

KARLOVA UNIVERZITA

Pedagogická fakulta



**VIZUALIZACE EDUKAČNÍCH
EXPERIMENTŮ**

Visualization of educational experiments

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. RNDr. Karel Holada CSc.

Autorka:

Bc. Rosana Zvelebilová

Praha 2012

Jméno a příjmení autorky: Bc. Rosana Zvelebilová
Název diplomové práce: Vizualizace edukačních experimentů
Název práce v angličtině: Visualization of educational experiments
Katedra: Katedra chemie a didaktiky chemie
Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Karel Holada CSc.
Rok obhajoby: 2012

Anotace:

Diplomová práce vizualizuje edukační experimenty pomocí různých vizualizačních prostředků – video, kresba, tabulka, schéma, rovnice, popis. Slouží k vzdělávání učitelů chemie a tutoruje je k živému předvádění pokusů v hodinách chemie a při laboratorních cvičení.

Anotation:

Thesis visualizes educational experiments using various visualization devices - video, drawing, table, diagram, equation description. It serves to educate chemistry teachers and tutors them a live demonstration of experiments in chemistry lessons and laboratory exercises.

Klíčová slova:

Vizualizace, edukační, experiment, pokus, kategorizace, demonstrace, laborace, model.

Keywords:

Visualization, education, experiment, categorization, demonstrations, model.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci „Vizualizace edukačních experimentů“ vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Karla Holady CSc. a uvedla v ní všechny použité literární a jiné odborné zdroje.

V Praze dne 10. dubna 2012

Poděkování:

V první řadě děkuji doc. RNDr. Karu Holadovi CSc. za odborné vedení, přínosné rady a trpělivý, vzorově didaktický přístup.

Dále pak děkuji své rodině za podporu, především Marii Hejkrlikové.

Díky patří i spolužačkám a spolužákům za spolupráci na praktické části diplomové práci, především Bc. Michaele Marečkové.

Obsah

Úvod	4
Vysvětlení pojmů použitých v následujícím textu	5
1 Kategorizace a morfologie edukačních experimentů	6
2 Frontální pokusy žáků mikrotechnikou	9
2.1 Redukce oxidu měďného vodíkem ve stavu zrodu	10
3 Simultánní pokus žáků semimikrotechnikou	12
3.1 Redukce oxidu měďnatého vodíkem	13
4 Individuální pokus žáků	16
4.1 Vytvoření vodíku v různých vyvíječích, reakcí zinku s kyselinou chlorovodíkovou	16
4.1.1 Použití injekční stříkačky	17
4.1.2 Použití nálevky – improvizace Kippova přístroje	18
4.1.3 Použití kapátka s balónkem	19
4.1.4 Použití U-trubice	20
4.1.5 Použití odsávací zkumavky	21
5 Demonstrační pokus učitele – makroprovedení	26
5.1 Redukce oxidu měďnatého vodíkem v Kjeldahlově baňce	26
6 Demonstrační pokus učitele	30
6.1 Redukce oxidu měďnatého vodíkem za použití zábrusové stavebnice	31
7 Pokusy žáků na dílčích úkolech	34
7.1 Metoda izomolárních sérií	34
8 Laborační pokus	39
8.1 Návěk pipetování	39
9 Demonstrační pokusy	42
9.1 Pipetování	43

10 Demonstrační pokus promítaný	46
10.1 Reakce zinku s různě koncentrovanou kyselinou	47
10.2 Reakce mědi, zinku a hořčíku s kyselinou	47
11 Kvalitativní pokus	50
11.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů	50
11.2 Substituční reakce kovů	51
12 Kvantitativní pokus	56
12.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů	56
12.2 Reaktivita kovů	57
13 Efektní pokus a neefektní pokus	61
13.1 Efektní pokus – „Blue Bottle Effect“	61
13.2 Neefektní pokus – redoxreakce železnatých a železitých iontů	61
14 Efektivita efektních pokusů	65
14.1 Reakce ve zkumavkách	66
14.2 Reakce v U-trubici	66
14.3 Reakce ve zkumavce	67
14.4 Reakce v půlené kyvetě	67
14.5 Promítaný pokus	68
14.5.1 Reakce v rozdělené Petriho misce	68
14.5.2 Rozpouštění pevného hydroxidu sodného	69
14.6 Reakce v kyvetě	69
14.7 Vyvolaný obrázek	70
14.8 Modrá amoniaková fontána	70
14.9 Reakce v preparátním válci	71
14.10 Reakce v krystalizační misce	72
14.11 Reakce v krystalizační misce s plechovými elektrodami	72
14.12 Reakce sodíku s vodou – „Chemické jojo“	73
14.13 Elektrolýza roztoku soli	74
14.14 Modrobílá houpačka	75

15 Modelový pokus	82
15.1 Elektrická vodivost látek	82
16 Pokusy s modelem	85
16.1 Simulace Brownova pohybu pomocí vzduchového stolečku	85
17 Vizualizace pokusu	87
17.1 Zlato z vody	87
18 Vizualizace pokusem	89
18.1 Model Brownova pohybu	89
Závěr	91
Použité zdroje	92
Seznam obrázků	93
Seznam schémat	93
Seznam tabulek	94
Seznam fotografií	94
Seznam příloh	100

Úvod

Chemické pokusy jsou podle mého názoru nejzáživnější a nejúčinnější edukační prostředek. Mají velký motivační účinek a vzbuzují zájem u žáků, žáci si dokážou snadněji osvojit látku, vyzkoušet si praktickou činnost a porozumět světu chemie.

Obsah diplomové práce je určen studentům pedagogických fakult, ale i středních pedagogických škol, chemických škol se zaměřením na výuku a také pro učitele v praxi.

Inspirací mi byla kniha Karla Holady: „Edukační experiment v chemii“, z roku 2011, kde jsou edukační experimenty rozříděné a popsány. Rozhodla jsem se tedy vizualizovat pokusy zmíněné v této publikaci.

Moje diplomová práce je zároveň reakcí na soudobé vyučování chemie – kvůli přísným normám a bezpečnostním pravidlům, nevybavenosti chemických laboratoří nebo lenosti a strachu učitelů ubývá živého předvádění pokusů při vyučování chemie a stejně tak laboratorních cvičení pro žáky. Někdy jsou nahrazovány promítáním videopořadů nebo úplně vynechány.

Praktická i teoretická část diplomové práce by měla sloužit jako motivační prostředek právě pro budoucí nebo nynější učitele – měla by je motivovat a tutorovat k živému provádění pokusů při vyučování.

Práce obsahuje 18 videopořadů, které jsou pojaty jako videotutoriály pro učitele chemie – nikoliv jako videopořady, které by se měly promítat při výuce chemie. Existuje mnoho videopořadů zachycujících chemické pokusy, které jsou samozřejmě přínosem pro vyučování. Videopořad zachycující chemický pokus by však neměl nahrazovat živé předvádění experimentu! Moje autorské videopořady tedy nejsou určeny k projekci ve výuce, ale naopak jsou vhodné k samostudiu učitelů, jak provádět živé pokusy.

Videopořady jsou doplněné podrobnými schématy, tabulkami a texty, pomocí kterých by mohl předvést pokus v hodině každý učitel. Doplnující fotografie jsou názorné a jednoznačné.

Doufám, že moje diplomová práce napomůže vzdělání učitelů chemie a bude je inspirovat pro živé předvádění pokusů v hodinách. Odměnou jim budiž nadšení a zájem žáků.

Vysvětlení pojmů použitých v následujícím textu

Vizualizace: náhled, zobrazení, ukázka, vyobrazení.

V této diplomové práci je použito několik vizualizačních technik – kresba, videopořad, popis, rovnice, animace, fotografie.

Edukační: vzdělávací, výchovný, výchovně-vzdělávací.

Experiment: pokus, metoda výzkumu nebo vědeckého ověření.

Vizualizace edukačních experimentů: zachycení pokusů prováděných při vyučování za účelem vzdělávání, v podobě například videopořadů, fotografií, atp.

Kategorizace a morfologie: rozřídování do kategorií, správné pojmenovávání.

Frontální: otočený čelem, předváděný před publikem, před třídou.

Simultánní: souběžný, zároveň probíhající.

Individuální: jednotlivý, samostatný.

Demonstrace: předvádění, názorná ukázka.

Laborace: práce v laboratoři.

Kvalitativní: vztahující se k jakosti, kvalitě.

Kvantitativní: týkající se kvantity, vyčíslitelný.

Efektní: působivý, doprovázený efektem.

Efektivní: účelný, účinný.

Model: předloha, vzor, vyjádření skutečnosti.

1 Kategorizace a morfologie edukačních experimentů

Kategorizace a morfologie edukačních experimentů v chemii

V následujícím textu lze vyhledat podrobnější popis pokusů, nákresy a obrázky (framy) z videopořadů, které jsou nosným pilířem této práce. Ilustrují tak podrobně dichotomické třídění dle Karla Holady, vyňatého z publikace „Edukační experiment v chemii“, z roku 2011.

1.1 Osoba experimentátora

Prvním třídícím kritériem budiž osoba experimentátora: pak půjde o pokusy žáka a o pokusy učitele. V některých případech též společné pokusy žáků a učitele.

1.1.1 Pokusy žáků

Pokusy žáků do značné míry řídí učitel a organizuje je jako pokusy:

- Frontální na stejných úkolech (kapitola 2).
- Frontální na dílčích úkolech (kapitola 7).
- Simultánní pokusy na stejných úkolech (kapitola 3).
- Individuální pokusy žáků (kapitola 4).

1.1.2 Pokusy učitele

Obvykle demonstrační, instruktážní apod. jsou prezentovány zásadně po jejich řádné přípravě a vyzkoušení za stejných podmínek, jako budou učitelem předváděny (kapitoly 5 a 6).

1.1.3 Společné pokusy žáků a učitele

Mohou být frontální pokusy žáků na dílčích úkolech, organizace pokusů podle metody izomolárních sérií. Při nácviku učitel instruuje a žáci opakují činnost po něm (kapitoly 7 a 8).

1.1.4 Laborační pokus žáků

Nácvik laboratorních dovedností je předmětem (nikoliv prostředkem) výuky (kapitola 8).

1.1.5 Demonstrační pokus žáků

Zapojení žáků do demonstračního pokusu učitele (kapitola 9).

1.1.6 Demonstrační pokus učitele

Nejčastější provedení pokusů učitelem ve výuce chemie (kapitoly 5, 6, 10, ...).

1.2 Měřítka pokusů

Vedle pokusů makrotechnikou a mikrotechnikou jsou velmi rozšířeny (a převažují nad pokusy mikrotechnikou) pokusy semimikrotechnikou.

1.2.1 Pokusy žáků mikrotechnikou a semimikrotechnikou (kapitoly 2, 3 a 4).

1.2.2 Demonstrační pokusy semimikrotechnikou

Jsou realizovatelné díky možnostem promítání.

- Promítání reálných pokusů procházejícím světlem – diaprojekce nebo odraženým světlem – epiprojekce (kapitola 10).
- Promítání pokusů zaznamenaných (fotografie, videopořady, ...).
- Promítání pokusů simulovaných, nereálných (např. animace).

1.3 Hledisko exaktnosti

Z hlediska exaktnosti lze edukační pokusy rozdělit na pokusy kvalitativní a kvantitativní, i když více vyhovuje značení semikvantitativní, jelikož jsou při výuce častější a při pokusech jsou povoleny značné tolerance při měřeních.

