové metody s vyšším aktivizačním potenciálem (aktivizační výukové metody), mezi něž patří (Jankovcová & kol., 1989):

- Diskusní metody
- Situační metody
- Inscenační metody
- Didaktické hry

5.1.1 Diskusní metody

Tyto metody navazují na metodu rozhovoru, kdy předmětem komunikace je nějaký problém. Charakteristikou diskusní metody je aktivní účast všech účastníků skupiny na řešení daného problému a je vhodná především k upevnování učiva procvičováním a opakováním (Nováková, 2014).

Diskuze

Podstatou diskuze je komunikace mezi učitelem a žáky nebo i žáky navzájem. Dochází zde k výměně názorů, argumentů a zkušeností, kdy žáci nalézají řešení problému. Přínosem metody je rozvoj komunikačních dovedností, vyjádření vlastního názoru, schopnost argumentace a schopnost tolerovat názor ostatních.

Specifická forma diskuse je tzv. „metoda sněhové koule“. Jde o metodu, kdy žáky seznámíme s problémem, o kterém vedou diskusi nejprve ve dvojici, následně se spojí do čtveřic a dále se spojují tak, až nakonec diskutuje celá třída (Maňák, 2011).

Brainstorming

Brainstorming neboli burza nápadů je metoda založená na oddělení nápadů žáků od kritického posouzení a hodnocení těchto nápadů, což zvyšuje tvořivost žáků. Tato metoda má dvě části. První část dává žákům možnost spontánně vyjádřit své nápady, názory či postoje. Druhá část je pak učí kriticky analyzovat předložené náměty a logicky argumentovat pro nebo proti uvedeným návrhům.

Důležité je, aby žáci neznali téma předem. První fáze by měla trvat ve školním prostředí 10-12 minut, kdy je důraz kladen na kvantitu, nikoli na kvalitu nápadů a myšlenek. Možnou variantou brainstormingu je brainwriting, kdy žáci své nápady napíší na lístek a tím se může zamezit případným stud některých žáků (Nováková, 2014).

Heuristická metoda

U heuristické metody pokládá učitel takové otázky, aby žák došel k cíli na základě vlastního myšlení a vlastních úvah. Největším úskalím jsou špatně zvolené otázky, které jsou příliš úzké a žáci na ně odpovídají maximálně jednou větou. Učitel by neměl být pouze tazatelem, ale jeho úkolem je smysluplně rozvíjet myšlení a podněcovat poznávací procesy žáků (Nováková, 2014).

5.1.2 Situační metody

Podstatou situačních metod je rozhodování na základě analýzy konkrétních příkladů z praxe. Žáci jsou seznámeni s určitou situací, která nabízí několik variant řešení. Účelem je naučit se orientovat v informacích a logicky promýšlet důsledky rozhodnutí. Nejde zde ani tak o definitivní řešení určitého problému, ale naučit se správný metodický postup (Borák, 1969).

Problémová metoda

Problémová metoda se využívá ve výuce, která začleňuje řešení problémů žáky jako prostředek jejich intelektového rozvoje. Tato metoda je preferována při výuce činné školy a jiných alternativních škol (Průcha & kol., 2013).

Žáci se při řešení problému učí nové poznatky a nový způsob rozhodování. V průběhu řešení problémových úkolů probíhá přetváření použitých vědomostí podle různých aspektů a vědomosti se tak prohlubují.

Problém by měl být žákům předložen tak, aby v nich vzbudil zvědavost a zájem vyřešit danou otázku nebo úkol. Žáci se učí hledat a chápat příčiny jevů a předvídat jejich důsledky. Důležité je vybrat takový problém, který má souvislost s běžným životem nebo se zájmy žáků a tím zvýšit motivaci pro jeho vyřešení.

Samotné řešení probíhá v jednotlivých fázích:

- **Vytvoření problémové situace** – učitel předpokládá promyšlení tematických celků a řízení procesu, u žáka je vyvolaná potřeba řešit a objevovat neznámé.
- **Analýza problémové situace** – žák určuje známé a neznámé prvky za pomoci učitele a hledá souvislosti.
- **Formulace problému** – při formulaci zpočátku vypomáhá učitel, postupně nechává kladení otázek a hledání odpovědí na žácích samotných.
- **Řešení problému** – tvorba hypotézy z předchozích vědomostí a zkušeností.
- **Verifikace řešení** – zhodnocení a ověření výsledků.
- **Zobecnění postupu řešení problému** – objevení obecnějšího algoritmu ve vztahu k podobným úlohám.

Žáci si mohou zvolit několik forem řešení pro svůj úkol. Jednou z nich je metoda pokus-omyl. Tato metoda je vhodná v případě neznalosti problému a jedná se o poněkud časově

náročnější řešení. Další způsob je řešení intuicí, kdy žáci využívají předchozí znalosti a zkušenosti s řešením podobných úloh nebo řešení rozumovou analýzou.

Při řešení problémových úloh by neměla být metoda pokus-omyl konečným cílem, protože není použitelná v odlišných situacích. Je vhodné u žáků rozvíjet schopnost řešení problémů analýzou, srovnáváním nebo argumentací (Nováková, 2014).

Příklady problémových otázek (Maňák, 1997):

- Proč ...
- Čím se liší ...
- Srovnej ...
- Jak bys vysvětlil ...
- Urči ...
- Popiš ...
- Dokaž ...
- Jaký je základní rozdíl ...
- Které společné znaky ...
- Jak souvisí ...
- Co je příčinou ...
- Jak lze použít ...

Metoda projektu

Projekt je úkol, v němž má žák vytvořit samostatně nebo ve skupině nějaký produkt. Za projekt a v něm vytvořený produkt nese žák vlastní zodpovědnost, a právě pocit zodpovědnosti je velkým přínosem projektové metody. Hlavním pedagogickým cílem je podnítit samostatné získávání vědomostí a dovedností potřebných pro řešení určitých problémů v praxi (Nováková, 2014).

Podle Coufalové (2006) má mít projekt tyto rysy:

Vychází z potřeb a zájmu žáka.

Vychází z konkrétní situace, projekt se neomezuje pouze na prostředí školy.

Je interdisciplinární.

Je především podnikem žáka.

Práce žáků přináší konkrétní produkt, kterým se žáci prezentují.

Umožňuje začlenění školy do života obce nebo širší veřejnosti.

Uskutečňuje se zejména ve skupině, ale může být i individuální.

Při skupinovém projektu někteří autoři doporučují rozdělit žákům role – jeden žák je vedoucí (facilitátor skupinového dění), druhý asistent, třetí zapisovatel a čtvrtý mluvčí, který projekt odprezentuje. Aby role ve skupině fungovaly, záleží na charakteru řešené úlohy, na složení skupiny a na vzájemných vztazích mezi žáky (Maňák & Švec, 2003).

Problémová i projektová metoda podněcuje žákovo samostatné úsilí a myšlení. Na projektové výuce je pozitivní jeho široký záběr, který obsáhne větší časový úsek, a v žácích pěstuje vůli a odhodlání dokončit práci. Dalším pozitivem je rozvoj schopnosti kritického zhodnocení vlastní práce. I přes tyto výhody však nemůže projektová výuka nahradit běžnou výuku ve všech jejích aspektech a používá se jako doplněk běžného vyučování, kde umožňuje zlepšovat jeho kvalitu.

Otázkou je také hodnocení projektů, a to přesně, má-li se hodnotit jen výsledný projekt, nebo i průběh činnosti a snaha žáka. Hodnocení znesnadňuje různost témat a způsob vypracování a hodnocení skupinové práce, která je v rámci projektu často využívána (Nováková, 2014).

5.1.3 Inscenační metody

Jednou z nejvýznamnějších složek sociálních interakcí je komunikace. Formální i neformální rozhovory mezi lidmi vždy sledují nějaký cíl a jsou doprovázeny určitým chováním. Podrobíme-li chování účastníků komunikace rozboru, můžeme je chápat jako určité hraní rolí, které na sebe vzali. Proměnnost sociálních vazeb a variantnost jednotlivých cílů mohou způsobit, že každý jedinec přijímá zpravidla celou řadu rolí. Např. každý je někdy v roli zákazníka (při nákupu), pacienta, kolegy, souseda, manžela/manželky aj.

Při inscenaci jde o nasimulování vybraných sociálních situací, v nichž účastníci sehrávají přidělené role, do kterých se snaží vžít. Inscenace mají tu přednost, že umožní účastníkům zcela nové prožitky a emotivní zkušenosti (Jankovcová & kol., 1989).

Inscenační metody bývají přehledné, řešitelné, přiměřené a vhodné problémové situaci. Jedná se o modelové situace, vycházející z reálných událostí, které je nutno vyřešit. Žáci však k řešení nemají dostatek informací, vyzkouší si své chování v nasimulované situaci a později budou lépe připraveni, až se do takové situace, nebo jí podobné, opravdu dostanou. Problémová úloha mívá více řešení a často vyžaduje komplexní přístup a vědomosti z různých předmětů (Kotrba & Lacina, 2011).

5.1.4 Didaktické hry

Didaktické hry nebo soutěže jsou vhodné především pro účely motivace, opakování a procvičování učiva. Neměly by nahrazovat samotný výklad pedagoga. Je-li hra složitější, může při jejím vytváření spolupracovat odborník z praxe, např. ekonom, manažer, statistik, speciální pedagog a další (Kotrba & Lacina, 2011).

Každá didaktická hra by měla obsahovat tyto komponenty (Maňák, 1997):

- Didaktický cíl (čeho chceme dosáhnout)
- Pravidla (podmínky hry)
- Obsah (motivační rámec)

Didaktické hry můžeme rozdělit podle délky trvání na krátkodobé a dlouhodobé, přičemž dlouhodobé hry mohou trvat klidně celý rok. Dále můžeme členit hry podle místa, kde by se mohly odehrávat (třída, hřiště, tělocvična, ...). Třetí rozdělení je podle účelu (opakování vědomostí, pohybové hry, hry zaměřené na rozvoj sociálních dovedností aj.) (Kotrba & Lacina, 2011).

Neinterakční hry

Každý hráč hraje sám za sebe a všichni řeší jeden stejný problém za stejných podmínek. Příkladem jsou křížovky, přesmyčky, kvízy, otázkové hry, pexeso, doplňovačky, slepé mapy, domina, deskové hry s úkoly, šifrované texty, ... (Kotrba & Lacina, 2011).

Interakční hry

Hráči na sebe vzájemně působí, vědomě i nevědomě, záměrně i nezáměrně. Hráči musí reagovat na tahy svých protivníků a přizpůsobovat své chování aktuální herní taktice. U interakčních her jsou důležité vztahy uvnitř skupiny, schopnost dělby práce, integrace a

participace jednotlivých účastníků. Příkladem jsou válečné strategie, simulace bitev, simulace tržních vztahů, ... Tvorba těchto her bývá velice náročná (Kotrba & Lacina, 2011).

6 Praktická část

Cílem praktické části bakalářské práce je navrhnout aktivizační výukové postupy pro žáky základní školy na téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování. Připravené aktivity, které nejsou vhodné k provedení ve stejné podobě pro prezenční i distanční formu, budou uvedeny zdvojeně (jednou pro prezenční, jednou pro distanční formu). Po prezentaci příslušných návrhů aktivit uvádíme popis jejich realizace v praxi, která proběhla distanční formou s 18 žáky 8. ročníku Základní školy ve Velvarech a jejich zhodnocení. Ke každé aktivitě byla na základě praktických zkušeností s distanční výukou vypracována metodika, ve které jsou formulovány jak konkrétní výukové cíle, tak časový harmonogram jednotlivých aktivit.

6.1 Návrhy aktivit na téma Chemické reakce

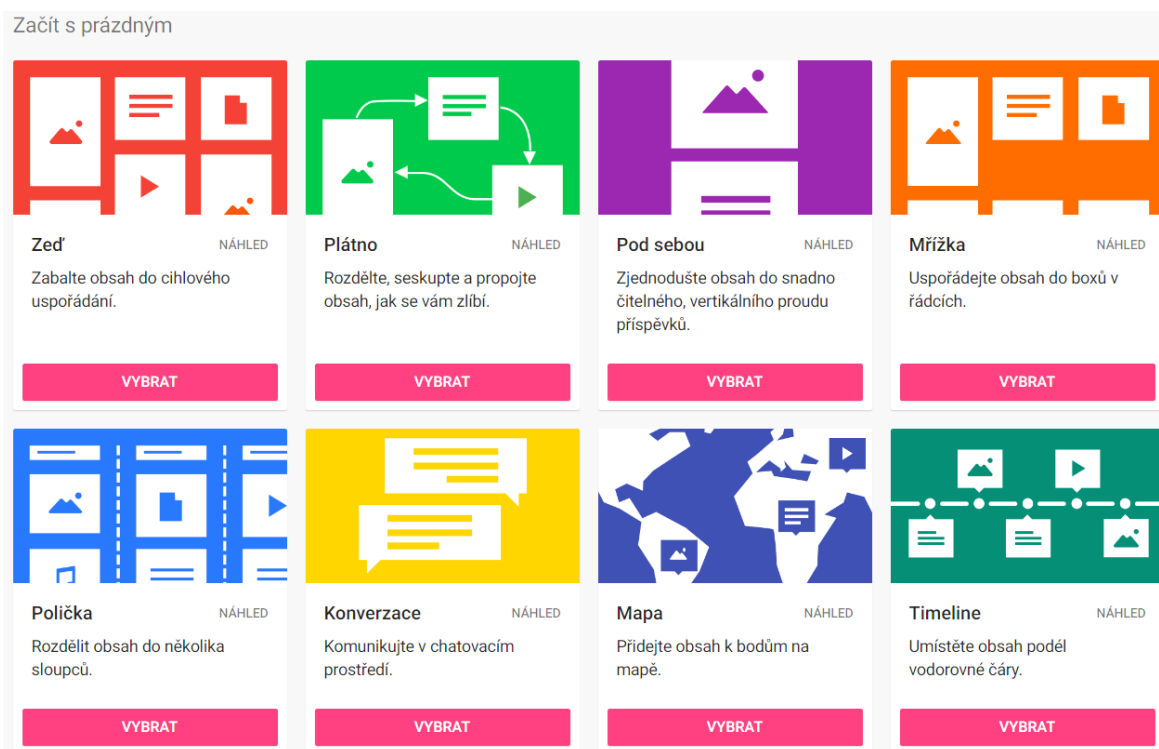
Pro úvodní zopakování tématu Chemické reakce, které předchází nebo zahrnuje téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování, jsme navrhli několik aktivit. Vycházíme z předpokladu, že žáci jsou schopni rozlišit chemický a fyzikální děj, v rovnici chemické reakce určit reaktanty a produkty, určit rozdíl mezi exotermickou a endotermickou chemickou reakcí a určit rozdíl mezi slučovací a rozkladnou chemickou reakcí.