1.3.1 Kvantitativní (měrné) pokusy žáků

Kvantitativní (měrné) pokusy žáků jsou z hlediska technického přístupnější, jelikož je poměrně dostupná laboratorní měřicí technika (kapitola 12).

1.3.2 Kvantitativní pokusy demonstrační

Kvantitativní pokusy demonstrační mohou být z hlediska technického problém, jelikož není dostupná demonstrační měřicí technika a učitel je odsouzen k improvizacím.

- Práce s laboratorními přístroji je možné za následujících podmínek: zprostředkováním údajů žákům, optimalizací podmínek pozorování nebo efektivní a nenásilnou úpravou přístroje (kapitola 9).
- Použití zvětšenin laboratorních přístrojů (kapitoly 11 a 12).
- Práce s demonstračními přístroji speciálních konstrukcí.
- Promítání pokusů (kapitola 10).

1.3.3 Srovnávací pokusy

Na překryvu pokusů kvantitativních a kvalitativních jsou, vedle pokusů semikvalitativních, též pokusy srovnávací, mezi které patří i pokusy typu „slepý/ostrý“ (kapitola 11).

1.4 Mimo diagram dichotomického třídění

1.4.1 Pokusy efektní a neefektní

Každý chemický pokus je efektní (vzbuzuje a udržuje zájem o chemii) a není-li tomu tak, je třeba se zamyslet, zda je dělán správně a zda lze jeho efekt zvýšit (kapitoly 13 a 14).

1.4.2 Modelové pokusy a pokusy s modelem

Na překryvu experimentování a modelování jsou modelové pokusy (výsledky jsou přenosné neobdobné pokusy, kapitola 15) a pokusy s modelem (kapitola 16).

1.4.3 Vizualizace

Na překryvu experimentování a vizualizace nalezneme vizualizaci pokusu (kapitola 17) a vizualizaci pokusem (kapitola 18).

2 Frontální pokusy žáků mikrotechnikou

Pokusy žáků

„Pokusy žáků jsou uváženež koncipovány s ohledem na věkové zvláštnosti žáků, na:

- jejich vědomosti (teoretické, empirické, praktické)
- jejich dovednosti (senzomotorické, intelektuální, sociální)
- bezpečnost, hygienu, popř. ekologičnost
- jednoznačnost jejich uchopení fyzického i duševního
- respektování skutečnosti, zda jde o samu laboraci (pokus jako předmět výuky), nebo aplikaci pokusu (pokus jako prostředek výuky).

Pokusy žáků do značné míry řídí učitel a organizuje je.“ [4]

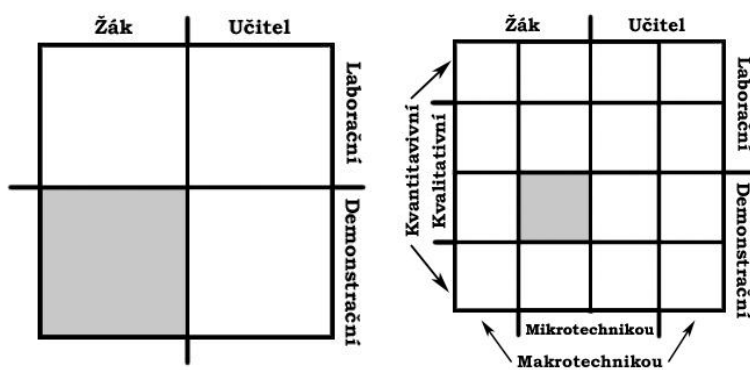
Pokusy žáků jsou také obsahem kapitol 3 a 4.

Princip frontálních pokusů mikrotechnikou

Princip frontálních pokusů spočívá v tom, že každý žák (nebo skupina žáků) provádí tentýž pokus na pokyny učitele ve stejný čas.

Frontální pokusy motivují žáky, protože se sami mohou podílet na provedení experimentu. Při použití mikrotechniky klesají náklady a spotřeba chemikálií, zároveň se ušetří čas při provádění experimentu, například při přenášení a mytí aparatury. Zároveň s malým množstvím použitých chemikálií se snižuje riziko spojené s prováděním chemických pokusů a tím se zvyšuje bezpečnost práce.

Frontální pokusy mikrotechnikou by se daly zařadit do kategorie: pokus žáků, laborační, kvalitativní, mikrotechnikou.



„Frontální pokusy na stejných úkolech jsou pokusy žáků, při nichž jsou žáci poměrně striktně (tuze) řízeni a jejich osobní aktivity (iniciativa) jsou nežádoucí a jako takové učitelem potlačovány (právě tak jako nácvik jednotlivých laborací).“ [4]

Frontální pokusy na tečkovací destičce

Tečkovací destička není v laboratořích paradoxně moc používaná. (Maximálně pro pokusy analytické chemie, nikoliv pro klasické pokusy). Literatura doporučuje jiné provedení pokusu, například mikrotechnikou.

Tečkovací destička je však nejúspornější způsob provedení pokusu, protože se spotřebuje naprosté minimum chemikálií. Výhodou mikrotechniky je možnost vyzkoušet si pokus i pro vyšší počet žáků.

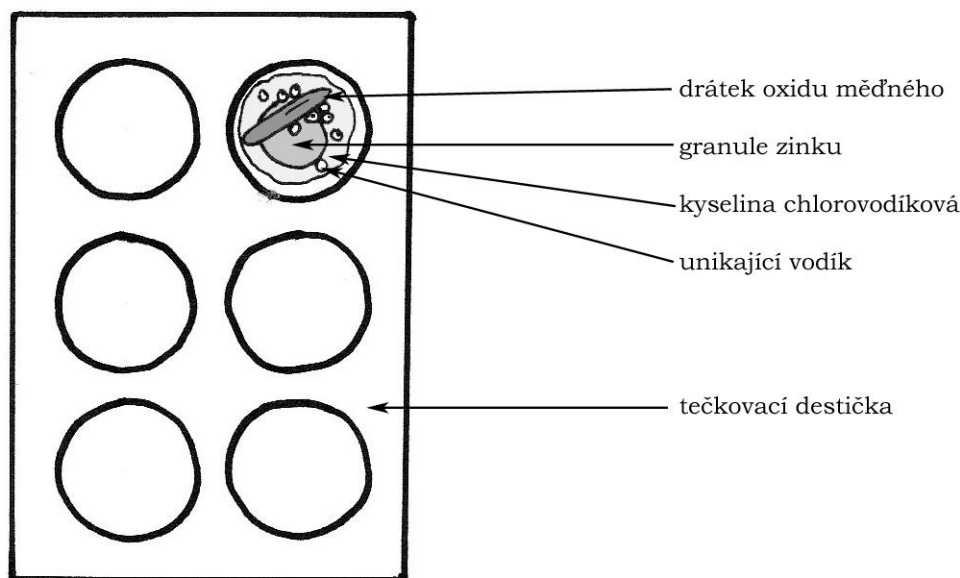
2.1 Redukce oxidu měďnatého vodíkem ve stavu zrodu

Videopořad: Frontální pokus mikrotechnikou, 40s.

Aparatura: Tečkovací destička, kapátka, bralenka.

Chemikálie: Drátek z oxidu měďného, zinková čočka, roztok kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/dm³.

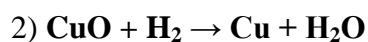
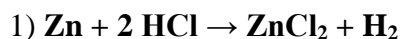
Schéma: Redukce oxidu měďnatého na tečkovací destičce



Postup:

Na tečkovací destičku umístí žák granuli zinku, drátek z oxidu měďného a zakápně roztokem kyseliny chlorovodíkové.

Při experimentu probíhají 2 reakce:



Žák vidí v kapce kyseliny chlorovodíkové unikající bublinky vodíku, který ve své plynné fázi reaguje s drátkem a redukuje oxid měďný na měď. Změna zabarvení drátku z černé na červenou je viditelná okem.

Videopořad:

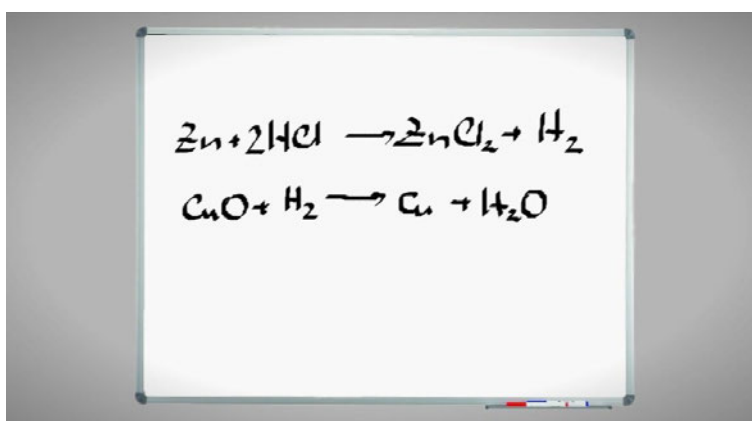
Frontální pokus mikrotechnikou



frame 2.1



frame 2.2



frame 2.3

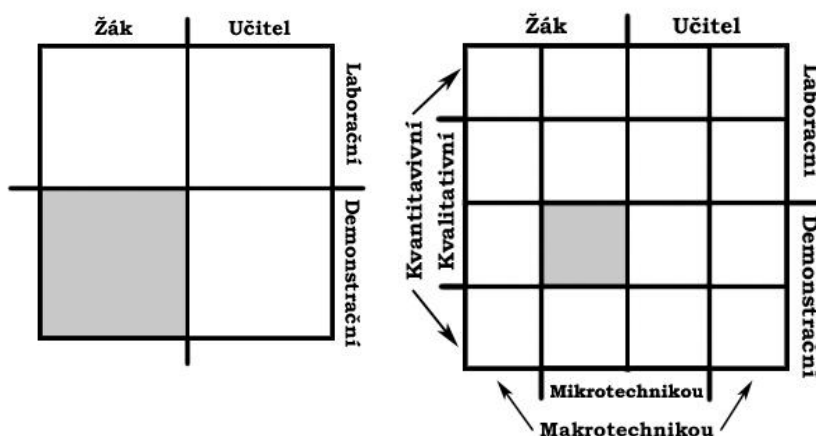
3 Simultánní pokus žáků semimikrotechnikou

Princip simultánních pokusů semimikrotechnikou

Princip simultánních pokusů spočívá v tom, že každý žák (nebo skupina žáků) provádí tentýž pokus, avšak vlastním tempem a samostatně.

Semimikrotechnika je v podstatě modelem skutečné aparatury a po sestavení vypadá stejně, jako například aparatura sestavená pro demonstrační účely. Aparatura zabere minimum místa a práce s ní je dostatečně bezpečná. Díky malým rozměrům aparatury je zapotřebí také malé množství chemikálií a tím opět dochází k úsporám. Při rozbití aparatury nehrozí vážnější zranění či potřísnění žiravinami.