6.1.1 Brainwriting

První aktivitou je brainwriting (viz kapitola 5.1.1). Žáci, rozdělení do skupin, mají za úkol vzpomenout si na poznatky související s tématem Chemické reakce a ty zaznamenat na papír. V distanční výuce můžeme využít virtuální nástěnku Padlet.

Padlet je internetová platforma umožňující vytvářet nástěnky, dokumenty nebo webové stránky, které jsou snadné pro čtení i přidávání příspěvků (MŠMT, nedatováno). Tato verze vyžaduje nejprve žáky s touto platformou seznámit a objasnit pravidla (jestli se budou přihlašovat, nutnost podpisu příspěvku či úplná anonymita).

Příprava nástěnky je velmi jednoduchá. Na stránkách <https://padlet.com/> je přihlášení pomocí e-mailu. Poté klikneme na „Vytvořit Padlet“ a objeví se několik šablon, ze kterých lze volit. Pro náš účel zvolíme „Plátno“. Uživatelsky příjemná je možnost volby pozadí plochy, např. linkovaný sešit, tabule, kalendář nebo vlastní fotografie.



Obrázek 20 - Šablony v Padletu (Padlet, nedatováno)

Po zobrazení plátna si můžeme navolit pozadí, font, možnosti komentování příspěvků nebo filtrování vulgárních výrazů (filtrace je však pouze pro anglické vulgarismy). Po veškerém nastavení žákům odešleme odkaz, po rozkliknutí mohou přidávat své poznatky a propojovat s hlavním tématem nebo i navázat na komentář spolužáka.

V případě, že žáci nebudou schopni produkovat související pojmy samostatně, dopomůžeme jim návodnými otázkami. Žáci by v první řadě měli zaznamenat v určitém zadaném čase všechny vyřčené nápady a poté je zhodnotit, popřípadě některé z nich úplně vynechat. Tato diskuse probíhá prozatím ve skupině. Žáci průběžně zapisují své pojmy do Padletu, a aby se skupiny mezi sebou rozlišily, každá z nich dostane přiřazenou barvu, kterou označí své příspěvky. Po skončení časového limitu, který je nutný nastavit, mluvčí skupiny zvolený žák představit tři pojmy, které vybrali jako nejdůležitější a zdůvodní jejich výběr. Ostatní skupiny se mohou prezentujících ptát na doplňující otázky, např. proč některý z jejich poznatků patří do tématu Chemické reakce. Mluvčí skupiny by měl být schopen výběr své skupiny obhájit.



Obrázek 21 – Příklad Brainwritingu

Brainwriting může být počátkem pro další práci s pojmy, jako je např. tvorba pojmové mapy.

6.1.2 Pojmová mapa

Pojmová mapa je grafický způsob reprezentace informací, skládající se z pojmů a vzájemných vztahů mezi nimi. Opět je vhodná práce ve skupinách a pro online verzi této aktivity můžeme skupinovou práci nastavit i v platformě MS Teams, kde je možné také vytvořit několikačlenné skupiny žáků. Skupiny obdrží odkaz na virtuální nástěnku Padlet, kde budou mít pojmy na téma Chemické reakce z předchozího brainwritingu. V případě, že navazujeme na brainwriting ihned, není nutné žákům posílat znovu odkaz.

Pojmovou mapu na téma Chemické reakce tvoří žáci tak, že získané pojmy logicky propojují s hlavním tématem, nebo napojují jeden pojem na druhý, případně mohou svoji kreativitu rozvíjet ještě dál.

Je možnost ponechat skupiny stejné jako u brainstormingu, ale každé skupině dát podklady, které ona sama nevytvořila. Úkolem žáků je vytvořit pojmovou mapu s pomocí právě získaných podkladů, kdy si mohou přidat i své nápady, pokud budou s tématem logicky souviset.

Druhá možnost je tvorba pojmové mapy společně. Po diskusi nad vybranými pojmy z brainwritingu tvoříme pojmovou mapu se žáky společně. Přitom pojmy, které se na

nástěnky objevují vícekrát nebo jsou synonymy, dáme do jedné skupiny a použijeme vždy jen jeden.



Obrázek 22 - Příklad pojmové mapy

Metodika možného zařazení navržených aktivit: Brainwriting + Pojmová mapa do výuky

Pomůcky: tablet (popřípadě jiná digitální technika), papír a psací potřeby

Cíl: Žáci dokáží uspořádat soubor svých znalostí na téma chemické reakce do pojmové mapy.

V úvodní části vedeme žáky k uvědomění si dosud získaných poznatků týkajících se chemických reakcí. Při distanční výuce využijeme Padlet, u prezenční výuky postačí papír a psací potřeby. Žáci, rozdělení do čtyř skupin, zaznamenají co nejvíce pojmů, které budou východiskem následujících činností. Tuto aktivitu zahájíme metodou brainwriting, který omezíme časovou dotací 5 minut. Po uplynutí limitu vyberou žáci tři pojmy ze své skupiny, na kterých se shodnou, že jsou nejdůležitější. Zvolený mluvčí (vybraný spolužák nebo pedagogem) přednese zjištěné pojmy se zdůvodněním jejich důležitosti. Ostatní mohou do diskuze vstoupit. Předpokládaný čas této činnosti je 15 minut.

Soubor pojmů na téma chemické rovnice použijeme v další aktivitě – pojmové mapě. Žáci při prezenční výuce si však nenechají své pojmy, ke kterým došli, ale pojmy mezi jednotlivými skupinami proházíme. Může dojít k možnosti, že skupina dostane pojmy, na které při předchozím brainstormingu zapomněla a vzpomene si díky nim na další. Ty mohou

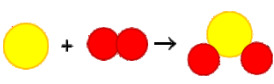

zaznamenat do jejich pojmové mapy. Po skončení časového limitu představí jednotlivě skupiny své pojmové mapy. Při distanční výuce si žáci nechají své pojmy, ze kterých vypracují pojmovou mapu, nebo použijeme všechny pojmy, které máme společně vygenerovány na nástěnce a společně z nich vytvoříme jednu pojmovou mapu. Předpokládaný čas pro tvorbu pojmové mapy je 10 minut.

Při těchto aktivitách rozvíjíme u žáků kompetence k učení, pracovní, komunikativní a sociální. Žáci analyzují dosažené znalosti, dokáží obhájit důvod svého výběru, komunikují ve skupině, kde se musí shodnout na společném výsledku. Doplnujícími otázkami vedeme žáky k zamýšlení se nad danou problematikou.

6.1.3 Pexeso

Pexeso je karetní hra pro jednoho nebo více hráčů zaměřená na paměť. Úkolem každého hráče je nasbírat co nejvíce dvojic kartiček, které k sobě patří. Aby žáci věděli, jaké kartičky tvoří pár, před samotným začátkem hry dáme žákům za úkol z kartiček vytvořit dvojice, které spolu logicky souvisejí. Po správném utvoření dvojic kartičky otočí, zamíchají a mohou začít hrát. Cílem hry Pexeso je najít co nejvíce správných dvojic. Hru můžeme také časově omezit, přičemž vyhraje právě ten hráč, který má nejvíce kartiček.

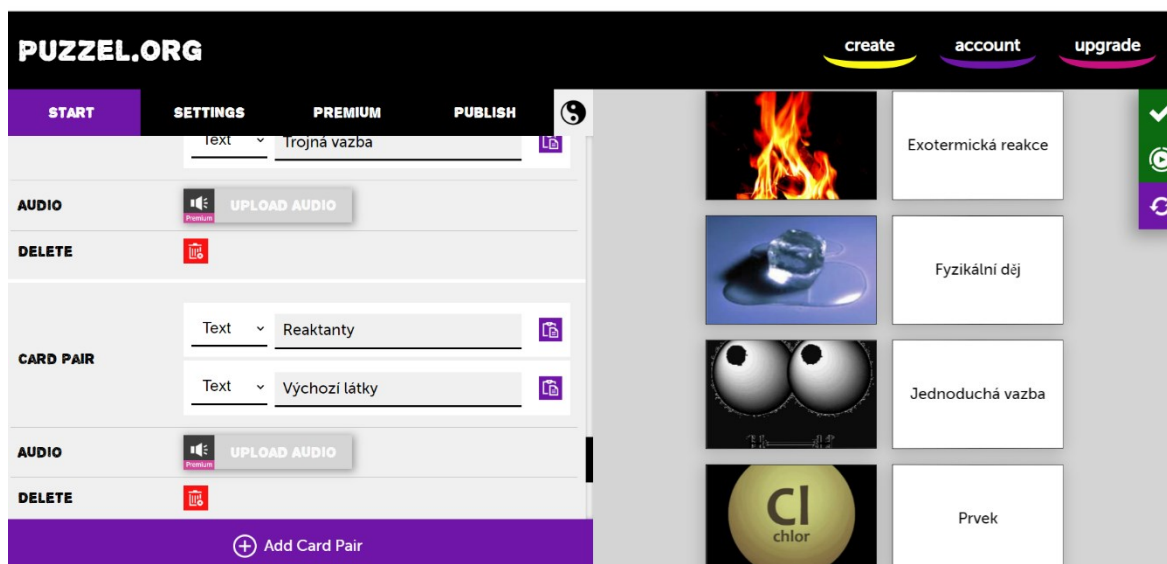
Příklad dvojic pexesa s tématem Chemická reakce je na obr. 23, celý návrh je v příloze 1.

Reakce slučovací		Reaktanty	Výchozí látky
Reakce rozkladná		Produkty	Nově vzniklé látky

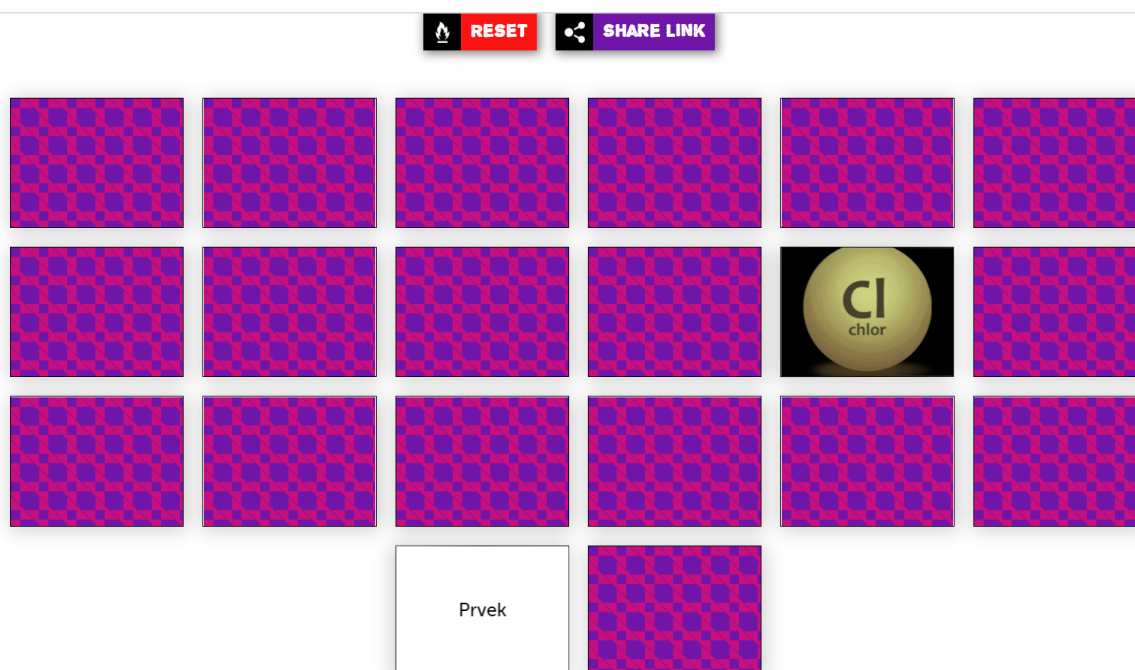
Obrázek 23 - Pexeso s tématem Chemická reakce

Online verze této aktivity – pexeso online je tvořeno na stránce <https://puzzel.org/en/features>. Vytvoření pexesa s tímto nástrojem je jednoduché a intuitivní.

Můžeme si zvolit obrázkovou i psanou formu. Po vytvoření pexesa obdrží žáci odkaz (Share link) a mohou hrát. Nevýhoda online pexesa je v tom, že se z něj stává individuální aktivita a chybí soutěživost mezi hráči.



Obrázek 24 - Tvorba pexesa (puzzel.org, nedatováno)



Obrázek 25 - Online pexeso (puzzel.org, nedatováno)

Online pexeso si žáci předem nemohou prohlédnout, a tak dopředu neví, co budou ke dvojici hledat. Proto je možné ještě před pexesem nebo místo něj dát spojování výrazů, které k sobě logicky patří. Tématika a kartičky zůstanou stejné.

Metodika možného zařazení navržené aktivity: Pexeso

Pomůcky: tablet (popřípadě jiná digitální technika), kartičky pexesa

Karetní hru pexeso může hrát jeden i více hráčů. Na tuto hru bychom vymezili časovou dotaci 8 minut, kdy k sobě žáci v prvních minutách jen přiřadí správné dvojice. Po kontrole učitele hráči kartičky otočí a můžou začít hrát. Po uplynutí časového limitu každý sečte dvojice, které získal a hráč s nejvyšším počtem dvojic vyhrává.

Pexeso je hra zaměřená na soustředěnost a paměť a probouzí u žáků soutěživost.

6.1.4 Křížovka

Další aktivitou, která by v tématu Chemické reakce mohla žáky aktivizovat, je křížovka. V křížovce žáci odpovídají jedním slovem na otázky a své odpovědi zaznamenávají po písmenech do obrazce podle čísel daných u otázek. Cílem křížovky je vyluštit tajenku, což je text, který získáme správným vyplněním všech polí.