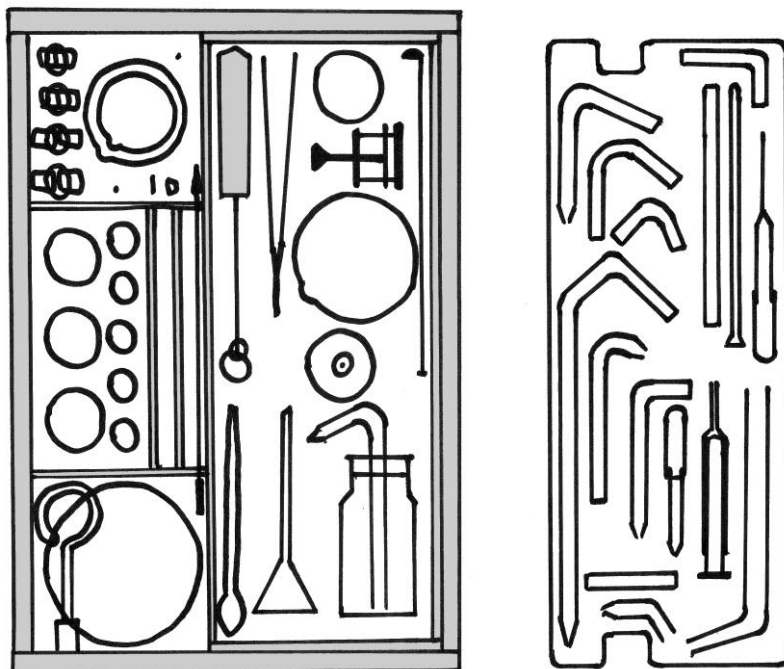
Simultánní pokusy mikrotechnikou by se daly zařadit do kategorie: pokus žáků, laborační, kvalitativní, semimikrotechnikou, nebo pokus žáků, demonstrační, kvalitativní, semimikrotechnikou.



Simultánní pokus semimikrotechnikou – trubičkové provedení

N.p. Komenium Praha (v roce 1982^[1]) dodával „Soupravy pro pokusy žáků v chemii“, navrženou E. Pachmannem a J. Pospíšilem. Ty obsahovaly základní součástky pro sestavování semimikrotechnických modelů. Dnešní literatura tyto soupravy již nezmiňuje, na školách však stále patří k vybavení chemických laboratoří.

Obrázek: Souprava pro pokusy žáků v chemii



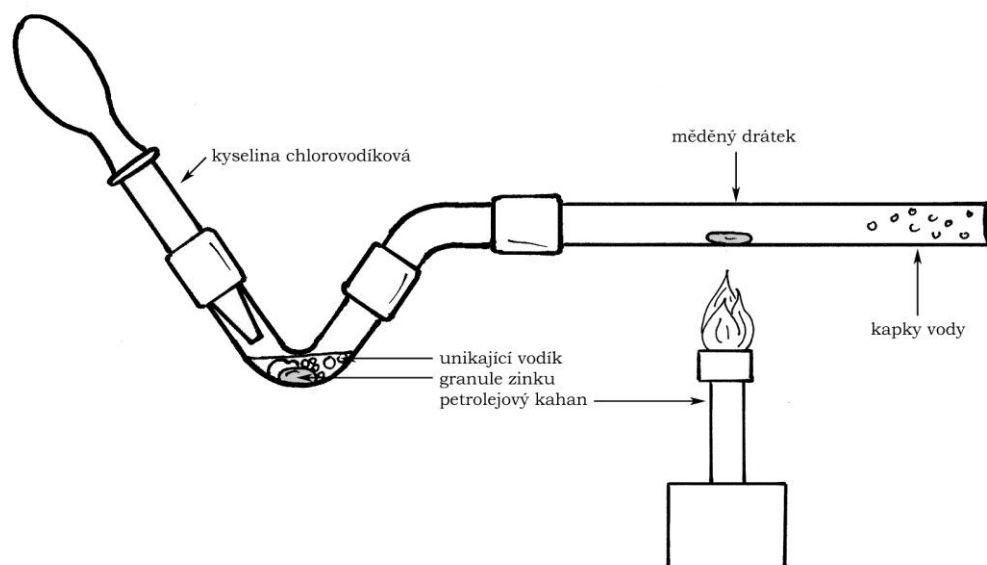
3.1 Redukce oxidu měďnatého vodíkem

Videořad: Simultánní pokus semimikrotechnikou (trubičkové provedení), 1min 4s.

Aparatura: Souprava pro pokusy žáků v chemii

Chemikálie: Drátek z mědi, pokrytý oxidem měďnatým, granulovaný zinek, roztok kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/dm^3 .

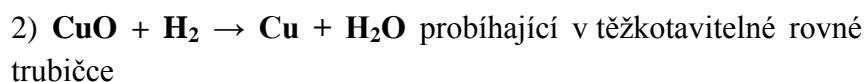
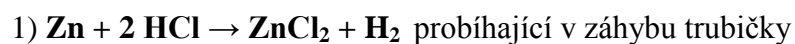
Schéma: Aparatura pro redukci oxidu měďnatého



Postup:

Do záhybu trubičky tvaru V umístí žák granuli zinku, do rovné, těžkotavitelné trubičky umístí měďný drátek pokrytý oxidem měďnatým a kapátkem nakape kyselinu chlorovodíkovou na granuli zinku. Místo s drátkem žák zahřívá kahanem.

Při experimentu probíhají 2 oddělené reakce:



Žák vidí v kapce kyseliny chlorovodíkové unikající bublinky vodíku, který v rovné trubičce redukuje oxid měďnatý na měď. Změna zabarvení drátku je viditelná okem a orosení trubičky je důkazem vzniku vody při reakci

Video pořad:

Simultánní pokus semimikrotechnikou (trubičkové provedení)



frame 3.1



frame 3.2



frame 3.3

4 Individuální pokus žáků

Princip individuálních pokusů žáků

Individuální pokusy provádí žáci samostatně nebo ve skupinách, vlastním tempem a každý žák, nebo skupina, má přidělen jiný úkol.

Individuální pokusy žáků by se daly zařadit do kategorie: pokus žáků, laborační i demonstrační, kvalitativní i kvantitativní, semimakrotechnikou, na různých úkolech.

	Žák	Učitel	
			Laborační
			Demonstrační

Individuální pokus žáků semimakrotechnikou – zkumavkové provedení

Semimakrotechnika, neboli zkumavkové provedení, umožňuje sestavit pouze část aparatury. Slouží k poznávání funkce dané části aparatury a umožní tak žákům nacvičit si práci s ní. Zároveň lze pro jeden účel sestavit více možností aparatur, proto je vhodné rozdělit žákům jednotlivé úkoly, aby si nejen nacvičili práci s částí aparatury, ale také poznali další možnosti provedení.

Dobrým příkladem je sestavení části aparatury pro přípravu vodíku reakcí zinku s kyselinou chlorovodíkovou. Následná aparatura, pro jejíž účel je vodík jímán, už není podstatná. V oblasti semimakrotechniky lze zadat například 5 možných způsobů vyvíjení vodíku touto reakcí. Ostatní žáci se pak mohou formou prohlídky přesvědčit o tom, že vodík lze vyvíjet v různých aparaturách.

4.1 Vyvíjení vodíku v různých vyvíječích, reakcí zinku s kyselinou chlorovodíkovou

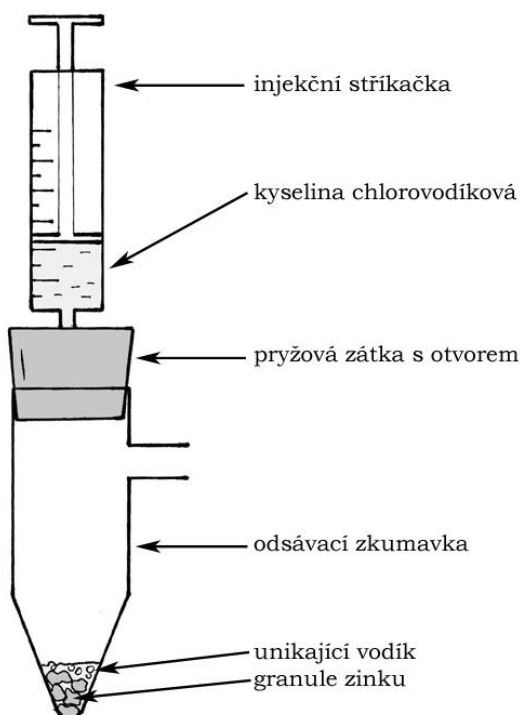
Videopořad: Individuální pokus žáků semimakrotechnikou (zkumavkové provedení), 2min 14s.

4.1.1 Použití injekční stříkačky

Aparatura: Široká odsávací zkumavka, pryžová zátka s otvorem, injekční stříkačka, kádinka, stojan ze soupravy pro pokusy žáků v chemii.

Chemikálie: Granulovaný zinek, roztok kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/dm^3 .

Schéma: Vyvíječ vodíku za použití injekční stříkačky



Postup:

Do široké odsávací zkumavky žák umístí granulovaný zinek, aby zakryl dno zkumavky. Zkumavku uzavře pryžovou zátkou.

Do injekční stříkačky žák nabere roztok kyseliny chlorovodíkové.

Injekční stříkačku vloží žák do otvoru v pryžové zátce, která uzavírá odsávací zkumavku a upustí z ní část roztoku kyseliny.

Žák pozoruje, jak zinek reaguje s kyselinou chlorovodíkovou a při jakém množství kyseliny je reakce nejbouřlivější.

Při experimentu probíhá reakce: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

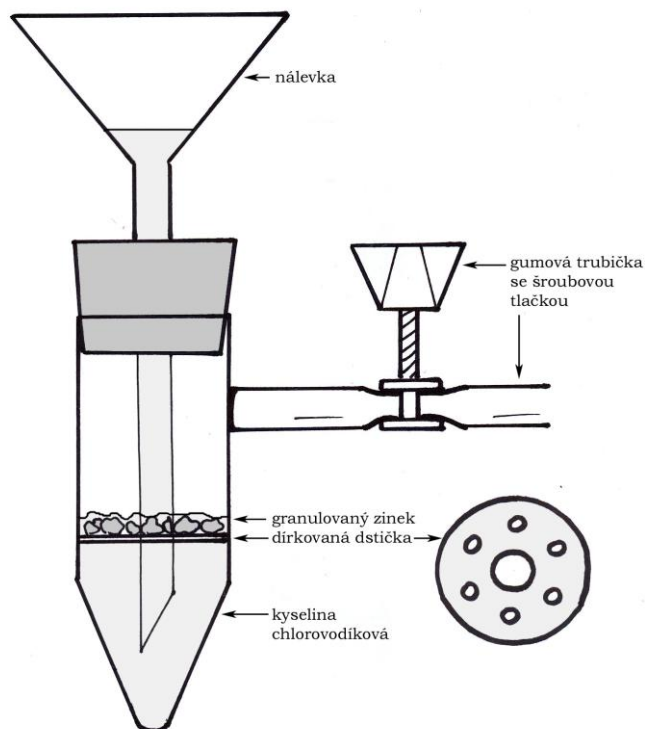
Unikající vodík lze dokázat, po jeho najímání do zkumavky, bouřlivou reakcí se vzdušným kyslíkem po zapálení – „štěknutím“.

4.1.2 Použití nálevky – improvizace Kippova přístroje^[1]

Aparatura: Široká odsávací zkumavka, pryžová zátka s otvorem, pryžová trubička se šroubovou tlačkou, nálevka, kádinka, stojan ze soupravy pro pokusy žáků v chemii.

Chemikálie: Granulovaný zinek, roztok kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/dm³.

Schéma: Improvizace Kippova přístroje



Postup:

Do široké odsávací zkumavky žák umístí dírkovanou destičku a na ní rozprostře granulovaný zinek. Zkumavku uzavře pryžovou zátkou. Do otvoru v zátce vloží nálevku tak, aby sahala až na dno zkumavky.