Pro její tvorbu jsme použili stejnou aplikaci jako na pexeso (<https://puzzel.org>) a zvolili jsme „Create crossword puzzle“. Tvorba křížovky se podobala tvorbě předešlého pexesa. Na vyznačení tajenky se dostaneme přes „Settings“ a do kolonky „Hidden solution“ napíšeme řešení tajenky. Tajenkou jsme zvolili téma hodiny – vyčíslování.

PUZZEL.ORG create account upgrade

START **SETTINGS** PREMIUM PUBLISH

TYPE Crossword

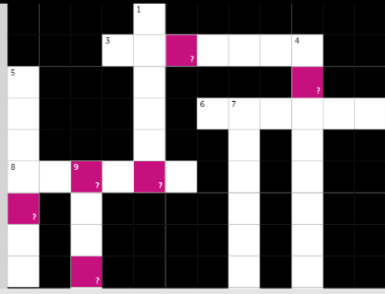
CREATED AT 9-3-2021

VERSION 9-3-2021

NAME

HIDDEN SOLUTION vyčíslování

SHUFFLE SOLUTION



ACROSS

3 Grafické znázornění chemické reakce

6 Látka, která vznikne při chemické reakci

8 Prvek nezbytný pro život, podporuje hoření

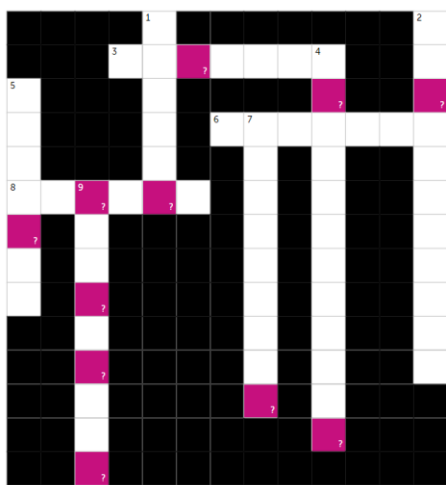
DOWN

1 Chemická reakce, při které se uvolňuje světelná a tepelná energie

2 Reakce, při níž dochází k uvolňování tepla

4 Chemická reakce, při níž se spotřebovává teplo

Obrázek 26 - Tvorba křížovky (puzzel.org, nedatováno)

ACROSS

3 Grafické znázornění chemické reakce

6 Látka, která vznikne při chemické reakci

8 Prvek nezbytný pro život, podporuje hoření

DOWN

1 Chemická reakce, při které se uvolňuje světelná a tepelná energie

2 Reakce, při níž dochází k uvolňování tepla

4 Chemická reakce, při níž se spotřebovává teplo

5 Reakce, kdy ze složitějších látek vznikají látky jednodušší

7 Východní látky v chemické rovnici

9 Syntéza je reakce ...

Obrázek 27 - Výsledná křížovka v puzzel.org na téma Chemické reakce

Při řešení žáci vyplní křížovku podle zadání vpravo a jako tajenka se jim objeví přesmyčka, kterou ještě musí dořešit. Každá správná odpověď se jim vyznačí zeleně.

3 Grafické znázornění chemické reakce

3 Grafické znázornění chemické reakce

Č S Í N Y V Á V L O

VYČÍSLOVÁNÍ

The solution is correct! Well done!

Obrázek 28 - Řešení křížovky v puzzle.org na téma Chemické reakce

Metodika možného zařazení navržené aktivity: Křížovka

Pomůcky: tablet (popřípadě jiná digitální technika), křížovka, psací potřeby

Cílem křížovky je vyřešit tajenku. Tajenkou naší křížovky je „vyčíslování“, proto bychom zařadili křížovku na úvod do tématu Vyčíslování chemických rovnic. Každý žák se snaží samostatně s využitím znalostí chemických pojmů vyřešit tajenku. Žákům, kterým řešení nedělá potíže, navrhneme, aby se zamysleli nad tím, jak daný výraz využít v chemii. Žákům, kterým činí řešení potíže, pomůžeme s problematickými pojmy. Na křížovku počítáme s 10 minutami.

Tajenku – Vyčíslování – můžeme využít jako úvod do nového tématu. Zjistíme od žáků jejich nápady, popřípadě je vhodně zvolenými otázkami navedeme.

6.1.5 Demonstrační pokusy

Demonstrační pokusy jsou nedílnou součástí výuky chemie. Tyto pokusy provádí většinou učitel a žákům dokazuje či popisuje určitý děj, vede diskuzi k přípravě, provedení a zhodnocení výsledků pokusu a klade doplňující otázky. K tématu Chemické reakce existuje celá řada demonstračních experimentů, z kterých jsme vybrali dva s výrazným vizuálním efektem.

Hoření mouky

Jednou z nejznámějších chemických reakcí je hoření. Před zadáním pokusu, jehož součástí je práce s ohněm, je nutné žáky upozornit na zvýšenou opatrnost při provedení pokusu a jeho nemožnost provedení v podmínkách, při nichž není možné dostatečně zabezpečit bezpečnost práce a dohled dospělé osoby.

Pokusy s výrazným efektem, mezi které je intenzivní hoření možné zařadit, jsou vhodné pro zvýšení motivace o téma výuky. Proto navrhuje i jeden z takových pokusů do motivační části tématu Chemické reakce a navazujících témat spojených s rovnicemi chemických reakcí a jejich vyčíslováním. Propojení je možné mezi slovním popisem chemické reakce hoření mouky (látky obsahující uhlík reagující s kyslíkem za vzniku oxidu uhličitého) a hoření jednodušší látky, např. reakce uhlíku nebo vodíku s kyslíkem, kterou následně mohou žáci zvládnout zapsat chemickou rovnicí včetně jejího vyčíslení.

Pro samotný pokus Hoření mouky si připravíme mouku hrubou, mouku hladkou, kahan nebo svíčku, špejli, zápalky, gumový balonek a misky. Pro zvýšení pozornosti je dobré žáky namotivovat úvodním textem. „*Už jste se někdy zamýšleli nad tím, na jaké běžně užívané látky si máte dát v kuchyni pozor a nenechávat je u hořícího sporáku? Co takhle mouka? Můžeme ji nechat v klidu poblíž ohně nebo raději ne?*“

Zapálíme svíčku, mouku nasypeme do misek, do jedné hladkou, do druhé hrubou a vyzkoušíme jejich hořlavost tak, že na ně vložíme hořící špejli, zapálenou pomocí svíčky. Co se stalo? Oheň uhasl u hladké i hrubé mouky, protože jejich zrníčka jsou na sobě natěsněná a povrch zapalované látky je příliš malý.

V pokusu pokračujeme dál, protože povrch zapalované látky lze ovlivnit. Mouka nemusí být jen v kupce v misce, ale můžeme ji rozptýlit ve vzduchu a vytvořit tak aerosol – tím zvětšíme její povrch a mouka vzplane. Z misky mouku do plamene foukneme pomocí gumového balonku, abychom dodrželi dostatečnou vzdálenost od plamene, který může být při větším množství mouky výrazně velký. Navíc i rozdíl mezi hladkou a hrubou moukou je velký. Hladká mouka hoří mnohem lépe, neboť velikost jejích jednotlivých částic je menší než u mouky hrubé, která hoří méně, a tedy i povrch mouky, který přijde do kontaktu s ohněm, je výrazně u hladké mouky větší. Při pokusu se snažíme používat co nejvíce smyslů, takže bychom si měli všimnout i nasládlé vůně spáleného cukru. V mouce je obsažen škrob, což je polysacharid složený z amylózy a amylopektinu. Ty jsou tvořené z několika tisíců až

desetitisíců molekul glukózy (označována jako hroznový nebo krevní cukr). Zahříváním se škrob rozkládá právě na jednoduché sacharidy – glukózu (látku obsahující uhlík, vodík a kyslík).

Praktický závěr z provedeného pokusu je tedy, že není dobré nechávat mouku u hořícího sporáku, protože v případě průvanu by mohlo dojít k jejímu vzplanutí (příloha 2). Teoretický závěr, který můžeme využít v tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování jsme popsali v úvodu popisu tohoto pokusu.

Zákon zachování hmotnosti

Zákon zachování hmotnosti udává, že hmotnost látek do reakce vstupujících je v uzavřené soustavě roven hmotnosti látek produktů. Uzavřenost soustavy je nutné speciálně zajistit v případě, že dochází k úniku plynných látek. Pokusy orientované na potvrzení zákona zachování hmotnosti jsou vhodné nejen pro téma Chemické reakce a Chemické rovnice, ale jsou zejména významným východiskem pro téma Vyčíslování chemických rovnic.

Pomůcky: kuželová baňka, gumový balonek, rovníramenné váhy, ocet, jedlá soda

Postup: Do baňky nalijeme ocet, do balonku nasypeme jedlou sodu a balonek připevníme na hrdlo baňky tak, aby jedlá soda zůstala v balonku. Baňku dáme na rovníramenné váhy a závažím je vyvážíme. (*Otázka pro žáky: Co očekáváte, že se stane?*) Z balonku vysypeme jedlou sodu do baňky a pozorujeme reakci. (*Co jsme pozorovali? Co nám říká zákon zachování hmotnosti? Proč platí zákon zachování hmotnosti v uzavřené soustavě? Co by se stalo, kdyby chyběl balonek?*)

Pozorujeme reakci jedlé sody s octem, při které se uvolňuje plyn – oxid uhličitý. Ten balonek nafoukne. Rovníramenné váhy zůstanou vyvážené stejně jako na začátku reakce. Díky balonku totiž zůstane i unikající plyn a proto platí, že hmotnost reaktantů zůstane totožná s hmotností produktů.

Po skončení reakce připravíme pokus ještě jednou. Do baňky nalijeme ocet, do balonku nasypeme jedlou sodu a vyvážíme. Tentokrát však po vysypání jedlé sody balonek na baňku nepřipevníme, ale položíme ho vedle baňky na váhu.

Když balonek neuzavře baňku, pozorujeme snížení hmotnosti. Důvodem je unikající plynný oxid uhličitý.

Tento pokus je bezpečný, a proto ho mohou žáci provést sami doma s použitím přesnějších kuchyňských vah a místo baňky použít např. lahev. Při pokusu bude záležet na kvalitě kuchyňských vah, které budou mít žáci doma k dispozici. U váhy s přesností na celé gramy není změna hmotnosti zřetelná. Pokus by musel probíhat ve větších poměrech obou látek.

Metodika možného zařazení navržené aktivity: Demonstrační pokus na zákon zachování hmotnosti

Pomůcky: kuželová baňka, gumový balonek, rovnoramenné váhy, ocet, jedlá soda

Cíl: Žáci dokáží určit základní vztah mezi reaktanty a produkty vzhledem k podobnosti s řeším základních matematických rovnic.

Demonstrační pokus žákům nastíní problematiku zákona zachování hmotnosti. Na rovnoramenné váhy položíme baňku s octem, na které je připevněn gumový balonek s jedlou sodou a vyvážíme. Poté jedlou sodu vysypeme z balonku do octa a pozorujeme reakci. Na pokus počítáme s dotací 5 minut.

Z pokusu vyplývá, že hmotnost reaktantů je stejná jako hmotnost produktů, což znázorníme na tabuli jednoduchou rovnicí, a provedeme její vyčíslení ($1 \text{ C} + 1 \text{ O}_2 \rightarrow 1 \text{ CO}_2$ s tím, že stechiometrické koeficienty hodnoty 1 v chemických rovnicích neuvádíme).

Demonstračními pokusy povzbuzujeme u žáků zvědavost, žákovskými pokusy ještě lépe.

6.2 Návrhy aktivit na téma Chemické rovnice a jejich vyčíslování

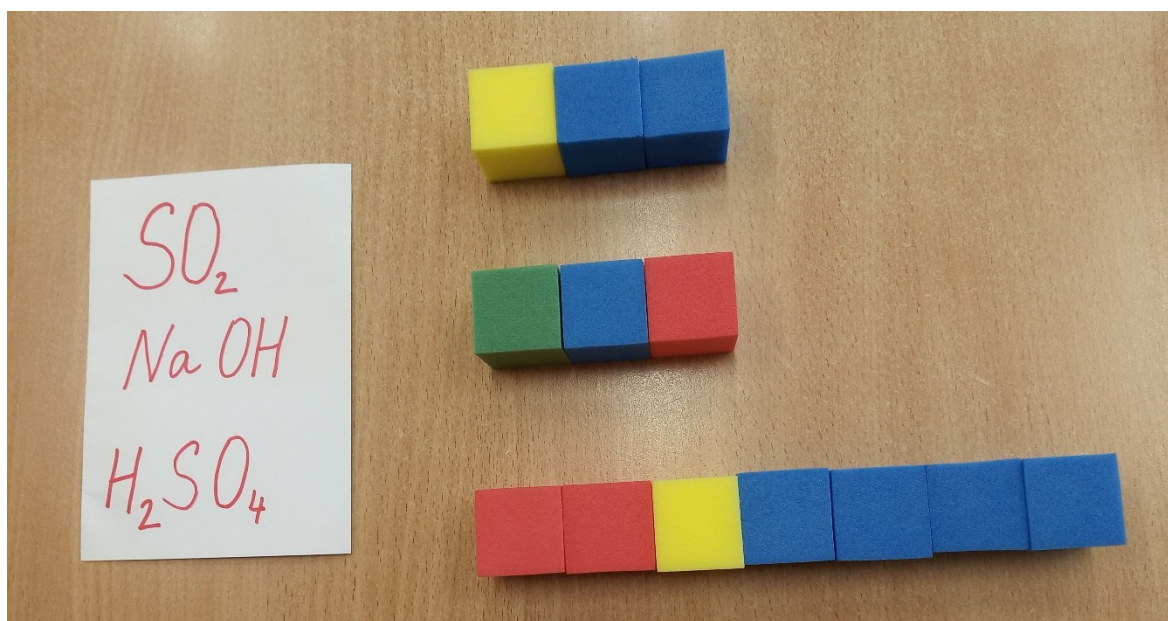
6.2.1 Pěnové kostky

Pro vysvětlení vyčíslování chemických rovnic při prezenční výuce navrhujeme aktivitu zaměřenou na skládání objektů z barevných pěnových kostek.