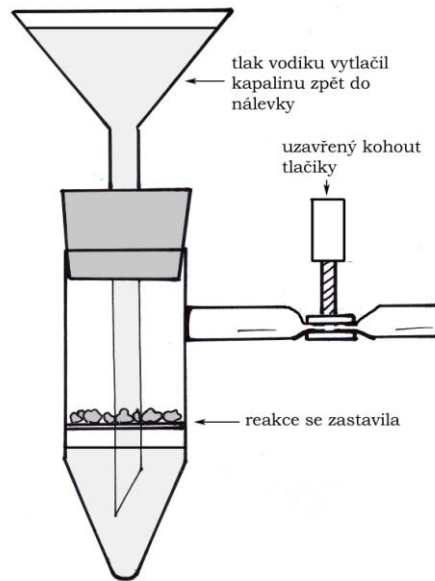
Žák se ujistí, zda je kohout na pryžové trubičce otevřen a plyn může unikat trubičkou ven.

Do nálevky nalije žák z kádinky roztok kyseliny chlorovodíkové tak, aby byl zinek do kyseliny ponořen.

Při experimentu probíhá reakce: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

Žák pomocí šroubové tlačky uzavře pryžovou trubici, aby nemohl vodík unikat z aparatury ven. Tlak plynného vodíku ve zkumavce působí na kapalinu, která stoupá nálevkou. Reakce se zastaví.

Schéma: Zastavená reakce v simulaci Kippova přístroje

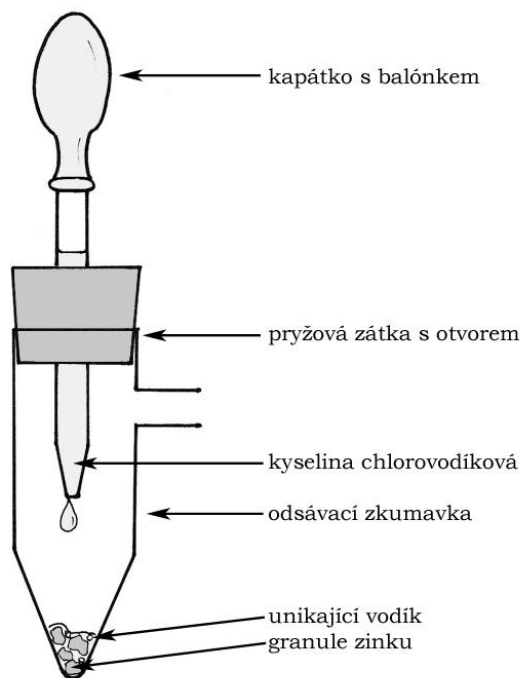


4.1.3 Použití kapátka s balónkem

Aparatura: Široká odsávací zkumavka, pryžová zátka s otvorem, kapátko s balónkem, kádinka, stojan ze soupravy pro pokusy žáků v chemii.

Chemikálie: Granulovaný zinek, roztok kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/dm^3 .

Schéma: Vyvíječ vodíku za použití kapátka s balónkem



Postup:

Do široké odsávací zkumavky žák umístí granulovaný zinek. Zkumavku uzavře pryžovou zátkou.

Do kapátka s balónkem žák nabere roztok kyseliny chlorovodíkové.

Kapátko žák vloží do otvoru v pryžové zátce, která uzavírá odsávací zkumavku a upouští z ní po kapkách roztok kyseliny.

Žák pozoruje, jak zinek reaguje s kyselinou chlorovodíkovou a při jakém množství kyseliny je reakce nejbouřlivější.

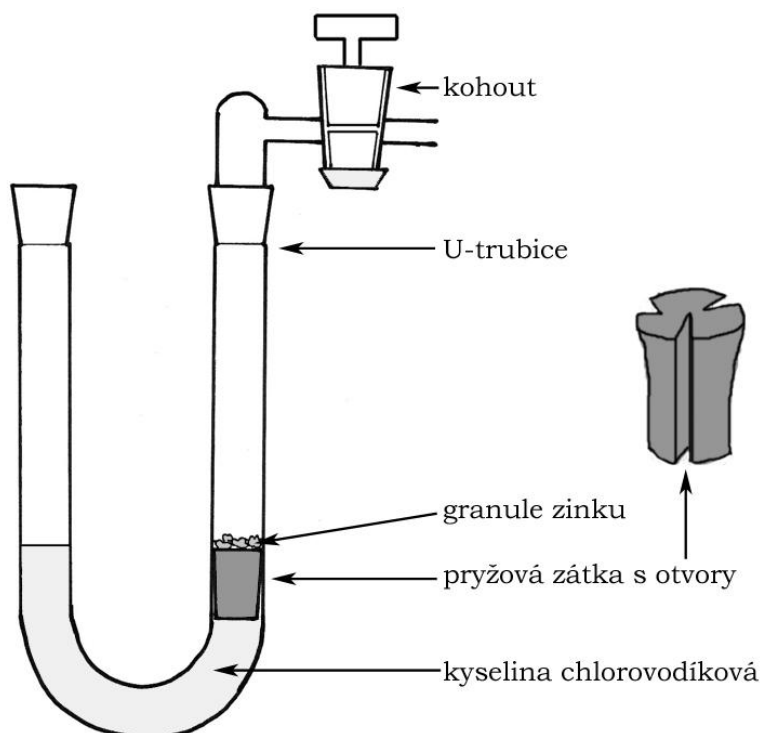
Při experimentu probíhá reakce: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

4.1.4 Použití U-trubice

Aparatura: U-trubice zábrusová (z aparatury ZASTADEM), skleněná trubice s kohoutem zábrusová, pryžová zátka s otvorem, stojan, nálevka.

Chemikálie: Granulovaný zinek, roztok kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/dm^3 .

Schéma: Vyvíječ vodíku za použití U-trubice



Postup:

Žák umístí do U-trubice pryžovou zátku s otvorem tak, aby utěsnil jedno rameno trubice. Na zátku umístí granulovaný zinek.

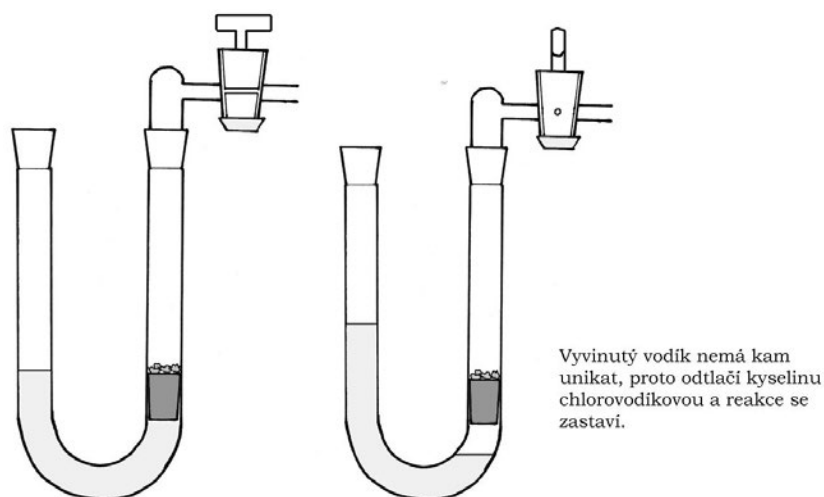
Na rameno trubice, kde je zátka, umístí žák skleněnou trubicí s kohoutem, kohout nechá otevřený.

Pomocí nálevky nalije žák roztok kyseliny chlorovodíkové do U-trubice v místě, kde není zátka tak, aby zespodu namočil pryžovou zátku. Opatrně dolije roztok kyseliny tak, aby se zinek na pryžové zátce mírně namočil.

Při experimentu probíhá reakce: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

Žák uzavře kohout, čímž znemožní unikání vodíku. To má za následek zvýšení tlaku v rameni U-trubice a plyn tak tlačí na kapalinu, která ustoupí od pryžové zátky a tím se reakce zastaví.

Schéma: Zastavení reakce v U-trubici



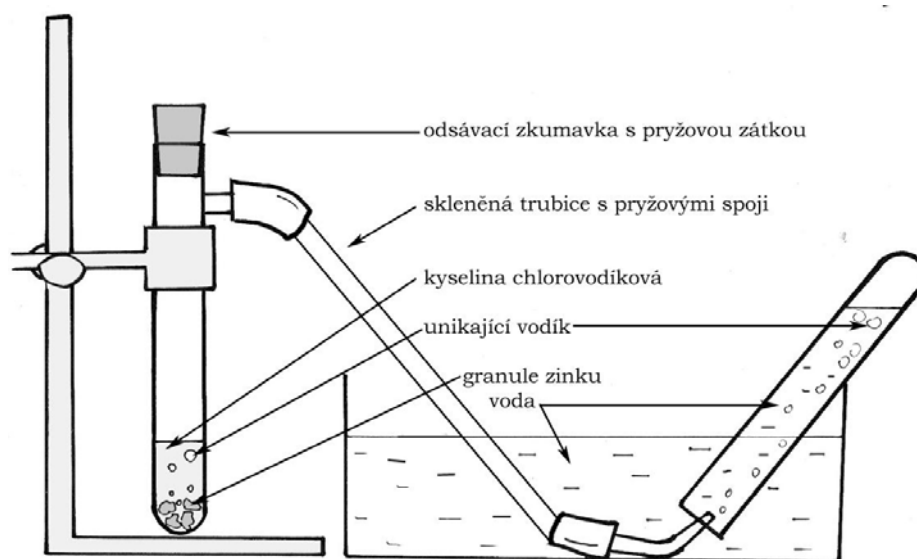
Otevřením kohoutu se vypustí vzniklý vodík a kapalina se opět posune k zinku, reakce se znovu spustí.

4.1.5 Použití odsávací zkumavky

Aparatura: Odsávací zkumavka, pryžová zátka, nálevka, kádinka, stojan, vana na vodu, zkumavka pro jímáný plyn, pryžová trubice.

Chemikálie: Granulovaný zinek, roztok kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/dm^3 .

Schéma: Vytváječ vodíku za použití odsávací zkumavky



Postup:

Do odsávací zkumavky žák umístí granulovaný zinek.

Do vany s vodou umístí zkumavku pro jímání plynu naplněnou vodou, do ní zavede pryžovou trubicí.

Pomocí nálevky nalije do zkumavky roztok kyseliny chlorovodíkové tak, aby hladina roztoku sahala nad granule zinku. Ihned zazátkuje zkumavku pryžovou zátkou.

Při experimentu probíhá reakce: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

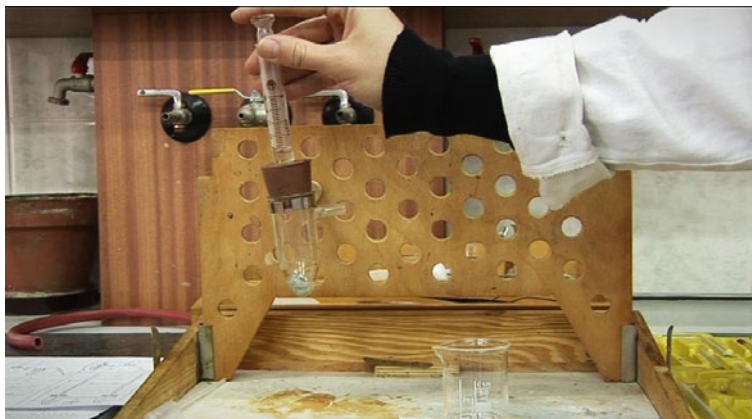
Vznikající plyn vytlačuje vodu ze zkumavky pro jímání plynu. Jakmile ve zkumavce nezbude žádná voda, je plně naplněná čistým vodíkem.