Nejprve se žáci rozdělí do dvojic. Pro náhodné rozdělení žáků využijeme kartičky s chemickými rovnicemi, kde půlka žáků dostane reaktanty a druhá půlka produkty a hledají k sobě druhou půlku chemické rovnice (např. jeden žák bude mít $\text{Na} + \text{Cl}_2$ a dvojici vytvoří

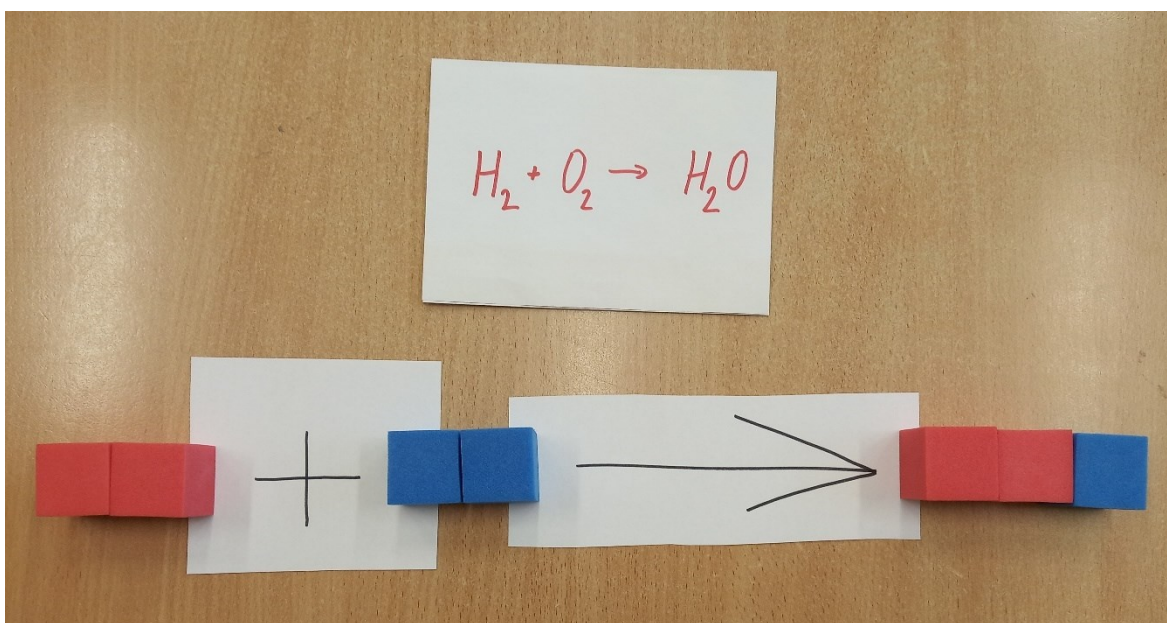
s žákem mající kartičku NaCl) (viz příloha 4). Když k sobě žák najde partnera, posadí se spolu zpět do lavice a dostanou před sebe několik barevných kostek, šipku a znaménka plus.

Nejprve si žáci zkusí poskládat několik sloučenin, kdy každá barva kostky vyjadřuje určitý prvek. Příklady sloučenin mohou být SO₂ (např. 1 kostka žlutá zastupující atom síry a 2 kostky modré zastupující atomy kyslíku), NaOH, H₂SO₄ (viz obr. 29). Pro lepší kontrolu určí učitel, kterému prvku je určena daná barva (S = žlutá, O = modrá, H = červená, Na = zelená).



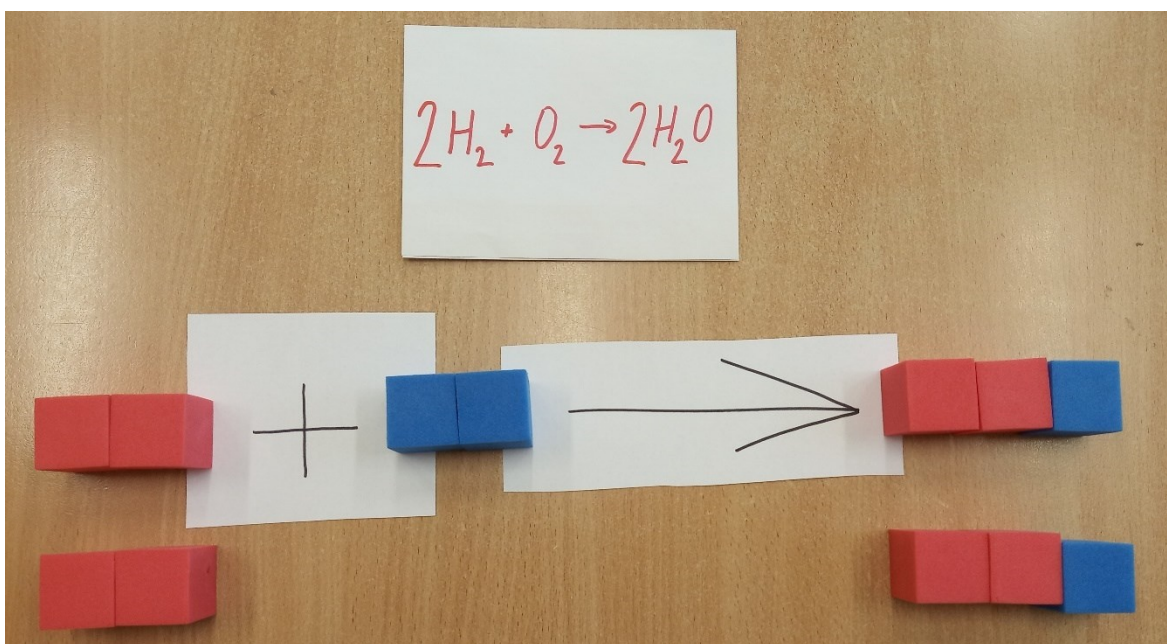
Obrázek 29 - Skládání sloučenin z pěnových kostek

Po těchto příkladech dostávají všechny dvojice žáků za úkol sestavit rovnici chemické reakce vodíku s kyslíkem ($\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$) (viz obr. 30). Nad rovnicí se žáci zamyslí a určí, jestli platí zákon zachování hmotnosti, neboli počet a druh atomů reaktantů je totožný s počtem a druhem atomů produktů. Při reakci se atomy jen přemístí, ale nezaniknou, ani nevznikají atomy nové. Máme stejný počet kostek u reaktantů jako u produktů?



Obrázek 30 - Nevyčíslená rovnice chemické reakce vodíku s kyslíkem z pěnových kostek

Poté musí žáci dodat tolik kostek, aby barevný počet kostek vpravo od šípky byl stejný jako vlevo. Klademe důraz na to, že lze přidat jen takové atomy nebo molekuly, které se vyskytují jako reaktanty nebo jako produkty (viz obr. 31). V zadaném příkladu nově přidané molekuly žáci srovnávají do nových řádků pod původní rovnicí. Podle počtu řádků u jednotlivé molekuly připiší do rovnice ono číslo – stechiometrický koeficient.



Obrázek 31 - Vyčíslená rovnice chemické reakce vodíku s kyslíkem z pěnových kostek

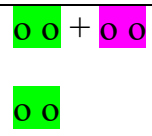
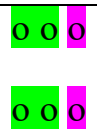
Po správném řešení první chemické rovnice se každá dvojice vrátí zpět k rovnici, která z nich vytvořila dvojici a tu pomocí kostek společně vyčíslí.

Další chemické rovnice dostanou žáci do dvojic a pracují společně.

V případě distanční výuky je postup totožný, ale bez použití kostek. Místo skládání barevných kostek si žáci jednotlivé atomy vyznačují barevnými puntíky na papír, princip zůstává.

Příklad rovnice v distanční výuce, zbytek viz příloha 5.

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

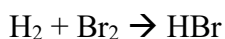
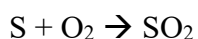
$2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$	
<i>Reaktanty:</i> $H_2 + O_2$	<i>Produkty:</i> H_2O
	

Metodika možného zařazení navržené aktivity: Pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním puntíků

Pomůcky: tablet (popřípadě jiná digitální technika), pěnové kostky (prezenční forma), barevné pastelky (distanční forma), pracovní list, psací potřeby

Cíl hodiny: Žáci dokáží vyčíslit jednoduché chemické rovnice za pomoci manipulace s pěnovými kostkami nebo názorného kreslení barevných puntíků.

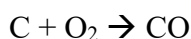
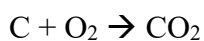
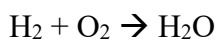
Na tabuli napíšeme dvě nevyčíslené chemické rovnice:



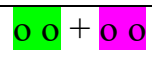


Rovnice zvolíme tak, aby jedna vyčíslení nepotřebovala a druhou rovnici zvolíme tak, aby její vyčíslení bylo jasně viditelné. *Která rovnice je v souladu se zákonem zachování rovnice?*

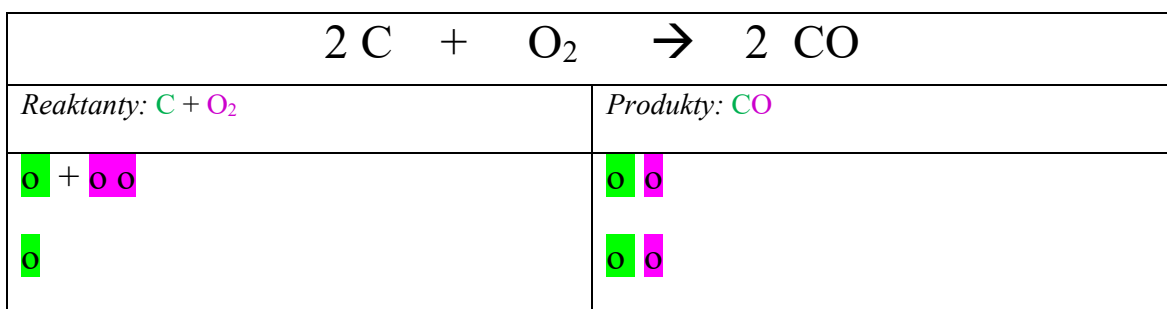
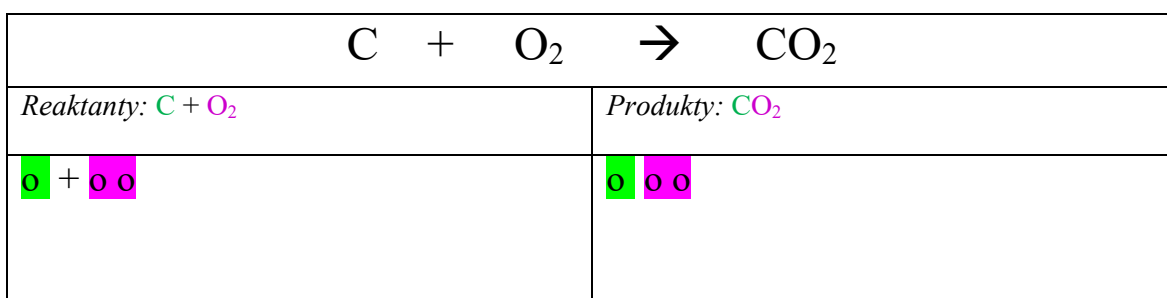
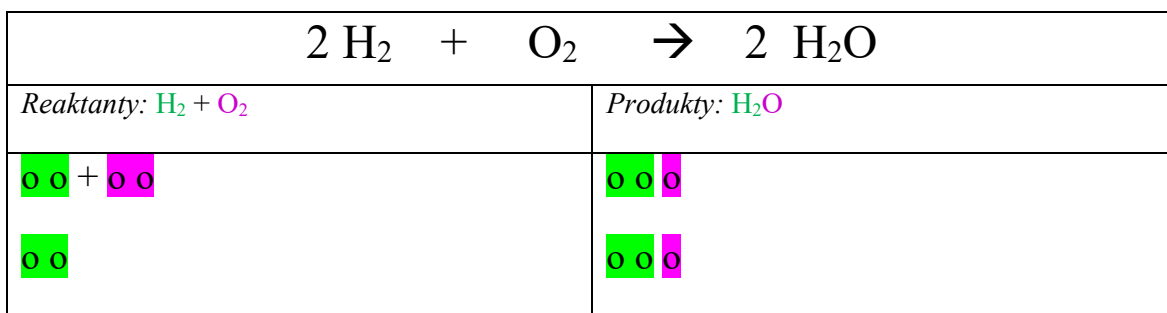
Pro názornost použijeme kostky, popřípadě barevné puntíky.

Pro tuto aktivitu rozdělíme žáky do dvojic za pomoci rozstříhaných lístečků s chemickými rovnicemi. Jako první si vyčíslíme právě výše zmíněnou rovnici $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr}$. Pokračujeme dál prvními třemi chemickými rovnicemi z pracovního listu, které znázorňujeme za pomoci kostek nebo puntíků společně.



Příklad řešení prvních 4 rovnic:

$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{HBr}$	
<i>Reaktanty:</i> $\text{H}_2 + \text{Br}_2$	<i>Produkty:</i> HBr
	 



Na procvičování použijeme pracovní list a necháme žáky pracovat samostatně ve dvojicích. Průběžně procházíme třídou a kontrolujeme porozumění zadání a zpracování úkolu. Vzhledem k manipulaci s kostkami jsme na tuto aktivitu vyhradili 30 minut.

V závěrečných minutách se věnujeme diskusi, kde žáci sami hodnotí svou práci, co jim činilo největší obtíže, co je naopak bavilo, jak by mohli tuto aktivitu ještě zpestřit.

Při této aktivitě rozvíjíme u žáků kompetence k učení, dále kompetence pracovní, komunikativní a sociální. Žáci komunikují ve dvojici, kde se musí dostat ke správnému výsledku.

Struktura a obsah této hodiny jsou téměř shodné v prezenční i distanční formě výuky. Distanční výuka se liší využíváním pomůcek. Pracovní list dostanou žáci k dispozici, mohou

si ho vytisknout a pracovat s papírovou formou nebo ho vyplňovat přes počítač. Při distanční výuce žáky nerozdělujeme do dvojic, ale vytvoříme skupiny, ve kterých by měli žáci společně komunikovat nad svými postupy a výsledky.

6.3 Realizace a zhodnocení vybraných navržených aktivit

Většinu uskutečněných a výše popsaných aktivit jsme z důvodu pandemie COVID 19 uskutečnili v online výuce se žáky 8. ročníku ZŠ Velvary v období od 8. do 19. března 2021. Výuky se zúčastnilo 18 žáků a proběhla na platformě MS Teams.

Základní škola Velvary má vypracovaný tematický plán, kde jsou určeny konkrétnější okruhy učiva, popřípadě i doporučená hodinová dotace pro dané téma. Obrázek představuje tematický plán, kde je vidět doporučená dotace hodin na problematiku chemických rovnic. Žáci mají celkem 1 hodinu na probrání Zákona zachování hmotnosti a 2 hodiny na Zápis a vyčíslování chemických rovnic. V pravém sloupci vidíme kolonku „Mezipředmětové vztahy“ a u Zákona zachování hmotnosti je průřezové téma *OSV/10 – vyvozování závěrů – vážení otevřené soustavy a změna hmotnosti*.

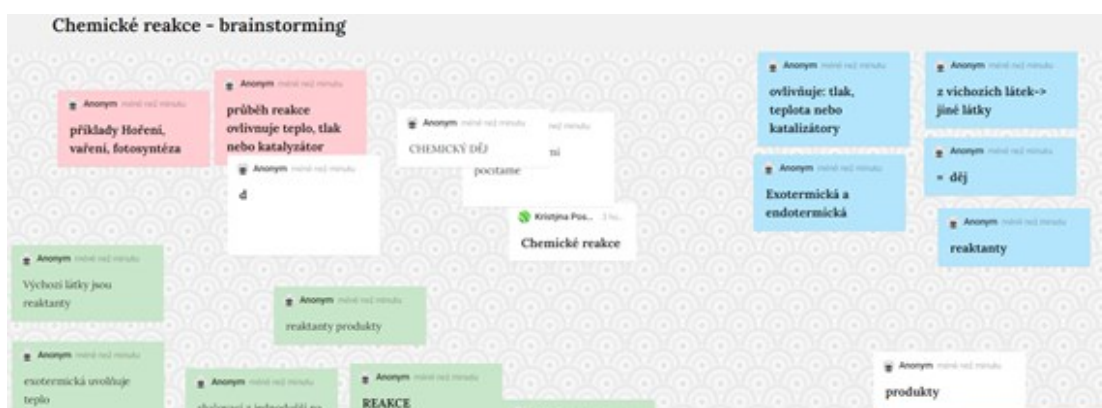
Měsíc	Okruh učiva	Číslo hodiny	Téma	Počet hodin	Pomůcky	Mezipředmětové vztahy
Září	Úvod do chemie		Chemie, chemický děj Látky a tělesa Chemická výroba v okolí Vlastnosti látek (fyz. a chem.) Laboratorní řád	1 1 1 3 1	Papír, zápalky PS Mapa střed. kraje Látky, teploměr	F látky a tělesa Z
Říjen	Směsi Rozpouštění		První pomoc (R a S věty) Čisté látky x směsi Různorodé – suspenze, emulze, pěna Stejnorodé směsi, složka, rozpouštědlo Hmotnostní zlomek, nasycený roztok, nenasycený, zředěný, koncentrovaný Pevné látky, vliv teploty, velikosti povrchu	1 1 1 1 2 1	Výstražné symboly Destilovaná voda, pitná, olej, KMno ₄ , špinavá voda Látky, teploměr	
Listopad	Oddělování slož Voda		Filtrace, destilace, sublimace, usazování 1.LP – filtrace kalné vody Druhy vod Koloběh vody, význam vody Pitná voda - norma ČOV	2 1 1 1 1 1	Ref. MÚ	Z- prameny min. vod
Prosinec	Vzduch Hoření látek Složení látek		Složení a vlastnosti Čistota, inverze, smog Hoření (kyslík), hašení Atom, molekula Struktura atomů Vznik iontů	1 1 1 1 1 1	Ref.	VK Brownův pohyb
Leden	Prvky		Značky, protonové číslo PSP – periody, skupiny Kovy, nekovy	1 1 3	Prezentace železa	
	Chemické reakce		Výchozí látky, produkty	1	Hoření	
Měsíc	Okruh učiva	Číslo hodiny	Téma	Počet hodin	Pomůcky	Mezipředmětové vztahy
Únor	Chem. rovnice		Zákon zachování hmotnosti Zápis a vyčíslování rovnic	1 2	Neutralizace Váhy, reakce zinku	OSV/10- vyvozování závěrů – vážení otevřené soustavy a změna hmotnosti M,F

Obrázek 32 - Tematický plán ZŠ Velvary: Chemie 8. ročník (ZŠ Velvary, 2009)

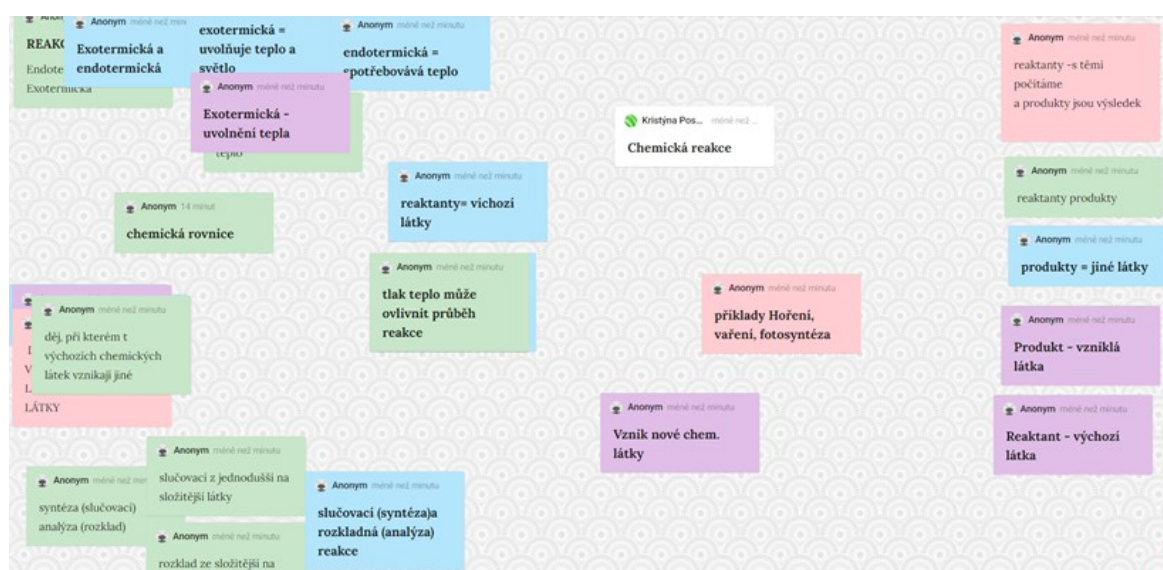
6.3.1 Brainstorming + Pojmová mapa

Při brainstormingu měli žáci za úkol vzpomenout si na poznatky související s tématem chemické reakce a ty při skupinové práci (4 skupiny) v MS Teams zaznamenat do Padletu, jehož odkaz dostali do chatu. Každá skupina dostala přiřazenou barvu (červená, modrá, zelená, fialová), kterou budou při zápisu používat (obr. 33). Vzhledem k tomu, že žáci mají již s touto aplikací zkušenosti, nebylo nutné podrobněji vysvětlovat její podstatu. Po uplynutí časového limitu jsme shlédli všechny zaznamenané nápady, poté je zhodnotili. Shodné nápady jsme přesunuli na jednotlivé hromádky a mluvčí skupiny vysvětloval, proč vybrali daný pojem (obr. 34). V druhé části úkolu jsme společně z vymyšlených pojmů sestavili pojmovou mapu (obr. 35).

Tuto aktivitu jsme zařadili po seznámení s tématem Chemické reakce jako východisko pro téma Chemické rovnice.



Obrázek 33 - Počáteční průběh aktivity



Obrázek 34 - Rozdělení pojmů do skupin



Obrázek 35 - Společně vytvořená pojmová mapa

Všechny čtyři skupiny se aktivity brainwriting chopily dobře. Nástěnka se rychle začala plnit návrhy a žádný ze zmíněných návrhů jsme neoznačili za nevhodný nebo nesouvisející s tématem Chemická reakce. Lístky „chemická rovnice“, „Vznik nové chem. látky“ a „příklady Hoření, vaření, fotosyntéza“ se na nástěnce objevily jen jednou, ostatní vícekrát. Všechny skupiny se shodly na důležitosti lístku s rozdělením reaktantů a produktů, které také skupiny zvolily mezi tři nejdůležitější.

Na tvorbu pojmové mapy žáci vybrali lístky, ze kterých jsme poté společně vytvořili pojmovou mapu. Postupně jsme k tématu Chemická reakce připojovali lístky od těch, které žákům přišly nejdůležitější. Mezi prvními byly lístky „děj, při kterém z výchozích látek vznikají jiné chemické látky“, „reaktanty a produkty“ a „příklady Hoření, vaření, fotosyntéza“ (tento lístek žáci označili mezi nejdůležitějšími i přes to, že u brainwritingu ho uvedla jen jedna skupina). Dále došlo k rozvětvení lístku „reaktanty a produkty“ a přiřazení k chemické reakci lístky „chemická rovnice“, „průběh reakce ovlivňuje teplo, tlak a katalyzátory“, „vznik nové chem. látky“, a lístky s rozdělením chemických reakcí na exotermickou a endotermickou a na slučovací a rozkladnou. Nakonec žáci tato rozdělení ještě rozvětvili.

6.3.2 Pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním puntíků

Pracovní list jsme použili ve výuce po seznámení se zákonem zachování hmotnosti a k procvičení vyčíslování jednoduchých chemických rovnic. Jako první jsme společně řešili rovnici $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Nejprve žáci rozlišili v rovnici reaktanty a produkty tak, že správně zapsali do tabulky (reaktanty: $\text{H}_2 + \text{O}_2$; produkty H_2O). Vodík označíme jednou barvou (např. zelenou), a vzhledem k tomu, že je za vodíkem dolní index 2 (dvouatomová molekula), vyznačili jsme dva puntíky. Druhou barvou (např. fialovou) totéž učiníme s kyslíkem. Molekulu vody jsme vyznačili dvěma puntíky zelenými a jedním fialovým. Nad rovnicí se žáci zamysleli a určili, jestli platí zákon zachování hmotnosti.

Poté museli dokreslit tolik puntíků, aby barevný počet puntíků u reaktantů byl stejný jako u produktů.

Pokud bylo nutné přidat molekulu, použili žáci další řádek v tabulce. Podle počtu řádků u jednotlivé molekuly připiší do chemické rovnice ono číslo – stechiometrický koeficient. Další dvě chemické rovnice jsme vypracovali stejným způsobem, zbývajícím dostali žáci do skupin a pracovali na vyčíslování společně. Práci v jednotlivých skupinách jsme postupně kontrolovali, popřípadě pomáhali s obtížemi.

Vzhledem k tomu, že jsme všechny rovnice společně zkontrolovali a opravili, měli mít všichni žáci pracovní list správně vyplněný, popřípadě opravený. Přesto jsme po odeslání listu zjistili, že někteří žáci nedodržovali používání barev (obr. 34), a tedy názorné vyznačování nemělo smysl. Správně vyplněný pracovní list je na obr. 35. Někteří žáci neměli možnost si pracovní list vytisknout, proto si zadání přepracovali do sešitu (obr. 36, 37).

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$	
Reaktanty:	Produkt:
$H_2 + O_2$	H_2O

$C + O_2 \rightarrow CO_2$	
Reaktanty:	Produkt:
$C + O_2$	CO_2

$C + O_2 \rightarrow 2CO$	
Reaktanty:	Produkt:
$2C + O_2$	$2CO$

$H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$	
Reaktanty:	Produkt:
$H_2 + Cl_2$	$2HCl$

$Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$	
Reaktanty:	Produkt:
$4Al + 3O_2$	$2Al_2O_3$

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$	
Reaktanty:	Produkt:
$CaCO_3$	$CaO + CO_2$

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$	
Reaktanty:	Produkt:
$N_2 + 3H_2$	$2NH_3$

M

Obrázek 36 - Pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků bez použití barev

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
Reaktanty: $\text{H}_2 + \text{O}_2$
Produkty: H_2O

$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
Reaktanty: $\text{C} + \text{O}_2$
Produkty: CO_2

$2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$
Reaktanty: $2\text{C} + \text{O}_2$
Produkty: 2CO

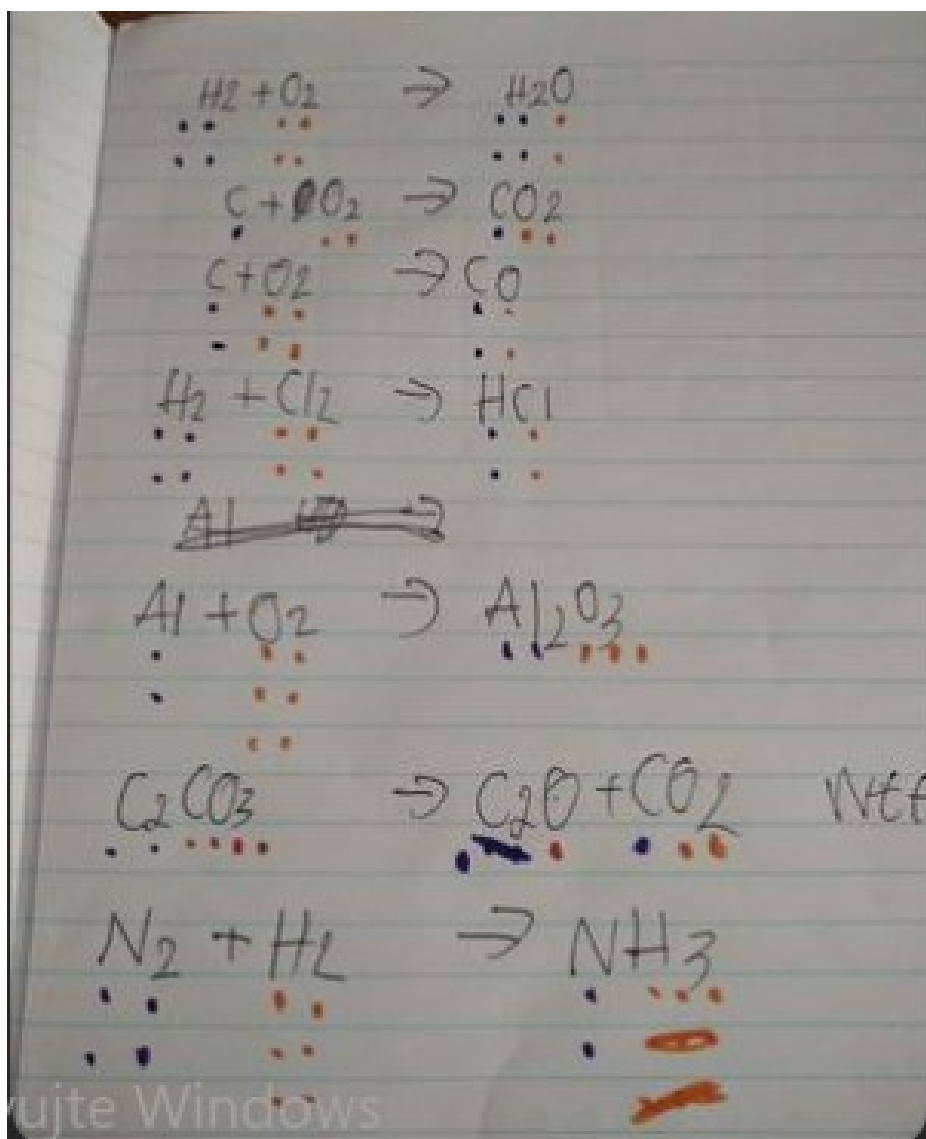
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
Reaktanty: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2$
Produkty: 2HCl