Pro důkaz vodíku je možné provést reakci se vzdušným kyslíkem po zapálení: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

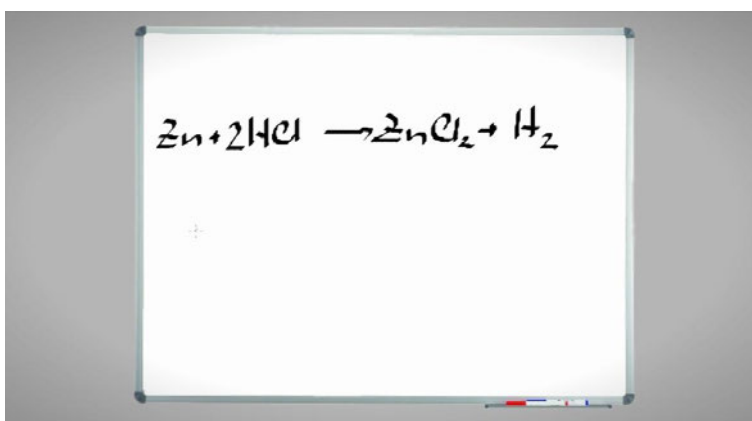
Videopořad:

Individuální pokus žáků semimakrotechnikou (zkumavkové provedení)

4.1.1 Použití injekční stříkačky



frame 4.1

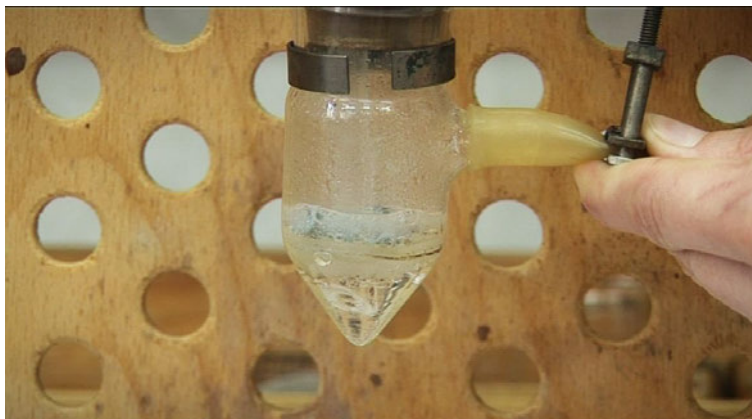


frame 4.2

4.1.2 Použití nálevky – improvizace Kippova přístroje^[1]

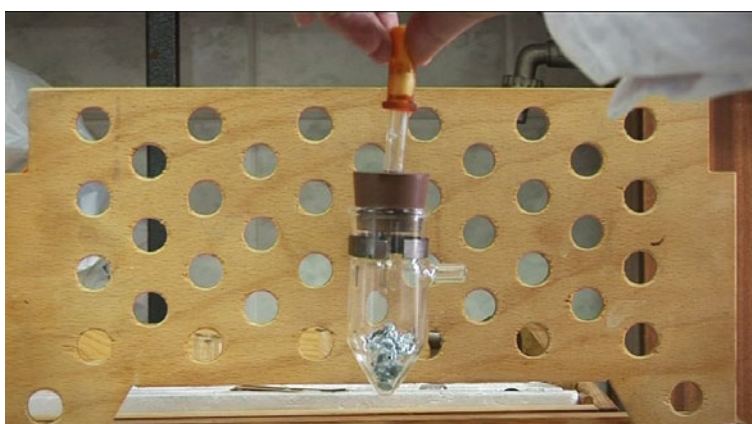


frame 4.3



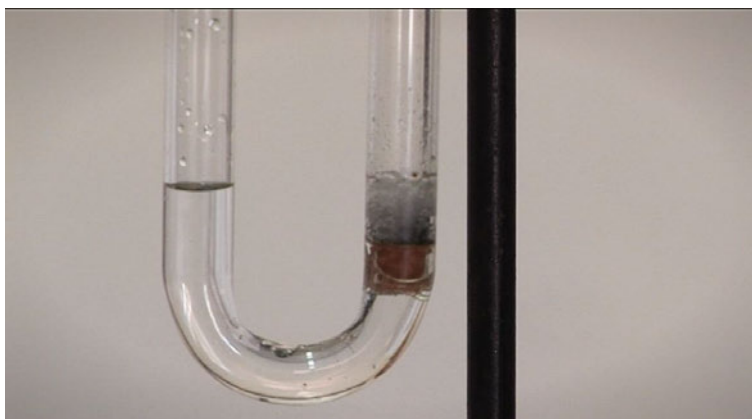
frame 4.4

4.1.3 Použití kapátka s balónkem

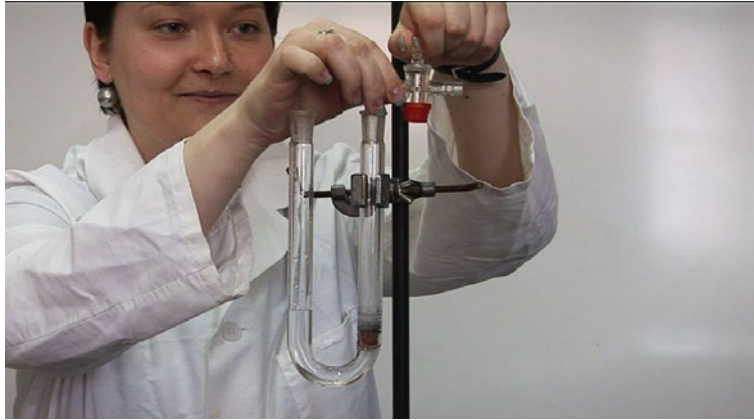


frame 4.5

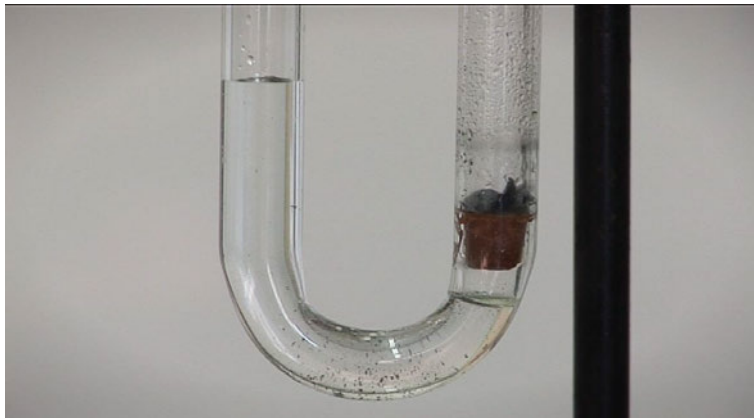
4.1.4 Použití U-trubice



frame 4.6



frame 4.7



frame 4.8

5 Demonstrační pokus učitele - makroprovedení

Pokusy učitele

„Pokusy učitele (obvykle demonstrační, instruktážní apod.) jsou prezentovány zásadně po jejich řádné přípravě a vyzkoušení za stejných podmínek, jako budou učitelem předváděny.“^[4]

Pokusy učitele jsou také obsahem kapitoly 6.

Princip demonstračních pokusů učitele kvalitativních v makroprovedení

Pokus předvádí sám učitel tak, aby byl pokus zřejmý a prováděná reakce dostatečně zřetelná.

Makroprovedení obvykle není v laboratořích použitelné pro běžné pokusy, slouží pouze k demonstraci.

Demonstrační pokusy učitele by se daly zařadit do kategorie: pokus učitele, demonstrační, kvalitativní, makrotechnikou.

Žák	Učitel	
		Laborační
		Demonstrační

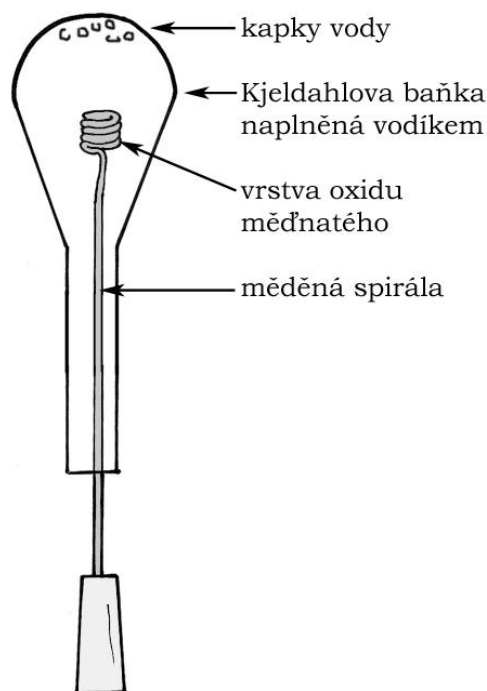
5.1 Redukce oxidu měďnatého vodíkem v Kjeldahlově baňce

Videopořad: Demonstrační pokus učitele (makroprovedení), 1min 5s.

Aparatura: Kjeldahlova baňka, stojan, kahan, ochranný štít.

Chemikálie: Měděná spirála, zdroj čistého vodíku.

Schéma: Redukce oxidu měďnatého v Kjeldahlově baňce

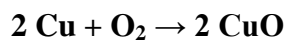


Postup:

Do Kjeldahlovy baňky učitel najímá čistý vodík. (Buď z vodíkové láhve nebo jedním z dříve uvedených způsobů. Je potřeba, aby učitel provedl zkoušku čistoty vodíku.). Tu upevní na stojan hrdlem dolů, aby vodík neunikl.

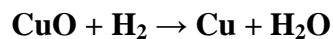
Učitel ukáže žákům měďnou barvu spirálky, aby je ujistil, že drátek je z čisté mědi. Poté učitel vloží spirálu do oxidujícího plamene kahanu a po chvílce vytáhne ven. Měď na vzduchu oxiduje reakcí se vzdušným kyslíkem. Učitel několikrát vloží spirálu do plamene, až měď viditelně zoxiduje - spirála zčerná.

Po vyjmutí z plamene na vzduch probíhá reakce:



Pro důkaz, že nejde o usazené zplodiny kahanu, vloží učitel spirálu do Kjeldahlovy baňky a žáci mohou pozorovat, jak spirála získá zpět měďnou barvu, tedy se vodíkem redukuje.

V Kjeldahlově baňce naplněné vodíkem probíhá reakce:

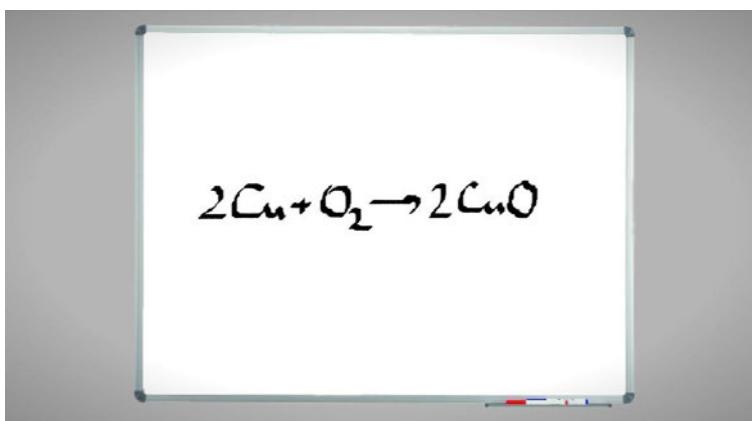


Videopořad:

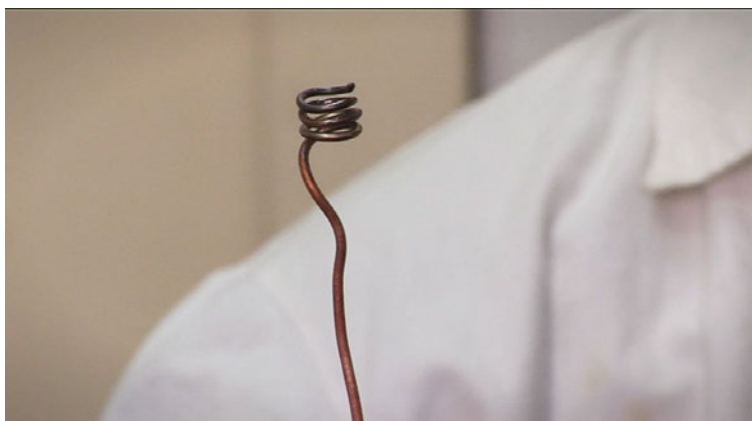
Demonstrační pokus učitele (makroprovedení)



frame 5.1



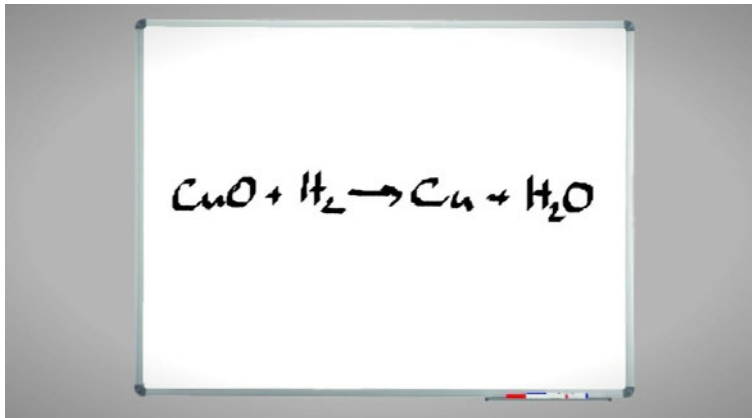
frame 5.2



frame 5.3



frame 5.4



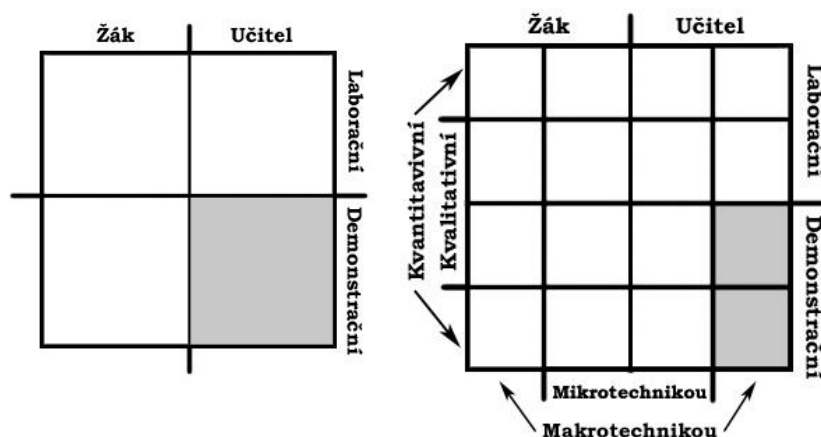
frame 5.5

6 Demonstrační pokus učitele

Princip demonstračních pokusů učitele

Pokus předvádí sám učitel tak, aby byl pokus zřejmý a prováděná reakce dostatečně zřetelná. Tentokrát je ale makroprovedení velmi podobné aparatuře, která se používá v laboratořích použitelné pro běžné pokusy, zároveň slouží k demonstraci. Pro tento účel může být použita zábrusová stavebnice, která je přístupná i laborujícím žákům, takže demonstrace učitele může být i ukázkou, jak mají následně žáci pokus provádět s tou samou aparaturou.

Demonstrační pokusy učitele by se daly zařadit do kategorie: pokus učitele, demonstrační, kvalitativní, makrotechnikou a následně jako pokus žáků, stejné, simultánní, kvalitativní, makrotechnikou.

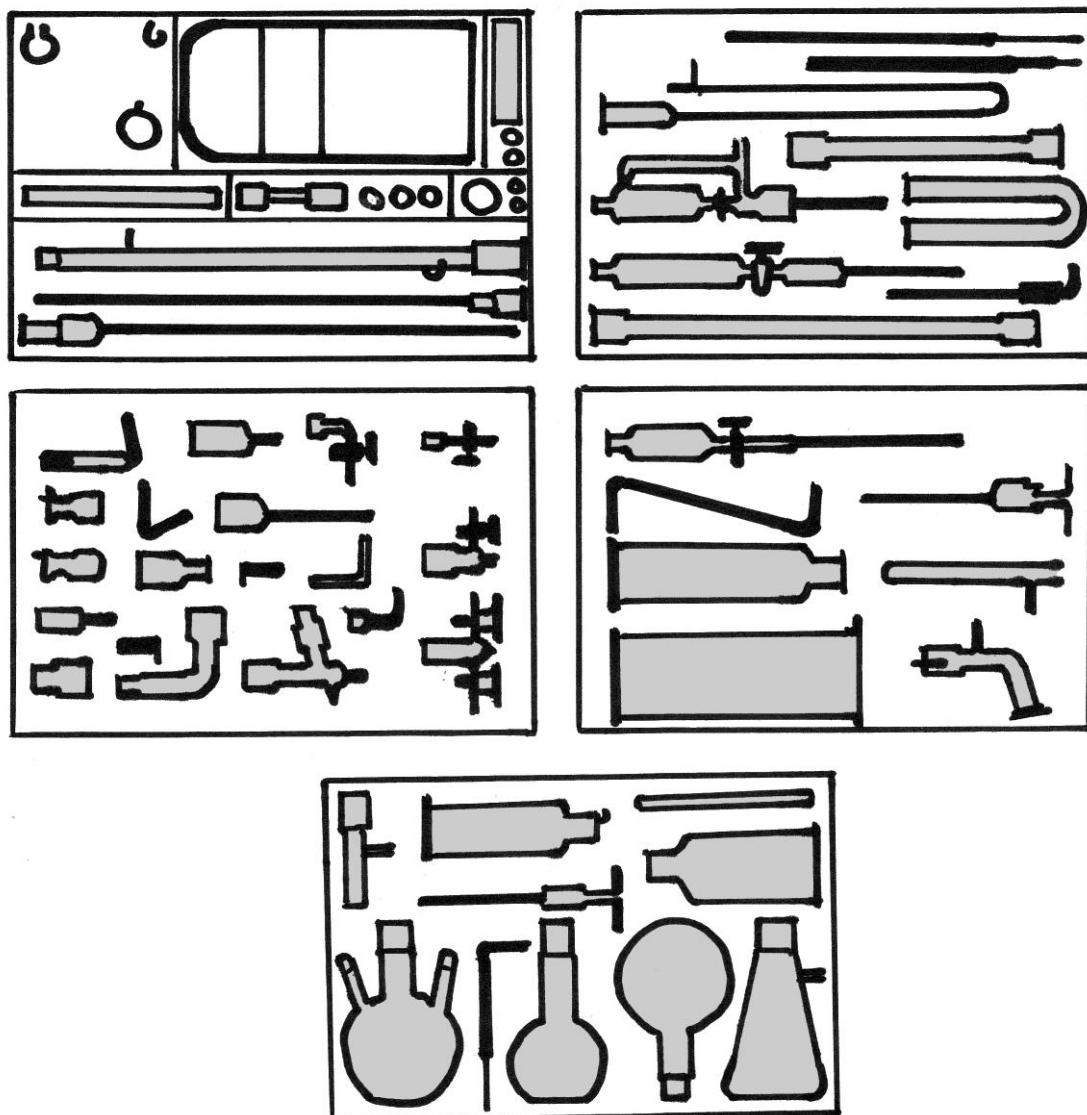


Pokus lze provádět i kvantitativně – zvážením lodičky s oxidem měďnatým před pokusem a zvážením lodičky s mědí po provedení pokusu.

Zábrusová stavebnice

Zábrusová stavebnice pro demonstrační pokusy nese zkratku ZASTADEM (ZÁbrusová STAvebnice pro DEMonstrační pokusy). Souprava je v přenosné skřínce s pěti zásuvkami – v molitanových lůžkách jsou uloženy pomůcky s NZ 29/32. ^[4]

Obrázek: Zábrusová stavebnice pro demonstrační pokusy



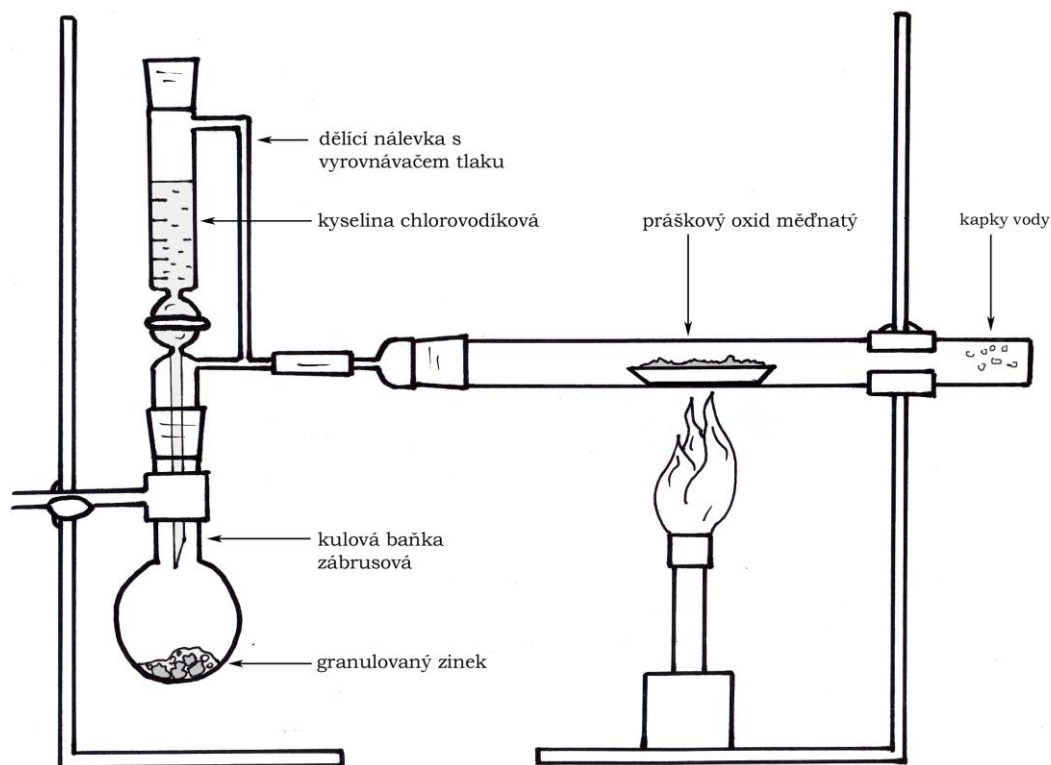
6.1 Redukce oxidu měďnatého vodíkem za použití zábrusové stavebnice

Videopořad: Demonstrační pokus učitele, 1min 8s.