$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$
Reaktanty: $4\text{Al} + 3\text{O}_2$
Produkty: $2\text{Al}_2\text{O}_3$

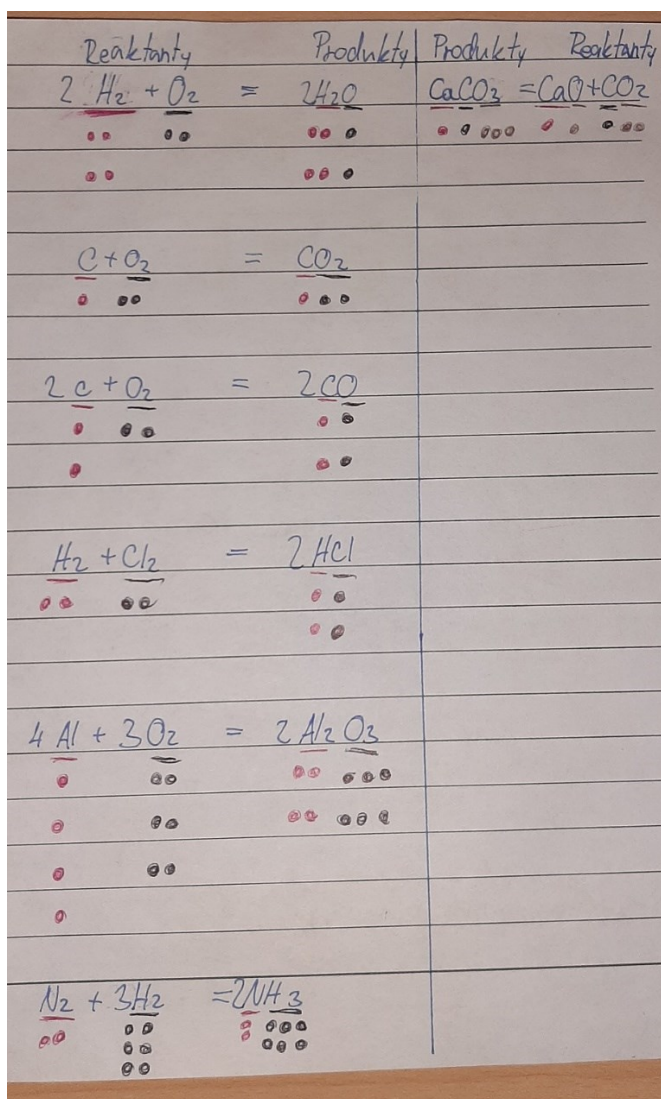
$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
Reaktanty: CaCO_3
Produkty: $\text{CaO} + \text{CO}_2$

$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
Reaktanty: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2$
Produkty: 2NH_3

Obrázek 37 - Správně vyplněný pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků



Obrázek 38 - Nedbale opsaný a vyplněný pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků



Obrázek 39 - Správně opsaný pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků s chybně určeným produktem CaCO_3 a nevyužitím šipky

Při společném vyplňování prvních tří rovnic z pracovního listu se žákům aktivita dařila. Po rozdělení do skupin jsme jednotlivými skupinami procházeli. Žáci spolu dobře nad řešením diskutovali a ti, kteří měli k dispozici kameru, ji zapnuli a svá řešení si ukazovali na kameru. Průběžně jsme se ujistovali o správnosti postupu řešení.

Nejčastější chyby se vyskytovaly u chemické rovnice $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$, která byla pro žáky náročná z důvodu nutnosti více jednotlivých kroků k dosažení úplného vyčíslení. Žáci tedy končili s vyčíslením nejen $2 \text{Al} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Al}_2\text{O}_3$, ale i $2 \text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$. Další velmi časté chyby byly u chemické rovnice $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$, kde pro žáky nebyl problém

samotné vyčíslení, ale správné určení reaktantů a produktů. Žáci označovali CaCO_3 za produkt, zmátla je tato rozkladná reakce a označovali dvojici oxidů $\text{CaO} + \text{CO}_2$ za reaktanty.

Většina žáků po malých úpravách úspěšně vyplnila pracovní list, někteří pomoc nepotřebovali vůbec (viz obr. 37). Tři žáci pracovní list vyplnili velmi nedbale. Při kontrole jsme zjistili, že nemají správně vyčíslené ani první tři chemické rovnice, které jsme dělali společně. Jako důvod žáci uvedli absenci barevných pastelek, kvůli čemuž názorné vyznačování nemělo smysl (viz obr. 36) nebo nepochopení zadání (viz obr. 38). S těmito žáky jsme v další vyučovací hodině, ve které měli ostatní samostatnou práci, znovu prošli pracovní list a společně ho opravili.

Závěr

Bakalářská práce se v teoretické části zaměřuje na popis výuky tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování na základních školách, analyzuje čtyři učebnice a jejich pracovní sešity, které jsou v souladu se současným rámcovým vzdělávacím programem pro základní školy. Dále představuje téma Chemické reakce v mezinárodní srovnávací studii TIMSS a ukazuje srovnání českých žáků s žáky ostatních zapojených zemí. Teoretická část práce pokračuje představením tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování v RVP ZV a v analýze školních vzdělávacích programů vybraných pěti základních škol a nižších gymnázií. V závěru teoretické části je souhrn základních výukových metod se zvýšeným aktivizačním potenciálem.

Praktická část bakalářské práce představuje několik navržených konkrétních výukových aktivit na téma Chemické reakce a Chemické rovnice a jejich vyčíslování, které z našeho pohledu představují vyšší aktivizaci žáků. V tématu Chemické reakce se jedná o brainwriting, tvorbu pojmové mapy, pexeso, křížovku a příklady souvisejících demonstračních a žákovských pokusů. V tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování jde o aktivity s pěnovými kostkami nebo dokreslováním barevných puntíků s využitím pracovních listů, včetně podpory a informačních technologií, které mají u žáků také potenciál k zvyšování motivace ve výuce.

Vybrané aktivity byly z důvodu pandemie COVID 19 využity při distanční výuce s 18 žáky 8. ročníku ZŠ Velvary. Brainwriting proběhl v první části aktivit na opakování tématu Chemické reakce, na něhož navázala aktivita tvoření pojmové mapy. Žáci při těchto aktivitách pracovali ochotně, nebylo potřeba ani žádných návodných otázek. Další aktivity na toto téma, křížovka a pexeso, žáci při distanční výuce dostali jako samostatnou práci. Vzhledem k nemožnosti žáky při práci sledovat, není jisté, že je opravdu všichni poctivě udělali.

Poslední aktivitu, kterou jsme provedli při distanční výuce, byl pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic s využitím názoru – barevných puntíků. Tuto aktivitu jsme vyzkoušeli se žáky 8. ročníků při prezenční výuce ve školním roce 2019/2020 s pěnovými kostkami a velmi se osvědčila. Žáci pracovali ve dvojicích a v případě chyby jsme mohli dříve zakročit

a princip objasnit. Žáci také postupně sami přecházeli z kostek na papírovou formu s tím, že si dokázali přidávání molekul lépe představit.

Ve srovnání s prezenční výukou byla distanční výuka náročnější a nebyla tak přínosná. Při průběžné kontrole, která probíhala ve skupinách, jsme pro vysvětlení museli celou chemickou rovnici společně se skupinou barevně označit a dojít k tomu, kde mají chybu, což zabralo poměrně hodně času a vznikala tak prodleva mezi vstupováním do ostatních skupin a jejich kontrolou. Při skupinové práci také nebylo možné sledovat, jestli se práce aktivně účastní všichni žáci, nebo jen někteří a ostatní jen opisují to, co slyší. Spouště žáků vyplnění pracovního listu nedělalo problém. I přes to předpokládáme, že by byly výsledky implementace námi navrženého souboru výukových aktivit k tématům Chemická reakce a Chemická rovnice a jejich vyčíslování ještě lepší v případě prezenční výuky, protože máme nad žáky dohled a v případě nejasností jim můžeme pomoci i bez jejich požádání.

Citovaná literatura

BENEŠ, Pavel, PUMPR, Václav & BANÝR Jiří. *Základy praktické chemie pro 8. ročník základní školy*. Praha: Fortuna, 1999. ISBN 80-7168-638-7.

BENEŠ, Pavel, BANÝR, Jiří & PUMPR Václav. *Základy praktické chemie pro 8. ročník základní školy: pracovní sešit*. Praha: Fortuna, 1999. ISBN 80-7168-628-x.

BÍLEK, Martin. Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*. 2008, (2), s. 1-15. ISSN 1337-0073.

BORÁK, Miroslav. Situační Metody. *Pedagogika-časopis pro vědy o vzdělávání a výchově*. 1969. s. 571-579.

BUDÍNSKÁ, Gabriela, ŠTIKOVCOVÁ, Květoslava, JELÍNKOVÁ, Lucie & JANDOVÁ, Jana. 2019. *Hravá chemie 8: učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Praha: Taktik. ISBN 978-80-7563-208-1.

COUFALOVÁ, Jana. 2006. *Projektové vyučování pro první stupeň základní školy: náměty pro učitele*. Praha: Fortuna. ISBN 80-716-8958-0.

ČŠI, 2019. Mezinárodní šetření TIMSS 2019. *Česká školní inspekce*. 8.

ČTRNÁCTOVÁ, Hana & BÍLEK, Martin. 2015. Didaktika chemie: Vývoj, současný stav a perspektivy. *Oborové didaktiky: vývoj, stav, perspektivy*. Brno: Masarykova univerzita, s. 189-222. Syntézy výzkumu vzdělávání. ISBN 978-80-210-7769-0.

ČTRNÁCTOVÁ, Hana & KLEČKOVÁ, Marta. Doktorské studium v oblasti didaktiky chemie - vývoj a současnost. *Scientia in education*. 2013. s. 119-124.

ČTRNÁCTOVÁ, Hana & BLANÝR, Jiří. 1996. Historie a současnost výuky chemie u nás. *Chemické listy*. s. 59-62.

DG a SOŠE Kralupy nad Vltavou [online]. 2007. [cit. 2021-02-14]. Dostupné z: <https://www.dgkralupy.cz/studium/vyuuka/>

E-LEARNING VŠCHT. *Chemické reakce - chemická rovnováha* [online]. [cit. 2021-01-24]. Dostupné z: <https://e-learning.vscht.cz/mod/page/view.php?id=13067>

FUSKOVÁ, Alena, JANDOVÁ Jana, JANSTOVÁ Štěpánka & kol. 2016. *Hravá chemie 8: pracovní sešit pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia : v souladu s RVP*. 2. vydání. Praha: Taktik, ISBN 978-80-87881-95-8.

Gymnázium Přírodní škola [online]. 2017. [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <http://www.prirodniskola.cz/studium/obecne-informace/>

HELLBERG, Jindřich & BÍLEK, Martin. 2000. Vývoj chemického vzdělávání v souvislosti s rozvojem chemie jako vědy. *Chemické listy*. (12), s. 1125-1131.

JANKOVCOVÁ, Marie, KOUDELA Jiří & PRŮCHA Jiří. 1989. *Aktivizující metody v pedagogické praxi středních škol*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. Pedagogická teorie a praxe. ISBN 80-04-23209-4.

KALOUS, Jaroslav & VESELÝ Arnošt. 2006. *Teorie a nástroje vzdělávací politiky*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1259-3.

KOTRBA, Tomáš & LACINA, Lubor. 2015. *Aktivizační metody ve výuce: příručka moderního pedagoga*. 3. vyd. Brno: Barrister & Principal. ISBN 978-80-7485-043-1.

MACH, Josef, PLUCKOVÁ, Irena & ŠIBOR, Jiří. 2016. *Chemie: úvod do obecné a anorganické chemie*. 4. aktualizované vydání. Brno: Nová škola. Duhová řada. ISBN 978-80-7289-820-6.

MACH, Josef, PLUCKOVÁ, Irena & ŠIBOR, Jiří. 2016. *Chemie: úvod do obecné a anorganické chemie*. 4. aktualizované vydání. Brno: Nová škola. Duhová řada. ISBN 978-80-7289-695-0.

MAŇÁK, Josef. 1997. *Alternativní metody a postupy*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 80-210-1549-7.

MAŇÁK, Josef. 2011. *Aktivizující výukové metody* [online]. [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/14483/aktivizujici-vyukove-metody.html/>

MAŇÁK, Josef & ŠVEC, Vlastimil. 2003. *Výukové metody*. Brno: Paido. ISBN 80-7315-039-5.

MOKREJŠOVÁ, Olga. 2009. *Moderní výuka chemie*. V Praze: Triton. ISBN 978-80-7387-234-2.

- MŠMT. 2009. *Školní vzdělávací program pro školy s 1. vzdělávacím stupněm* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: www.msmt.cz/uploads/soubory/zakladni/SVP_malotridky_web.doc
- MŠMT, 2020. *Padlet* [online]. [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://nadalku.msmt.cz/cs/komunikace/padlet>
- NÁRODNÍ ÚSTAV PRO VZDĚLÁVÁNÍ. 2021. *RVP ZV 2021 s vyznačenými úpravami* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/4982/>
- NÁRODNÍ ÚSTAV PRO VZDĚLÁVÁNÍ. nedatováno. *Rámcové vzdělávací programy* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <http://nuv.cz/t/rvp>
- NOVÁKOVÁ, Jiřina. 2014. *Aktivizující metody výuky*. V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-649-9.
- Padlet* [online]. [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: <https://cs.padlet.com/>
- PRŮCHA, Jan, WALTEROVÁ, Eliška & MAREŠ, Jiří. 2013. *Pedagogický slovník*. 7., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0403-9.
- Puzzle.org* [online]. [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: <https://puzzle.org/en/crossword/create>
- Puzzle.org* [online]. [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: <https://puzzle.org/en/memory/create>
- RENDL, Miroslav & VONDROVÁ, Naďa. 2013. *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-723-6.
- RYCHTERA, Jiří, BÍLEK, Martin & kol.. 2019. *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy*. V Plzni: Fakulta pedagogická ZČU. ISBN 978-80-261-0925-9.
- SEDMIDUBSKÝ, David. 2011. *Základy chemie pro bakaláře*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-790-3.
- SSZŠ Litvínov [online]. 2018. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <https://www.sszslitvinov.cz/skola/skolni-vzdelavaci-program>
- ŠKODA, Jiří, DOULÍK, Pavel & PÁNEK, Jan. 2006. *Chemie 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN 80-7238-442-2.

ŠMÍDL, Milan & PELIKÁNOVÁ, Ivana. 2019. *Chemie s nadhledem 8: pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. Škola s nadhledem. ISBN 978-80-7489-556-2.

ŠRÁMEK, Vratislav. 2000. *Obecná a anorganická chemie*. 2. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 80-7182-099-7.

TOMÁŠEK, Vladislav. 2008. Obstojí čeští žáci v mezinárodní konkurenci?. *Výzkum TIMSS 2007*. s. 17.

TOMÁŠEK, Vladislav. 2009. Úlohy z přírodních věd pro 8. ročník. *Výzkum TIMSS 2007*. s. 45-59.

TUPÝ, Jan. 2019. *Podkladová studie: Vznik RVP a ŠVP*. Praha

VOJÍŘ, Karel & RUSEK, Martin. 2020. Vývoj kurikula chemie pro základní vzdělávání v České republice po roce 1989. *Chemické listy*. (114), 366-369.

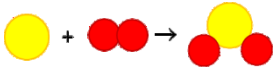

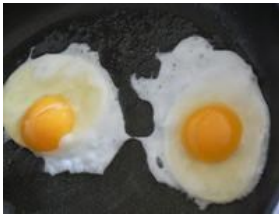


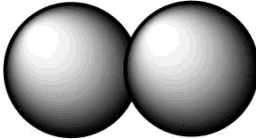
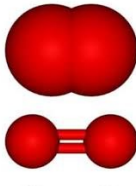

ZŠ Kovářov [online]. 2016. [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: <http://www.zskovarov.cz/nase-skola-vzdelavaci-program.php>

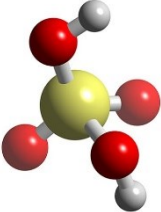

ZŠ Velvary [online]. 2009. [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: https://zsvelvary.cz/?page_id=73

ZŠ Velvary [online]. 2017. [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: https://zsvelvary.cz/?page_id=220

Seznam příloh

Příloha 1 – Pexeso

Reakce slučovací		Reaktanty	Výchozí látky
Reakce rozkladná		Produkty	Nově vzniklé látky
Reakce endotermická		Fyzikální děj	
Reakce exotermická		Jednoduchá vazba	 H—H
Dokonalé spalování uhlíku	$C + O_2 \rightarrow CO_2$	Dvojná vazba	 O=O
Nedokonalé spalování uhlíku	$2 C + O_2 \rightarrow 2 CO$	Trojná vazba	

<p>Molekula sloučeniny</p>		<p>Atom prvku</p>	
---------------------------------------	---	--------------------------	---

Demonstrační pokus - Hoření mouky

Mouka je jednou ze základních surovin, kterou máme všichni v kuchyni, používaná např. při obalování, zahuštění nebo při pečení. Je ale bezpečné nechat mouku u hořícího sporáku? Nemůže začít hořet? Na tuto otázku si při následujícím pokusu dokážeme odpovědět.

Co budeme potřebovat:

Hladkou a hrubou mouku, dvě misky, svíčku, zápalky, gumový balonek, brčko

Před zadáním pokusu, jehož součástí je práce s ohněm, je nutné žáky upozornit na zvýšenou opatrnost při provedení pokusu a jeho nemožnost provedení v podmínkách, při nichž není možné dostatečně zabezpečit bezpečnost práce a dohled dospělé osoby.

Než začneme pokus provádět, zkuste se zamyslet nad tím, jestli bude mouka hořet nebo ne, jestli bude lépe hořet mouka hladká nebo hrubá, popřípadě jestli na hrubosti nezáleží. Na tyto otázky si poznamenejte své odpovědi.

Provedení pokusu:

Do jedné misky si nasypeme mouku hladkou, do druhé misky mouku hrubou. Zapálíme svíčku a hořící špejlí se pokusíme obě mouky v miskách zapálit.

Otázky:

Co se stalo? Hořela mouka hladká? Hořela mouka hrubá? Proč?

Úkol:

Zkuste vymyslet, co udělat, aby mouka začala hořet (bez použití jakýchkoli hořlavých materiálů). Nevíte-li si rady, odpovězte si na jednoduchou otázku – Co je důležité pro to, aby probíhalo hoření?

Co byste zkusili pro zlepšení hořlavosti? Proč?

Hoří jedna mouka lépe nebo obě stejně? Proč?

Zapojte co nejvíce smyslů a reakci popište. Jaký má plamen barvu? Cítíte nějakou vůni? Jakou?

Závěr:

Zhodnoťte práci. Jak dopadly vaše původní myšlenky na začátku pokusu? Předpokládali jste tento průběh?

Demonstrační pokus - Hoření mouky - řešení

Mouka je jednou ze základních surovin, kterou máme všichni v kuchyni, používaná např. při obalování, zahuštění nebo při pečení. Je ale bezpečné nechat mouku u hořícího sporáku? Nemůže začít hořet? Na tuto otázku si při tomto pokusu dokážeme odpovědět.

Co budete potřebovat:

Hladkou a hrubou mouku, dvě misky, svíčku, zápalky, špejli, brčko

Před zadáním pokusu, jehož součástí je práce s ohněm, je nutné žáky upozornit na zvýšenou opatrnost při provedení pokusu a jeho nemožnost provedení v podmínkách, při nichž není možné dostatečně zabezpečit bezpečnost práce a dohled dospělé osoby.

Než začneme pokus provádět, zkuste se zamyslet nad tím, jestli bude mouka hořet nebo ne, jestli bude lépe hořet mouka hladká nebo hrubá, popřípadě jestli na hrubosti nezáleží. Na tyto otázky si poznamenejte své odpovědi.

„O trochu lépe bude hořet asi mouka hladká. Myslím, že bude záležet na hrubosti mouky, čím hrubší, tím hůř bude hořet.“

Provedení pokusu:

!!Nezapomeňte, že pracujeme s ohněm, proto dbáme na zvýšenou opatrnost!!

Do jedné misky si nasypeme mouku hladkou, do druhé misky mouku hrubou. Zapálíme svíčku a hořící špejli se pokusíme obě mouky v miskách zapálit.

Otázky:

Co se stalo? Hořela mouka hladká? Hořela mouka hrubá? Proč?

Plamínek uhasnul - ani jedna mouka v misce nehořela. Vzhledem k tomu, že mouka na kupce má jednotlivé částičky na sobě, nedostane se mezi ně žádný kyslík a velikost povrchu zapalované látky je příliš malý. Plamen tedy jednoduše udusí.

Úkol:

Zkuste vymyslet, co udělat, aby mouka začala hořet (bez použití jakýchkoli hořlavých materiálů). Nevíte-li si rady, odpovězte si na jednoduchou otázku – Co je důležité pro to, aby probíhalo hoření?

Co byste zkusili pro zlepšení hořlavosti? Proč?

Pro hořlavost mouky ji musíme fouknout balonkem do ohně, tím zvětšíme povrch zapalované látky a mouka jako aerosol vzplane

Hoří jedna mouka lépe nebo obě stejně? Proč?

Lépe hoří hladká mouka než hrubá (hrubá možná nebude hořet vůbec). Rozdíl v hořlavosti je kvůli velikosti částic mezi moukami. Hladká má částičky menší, proto hoří lépe.

Zapojte co nejvíce smyslů a reakci popište. Jaký má plamen barvu? Cítíte nějakou vůni? Jakou?

Plameny ohně se nijak nezbarvily, cítit byla nasládlá vůně. Asi je to tím, že mouka obsahuje škrob, což je polysacharid, který se skládá z několika tisíců monosacharidů, glukóz, zřetězených dohromady. Takovou vůni lze cítit i když se spálí obyčejný krupicový cukr, který se také rozkládá na jednodušší glukózu (a fruktózu) nebo brambory, obsahující škrob jako mouka.

Závěr:

Zhodnoťte práci. Jak dopadly vaše původní myšlenky na začátku pokusu? Předpokládali jste tento průběh?

„Napsal jsem, že se hořlavost bude lišit, ale nevěděl jsem, jak, tak jsem napsal, že mouka hladká bude hořet trochu víc. Ve skutečnosti hořela hladká mouka o hodně lépe než hrubá. Nevěděl jsem, že může mouka tak moc hořet.“

Příloha 3 – Žákovský pokus + řešení

Žákovský pokus – Zákon zachování hmotnosti

Pomůcky: kuželová baňka nebo plastová lahev, gumový balonek, rovnoramenné váhy nebo kuchyňské váhy, ocet, jedlá soda

Postup: Do baňky/lahve nalijeme ocet, do balonku nasypeme trochu jedlé sody a balonek připevníme na hrdlo baňky tak, aby jedlá soda zůstala v balonku. Baňku dáme na rovnoramenné váhy a závažím je vyvážíme (nebo na kuchyňské váhy).

Otázka:

Co očekáváte, že se stane, až smícháme reaktanty? Jak se změní hmotnost produktů?

Z balonku vysypeme jedlou sodu do baňky a pozorujeme reakci.

Otázka:

Co jsme pozorovali? Co nám říká zákon zachování hmotnosti? Proč platí zákon zachování hmotnosti v uzavřené soustavě? Co by se stalo, kdyby chyběl balonek?

Po skončení reakce připravíme pokus ještě jednou. Do baňky nalijeme ocet, do balonku nasypeme jedlou sodu a vyvážíme. Tentokrát však po vysypání jedlé sody balonek na baňku nepřipevníme, ale položíme ho vedle baňky na váhu.

Bude v reakcích nějaký rozdíl? Jaký? Proč?

Závěr:

Zhodnoťte práci. Jak dopadly vaše původní myšlenky na začátku pokusu? Předpokládali jste tento průběh?

Žákovský pokus – Zákon zachování hmotnosti - řešení

Pomůcky: kuželová baňka nebo plastová lahev, gumový balonek, rovnoramenné váhy nebo kuchyňské váhy, ocet, jedlá soda

Postup: Do baňky/lahve nalijeme ocet, do balonku nasypeme trochu jedlé sody a balonek připevníme na hrdlo baňky tak, aby jedlá soda zůstala v balonku. Baňku dáme na rovnoramenné váhy a závaží je vyvážíme (nebo na kuchyňské váhy).

Otázka:

Co očekáváte, že se stane, až smícháme reaktanty? Jak se změní hmotnost produktů?

Očekáváme, že hmotnost produktů bude stejná jako hmotnost výchozích látek.

Z balonku vysypeme jedlou sodu do baňky a pozorujeme reakci.

Otázka:

Co jsme pozorovali? Co nám říká zákon zachování hmotnosti? Proč platí zákon zachování hmotnosti v uzavřené soustavě? Co by se stalo, kdyby chyběl balonek?

Pozorujeme reakci jedlé sody s octem, při které se uvolňuje plyn – oxid uhličitý. Ten balonek nafoukne. Rovnoramenné váhy zůstanou vyvážené stejně jako na začátku reakce. Díky balonku totiž zůstane i unikající plyn, a proto platí, že hmotnost reaktantů zůstane totožná s hmotností produktů.

Po skončení reakce připravíme pokus ještě jednou. Do baňky nalijeme ocet, do balonku nasypeme jedlou sodu a vyvážíme. Tentokrát však po vysypání jedlé sody balonek na baňku nepřipevníme, ale položíme ho vedle baňky na váhu.

Bude v reakcích nějaký rozdíl? Jaký? Proč?

Když balonek neuzavře baňku, pozorujeme snížení hmotnosti. Důvodem je unikající plynný oxid uhličitý.

Závěr:

Zhodnoťte práci. Jak dopadly vaše původní myšlenky na začátku pokusu? Předpokládali jste tento průběh?

Pokus dopadl tak, jak jsme očekávali. Vzhledem k zákonu zachování hmotnosti nám u prvního smíchání látek žádná hmotnost nebyla ani nepřibyla, ale když jsme sundali balonek, hmotnost produktu se snížila z důvodu unikajícího plynného oxidu uhličitého.

Příloha 4 – Rozdělení do dvojic

$\text{H}_2 + \text{O}_2$	H_2O
$\text{S} + \text{O}_2$	SO_2
$\text{C} + \text{O}_2$	CO_2
$\text{Fe} + \text{O}_2$	Fe_2O_3
$\text{Na} + \text{Cl}_2$	NaCl
CaCO_3	$\text{CaO} + \text{CO}_2$
$\text{N}_2 + \text{H}_2$	NH_3
$\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaOH} + \text{H}_2$
$\text{H}_2 + \text{Br}_2$	HBr

Příloha 5 – Vyčíslování chemických rovnic: zakreslování puntíků + řešení

$\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

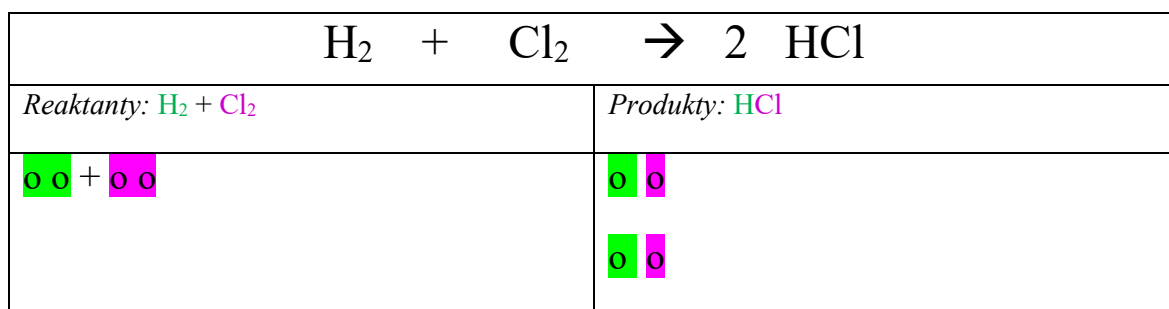
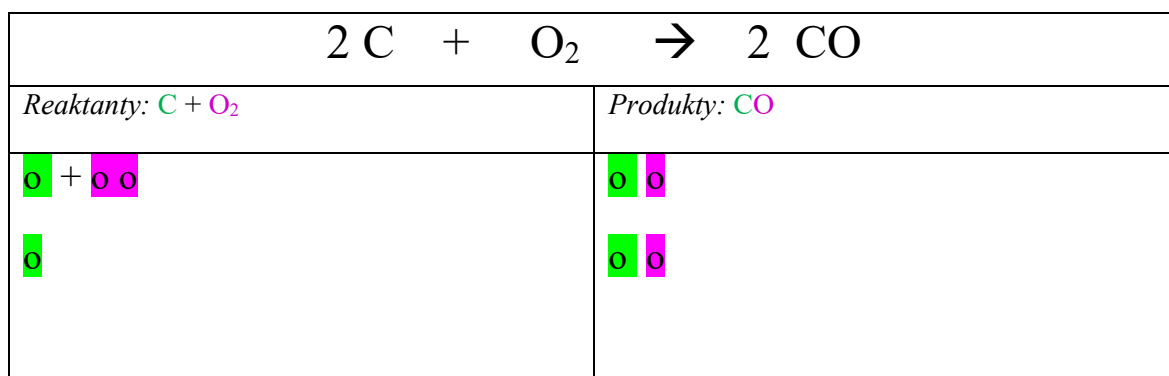
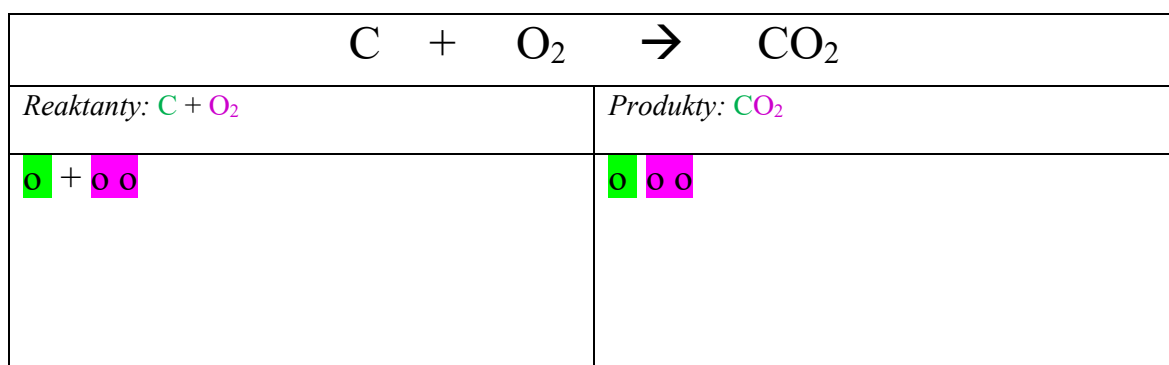
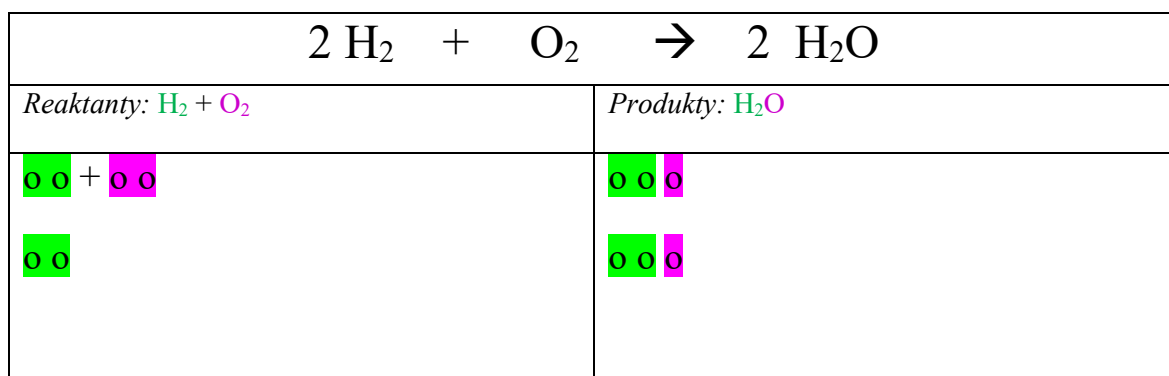
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl}$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

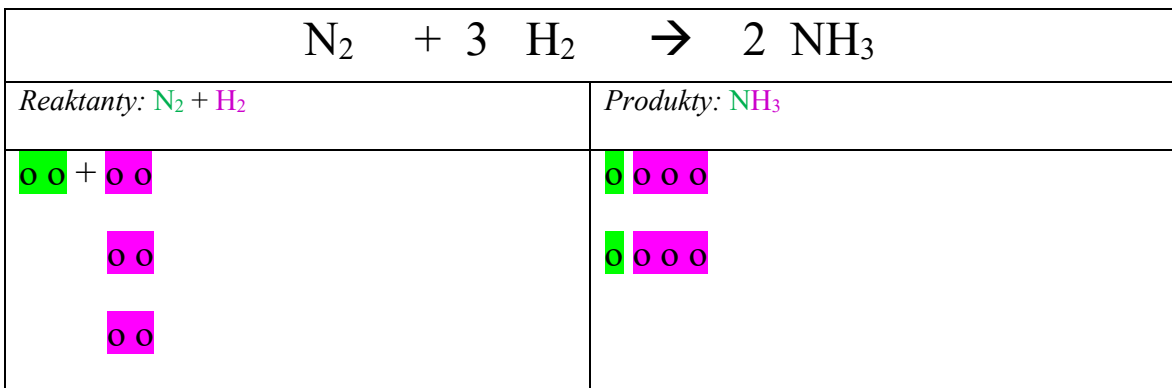
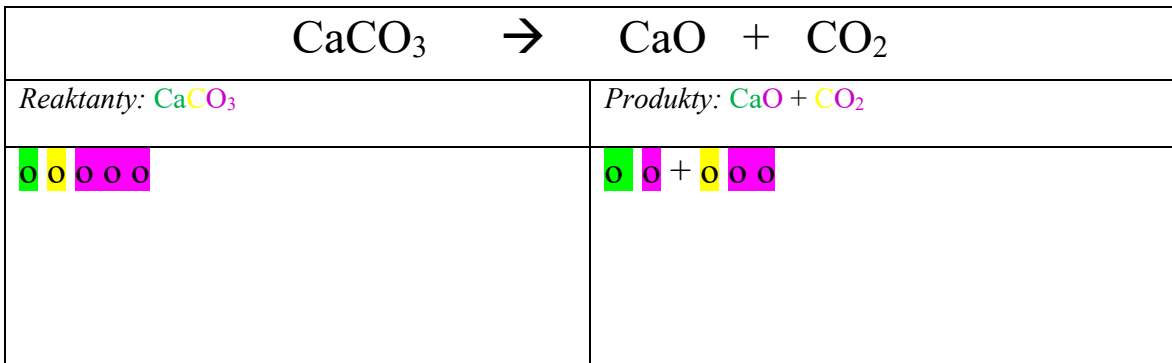
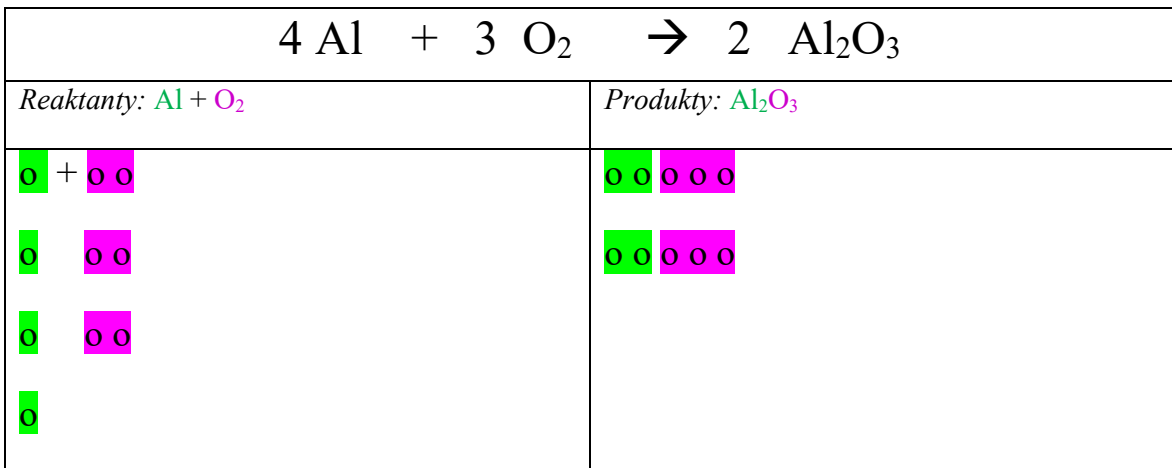
$\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

$\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$	
<i>Reaktanty:</i>	<i>Produkty:</i>

Vyčíslování chemických rovnic – řešení





Seznam obrázků

Obrázek 1 - Způsoby vyjádření chemické reakce v učebnici Hravá chemie (Budínská & kol., 2019, s. 61)	12
Obrázek 2 – Učebnice Hravá chemie nakladatelství Taktik - Vyčíslování chemických rovnic (Budínská & kol., 2019, s. 61).....	13
Obrázek 3 - Chemické experimenty na téma Chemické reakce v učebnici Chemie pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia (Škoda & kol., 2006, s. 27)	15
Obrázek 4 – Učebnice Chemie pro 8. ročník ZŠ a nižší gymnázia nakladatelství Fraus - Vyčíslování chemických rovnic (Škoda & kol., 2006, s. 29).....	16
Obrázek 5 – Učebnice Úvod do obecné a anorganické chemie nakladatelství Nová škola - Vyčíslování chemických rovnic (Mach & kol., 2016, s. 40).....	18
Obrázek 6 - Učebnice Základy praktické chemie nakladatelství Fortuna – Vyčíslování chemických rovnic (Beneš & kol., 1999, s. 42)	19
Obrázek 7 - Základy praktické chemie 1 - ukázka z pracovního sešitu (Beneš & kol., 1999, s. 23)	21
Obrázek 8 - Příklad úlohy z TIMSS 2007 s tématem chemické reakce (Tomášek, 2009, s. 59).....	24
Obrázek 9 - Úspěšnost řešení úlohy P36 (S02-10) (Tomášek, 2009, s. 59).....	25
Obrázek 10 - Výsledky TIMSS 2007 (Tomášek, 2008, s. 17)	26
Obrázek 11 – Změny očekávaných výstupů v RVP ZV v tématu Chemické rovnice a jejich vyčíslování (Národní ústav pro vzdělávání, 2021, s. 73)	28
Obrázek 12 - Škrty v učivu chemické reakce v RVP ZV vydaném r. 2017 (Národní ústav pro vzdělávání, 2021, s. 74).....	28
Obrázek 13 – Chemie ve Školním vzdělávacím programu ZŠ Velvary (ZŠ Velvary, 2017, s. 253).....	30
Obrázek 14 – Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP ZŠ Velvary (ZŠ Velvary, 2017, s. 256).....	30
Obrázek 15 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP DG a SOŠE Kralupy nad Vltavou (DG a SOŠE Kralupy nad Vltavou, 2007, s. 201).....	31

Obrázek 16 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP Ekoškola Kovářov (ZŠ Kovářov, 2016, s. 226)	32
Obrázek 17 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP SSZŠ Litvínov (SSZŠ Litvínov, 2018, s. 25)	33
Obrázek 18 – Učební plán Přírodní školy s vyznačením počtu hodin chemie (Gymnázium Přírodní škola, 2017, s. 30).....	34
Obrázek 19 - Očekávané výstupy v tématech Chemické reakce a Chemické rovnice v ŠVP Přírodní škola Praha (Gymnázium Přírodní škola, 2017, s. 78).....	34
Obrázek 20 - Šablony v Padletu (Padlet, nedatováno)	45
Obrázek 21 – Příklad Brainwritingu.....	46
Obrázek 22 - Příklad pojmové mapy	47
Obrázek 23 - Pexeso s tématem Chemické reakce	48
Obrázek 24 - Tvorba pexesa (puzzel.org, nedatováno).....	49
Obrázek 25 - Online pexeso (puzzel.org, nedatováno)	49
Obrázek 26 - Tvorba křížovky (puzzel.org, nedatováno).....	51
Obrázek 27 - Výsledná křížovka v puzzel.org na téma Chemické reakce	51
Obrázek 28 - Řešení křížovky v puzzel.org na téma Chemické reakce	52
Obrázek 29 - Skládání sloučenin z pěnových kostek	56
Obrázek 30 - Nevyčíslená rovnice chemické reakce vodíku s kyslíkem z pěnových kostek	57
Obrázek 31 - Vyčíslená rovnice chemické reakce vodíku s kyslíkem z pěnových kostek .	57
Obrázek 32 - Tematický plán ZŠ Velvary: Chemie 8. ročník (ZŠ Velvary, 2009).....	62
Obrázek 33 - Počáteční průběh aktivity	63
Obrázek 34 - Rozdělení pojmů do skupin	63
Obrázek 35 - Společně vytvořená pojmová mapa	64
Obrázek 36 - Pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků bez použití barev	66
Obrázek 37 - Správně vyplněný pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků	67
Obrázek 38 - Nedbale opsaný a vyplněný pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků.....	68

Obrázek 39 - Správně opsaný pracovní list na Vyčíslování chemických rovnic se zakreslováním barevných puntíků s chybně určeným produktem CaCO_3 a nevyužitím šipky 69