Aparatura: Kulová baňka zábrusová, dělicí nálevka s vyrovnávačem tlaku, skleněná trubice, porcelánová lodička, stojany, kahan, ochranný štít.

Chemikálie: Práškový CuO , granulovaný zinek, 10 % roztok kyseliny chlorovodíkové.

Schéma: ZASTADEM aparatura pro redukci oxidu měďnatého vodíkem



Postup:

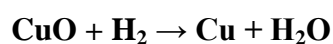
Učitel sestaví aparaturu pro vyvíjení vodíku a redukci CuO. Na dno kulové baňky opatrně vloží granulovaný zinek (nikoliv vsype – mohlo by dojít k proražení dna) a upevní ji ke stojanu. K hrdlu kulové baňky připevní dělicí nálevku naplněnou roztokem kyseliny chlorovodíkové, se zavřeným kohoutem.

Do skleněné trubice umístí lodičku s práškovým CuO. Žáci se mohou přesvědčit o jeho černé barvě.

Učitel povolí kohout dělicí nálevky a upustí pár kapek roztoku kyseliny chlorovodíkové na granulovaný zinek – tak začne vyvíjet plyný vodík a provede zkoušku na čistotu vodíku.

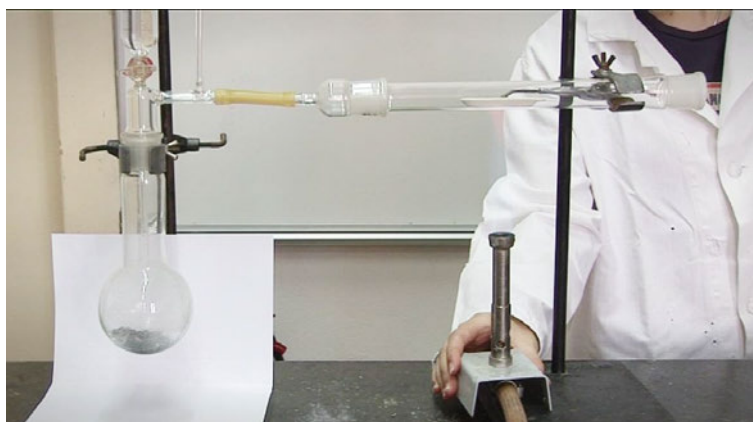
Vodík redukuje CuO v lodičce. Reakci lze urychlit zahříváním lodičky v trubici kahanem. Výsledným produktem reakce je čistá měď, žáci se o tom mohou přesvědčit díky měďné barvě prášku v lodičce.

Při experimentu, a zahřívání oxidu měďného kahanem, probíhá reakce:

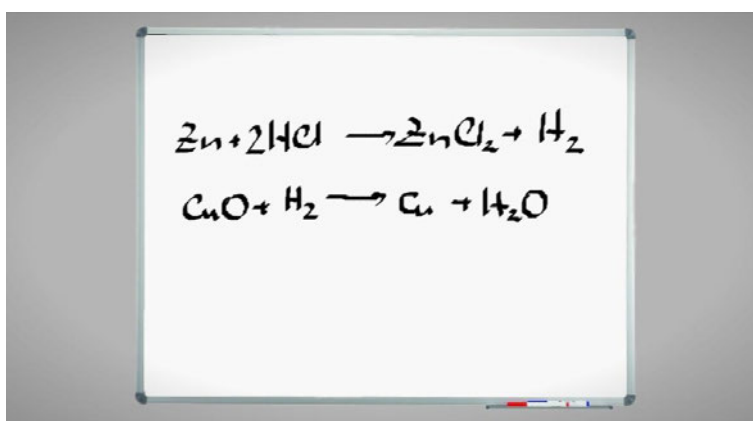


Videořad:

Demonstrační pokus učitele



frame 6.1



frame 6.2



frame 6.3

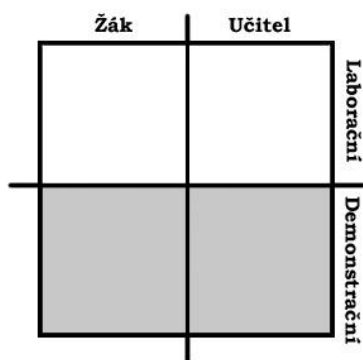
7 Pokusy žáků na dílčích úkolech

Princip pokusů na dílčích úkolech

Na rozdíl od frontálních pokusů na stejných úkolech (viz. Kapitola 2) jsou frontální pokusy složeny z různých úkolů na sebe navazujících.

Žáci jsou motivováni zapojením do pokusu, kdy jsou všichni potřeba pro celkové provedení pokusu. Učitel buď pokus organizuje, nebo je do provádění pokusu také zapojen.

Pokusy na dílčích úkolech by se daly zařadit do kategorie: společný pokus učitele a žáků, demonstrační i laborační, kvalitativní, makrotechnikou.



Společné pokusy žáků a učitele

„Učitel může nahradit žáky (pomoci jim) například při provádění náročné fáze pokusu (přidávání nebezpečné chemikálie, měření, konání prací žákům zakázaných, apod.). Klasickým příkladem je nácvik laborací (pipetování, titrace aj.), kdy učitel instruuje a předvádí a žáci totéž zkoušejí po něm.“^[4]

Více v kapitole 8.

7.1 Metoda izomolárních sérií

Videopořad: Pokusy na dílčích úkolech, 2min 44s.

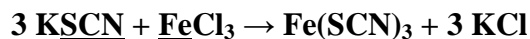
Aparatura: Odměrné zkumavky, pryžové zátky, stojan na zkumavky.

Chemikálie: Roztok KSCN o koncentraci $0,01 \text{ mol/dm}^3$, roztok FeCl_3 o koncentraci $0,01 \text{ mol/dm}^3$.

Postup:

Učitel demonstračně provede pokus, kdy do kádinku, do poloviny naplněné čirým roztokem KSCN, doplní čirým roztokem FeCl_3 , tedy nechá látky zreagovat v poměru 1:1. Reakce je doprovázena červeným zabarvením roztoku.

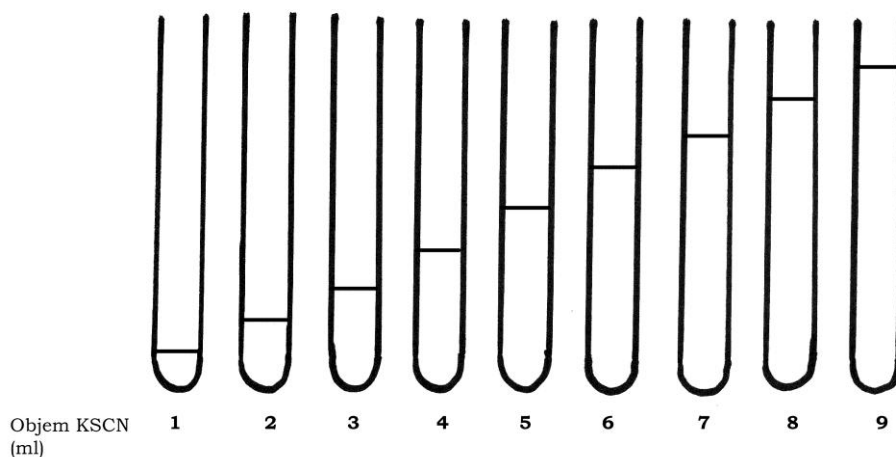
Učitel nechá jednoho z žáků sestavit pravděpodobnou rovnici reakce a vyčíslit, tedy určit poměr reaktantů:



Následuje provedení důkazu platnosti rovnice metodou izomolárních sérií. 9 žáků dostane odměrnou zkumavku s pryžovou zátkou.

První z žáků odměří do zkumavky 1 ml roztoku KSCN, druhý žák 2 ml a tak dále.

Schéma: Zkumavky s roztokem KSCN

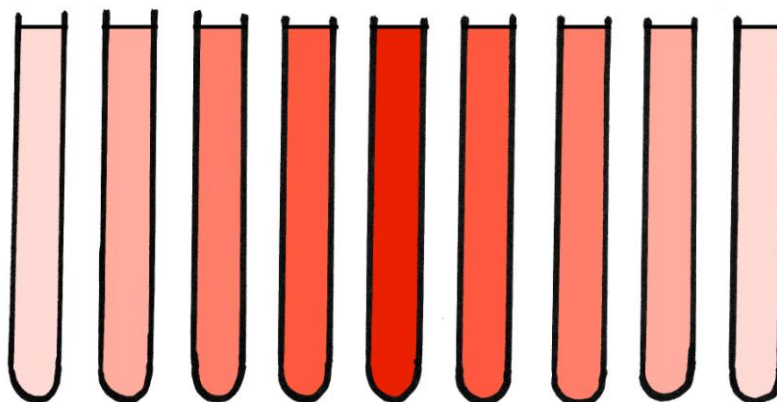


Následně žáci doplní zkumavku do 10 ml roztokem FeCl_3 – tedy první žák dolije 9ml FeCl_3 , druhý 8 ml a tak dále.

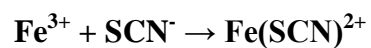
Zkumavky se postaví do stojanu pro porovnání sytosti barvy produktu. Čím je roztok zabarven sytěji, tím více je v roztoku produktu, což dokazuje nejvýhodnější poměr reaktantů. Dle sytostí barev vytvoří žáci graf, ze kterého určí zkumavku s největším výtěžkem produktů.

Žáci pak sestaví rovnici podle správného poměru reaktantů.

Schéma: Zkumavky po slití roztoků KSCN a FeCl_3



Nejsytější barva roztoku je ve zkumavce, kam byly přidány reaktanty v poměru 5:5, tedy 1:1. Správná rovnice by měla být tedy:



Videopořad:

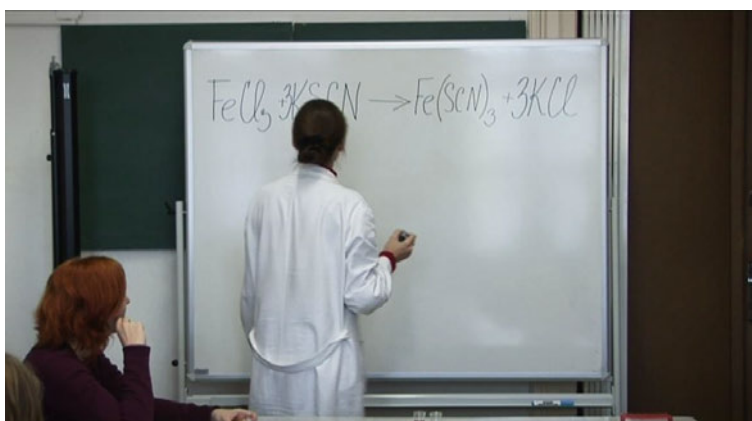
Pokusy na dílčích úkolech



frame 7.1



frame 7.2



frame 7.3



frame 7.4



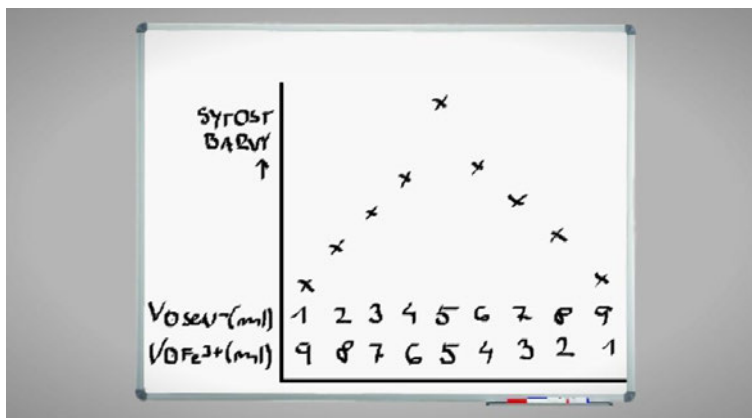
frame 7.5



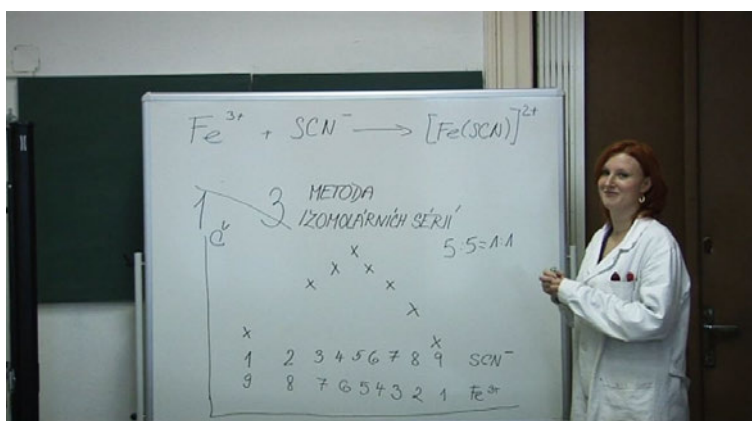
frame 7.6



frame 7.7



frame 7.8



frame 7.9

8 Laborační pokus

Princip laboračních pokusů žáků

„Laboračním pokusem žáků rozumíme nácvik laborativních dovedností (laborací, metodiky práce), které jsou v tomto případě učivem či předmětem výuky, zatímco v ostatních případech jsou laborace servisem (prostředkem) sloužícím ke studiu chemických látek a reakcí apod.

V posledních letech se značně rozšířilo spektrum metod, jimž se žáci učí – jejich rozsah a hloubka samozřejmě závisí na pojetí vyučovacího předmětu (všeobecně vzdělávací, neprofesionální, profesionální). Za rozumné považujeme rozlišování laborací (technik, metodik) na servisní a profesionální.“^[4]

Nácvik laboratorních dovedností

Žáci si zkouší manuální zručnost a provedení laborací. Součástí laborací je zapamatování součástí aparatury, jejich použití a například i seznámení s bezpečností. Účelem nácviků není získání hodnotných výsledků nebo produktů reakcí, ale osvojit si práci v laboratoři.

Laboratorní dovednosti žák získává nejprve instruktáží od učitele a jejich opakováním. Následně může zkušenosti získávat samostatně (za dozoru a podpory učitele) na úkolech v laboratoři.

Pokusy laborační by se daly zařadit do kategorie: společný pokus učitele a žáků, laborační, kvalitativní i kvantitativní, makrotechnikou i mikrotechnikou.

Žák	Učitel	
		Laborační
		Demonstrační

8.1 Nácvik pipetování

Videopořad: Laborační pokus, 3min 5s.

Aparatura: Nedělená pipeta 10 ml, kádinka 200 ml, kádinka 50 ml, kruhový filtrační papír.

Chemikálie: Destilovaná voda.

Postup:

Účelem tohoto postupu je naučit žáky pipetování. Učitel nejprve předvede postup, jak pipetovat a poté nechá žáky pipetování zopakovat. Zároveň kontroluje, zda žáci provádějí pipetování správně, případně opravuje jejich chyby.

Při nácvičce pipetování může učitel s žáky zopakovat názvy aparatury, bezpečnostní pravidla a podobně.

Laborační činnost by měla být řízená učitelem:

- 1) učitel seznámí žáky s pipetou – pojmenuje její části, vysvětlí uvedené údaje na pipetě
- 2) učitel předvede správné držení pipety, nasávání kapaliny pipetou z 50 ml kádinky
- 3) učitel otře pipetu o filtrační papír a upustí z pipety tak, aby se meniskus kapaliny dotýkal rysky
- 4) učitel upustí kapalinu do 200 ml kádinky po skle a utře špičku pipety tahem
- 5) učitel dá pokyn žákům, aby stejný postup zopakovali, kontroluje je a opravuje případné chyby.

Videopořad:

Laborační pokus



frame 8.1



frame 8.2



frame 8.3



frame 8.4

9 Demonstrační pokusy

Princip demonstračních pokusů

„Demonstrační pokusy učitele jsou vyšší fází umění experimentovat:

1. fází je umět dělat pokusy sám pro sebe,
2. fází je umět pokusy prezentovat druhým, demonstrovat je a interpretovat a respektovat při tom např. obrácenou levoppravou orientaci, viditelnost, měřítko, aby nevadily stativové materiály, nerušily věci s pokusem bezprostředně nesouvisející atd.
3. fází je umět předvést pokusy fotoaparátu, filmové či videokameře s ohledem na budoucí diváky, na požadavky kameramana, režiséra, osvětlovače, odborného poradce.

Zvláštní význam při demonstračních pokusech mají podmínky pozorování, resp. jejich optimalizace. Problémem demonstračních pokusů učitelů bývá prezentace semimikro- a mikroaparatur a demonstrace kvantitativních (měrných) pokusů.^{[[4]]}

Učitel by si měl před demonstrací bezpodmínečně pokus vyzkoušet – za daných podmínek a v dané aparatuře. Učitel by měl navíc z edukačních důvodů hledět více na bezpečnost práce a dodržování řádů a pravidel, včetně užití ochranných pomůcek.

Žák	Učitel	
		Laborační
		Demonstrační

Demonstrační pokus žáků

„Demonstrační pokusy žáků, resp. případné zapojení žáků do demonstračního pokusu učitele je sice možné, ale je třeba je důkladně zvážit. Rozhodně by nemělo ohrozit suverenitu učitele při děláni pokusů. Nemělo by žákům znesnadňovat sledování výuky, psaní či kreslení poznámek. Občasná demonstrace výsledků žakovských zájmových mimoškolních aktivit může ostatní zaujmout a motivovat.

Žák, účastník demonstračního pokusu, vzbudí zájem ostatních, může způsobit větší přesvědčivost, např. když místo učitele zprostředkuje číselné údaje z přístroje spolužákům apod.“^[4]

Učitel by měl žáka důkladně poučit o jeho funkci, bezpečnosti a provedení pokusu. Měl by ho vybavit bezpečnostními pomůckami a neměl by po žákovi chtít provádět postupy, které žák nezná a nikdy dříve neviděl.

Žák	Učitel	
		Laborační
		Demonstrační

9.1 Pipetování

Videopořad: Demonstrační pokus, 1min 28s.

Aparatura: Nedělená pipeta 10 ml, kádinka 200 ml, kádinka 50 ml, filtrační papír, stopky.

Chemikálie: Destilovaná voda, glycerol, líh.

Postup:

Žáci mají již osvojené pipetování, takže mohou pokus demonstrovat sami (za dozoru učitele). Případně učitel může zopakovat pipetování na prvním příkladě (s destilovanou vodou) a další nechat na žácích.

1) Žák (nebo učitel) nasaje do pipety 10 ml destilované vody a pak je nechá volně vytéct do kádinky (buď pipetou opřenu o stěnu kádinky, nebo aby se pipeta kádinky nedotýkala, ve všech případech však stejně). Druhý žák měří čas vytékání kapaliny pomocí stopek a zapisuje čas do tabulky.

2) Žák provede stejný postup s umytou pipetou, avšak čas výtoku kapaliny se místo destilované vody bude týkat glycerolu.

3) Tentýž postup provede žák s lihem.

Vše se zapisuje do tabulky:

Tabulka: Čas vylití pipety s vodou, lihem a glycerolem

	Voda	Lih	Glycerol
Čas (s)	16	12	638

Videořad:

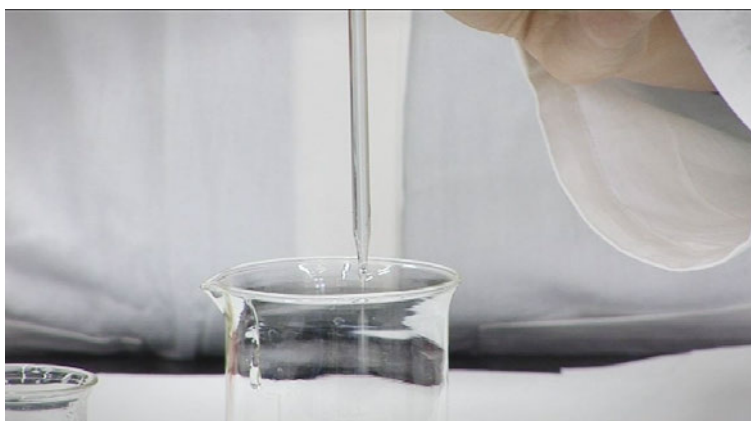
Demonstrační pokus



frame 9.1



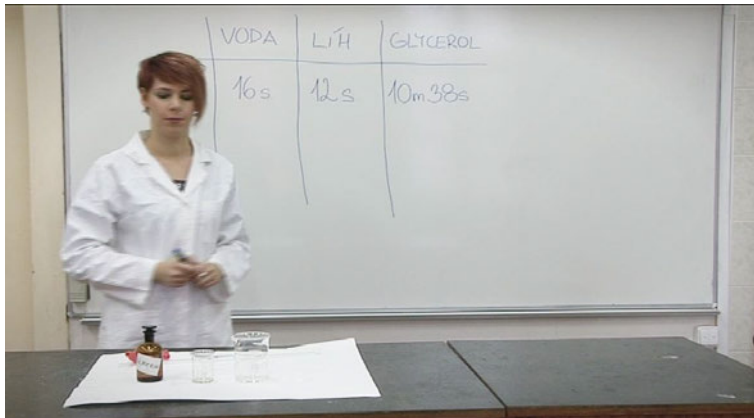
frame 9.2



frame 9.3



frame 9.4



frame 9.5

10 Demonstrační pokus promítaný

Princip demonstračních pokusů učitele

Pokus předvádí sám učitel tak, aby byl pokus zřejmý a prováděná reakce dostatečně zřetelná. Zpětný projektor nebo jiný způsob projekce umožní žákům vidět probíhající reakci zvětšeně.

Demonstrační pokusy učitele – promítané - by se daly zařadit do kategorie: pokus učitele, demonstrační, kvalitativní a semikvalitativní, mikrotechnikou.

Žák	Učitel	
		Laborační
		Demonstrační

Projektory ve výuce

Projektory umožní promítat pokusy a probíhající reakce v přítomném čase (nikoliv ze záznamu). Největší výhodou je zvětšení – žáci vidí obraz na plátně a nemusí se tlačit ve skupinkách nad pokusem, aby viděli.

Digitální vizualizér

Moderní zařízení obsahuje kameru, která snímá vizualizovaný prvek a digitální projektor. Obvykle je k tomuto zařízení potřeba počítač a dnes takové vybavení patří k nadstandardu v učebnách.

Digitální vizualizér však umožňuje promítat texty jak z učebnic, tak i z průhledných fólií a největší výhodou je, že zvětšují pokusy prováděné mikrotechnikou bez optického zhoršení – tedy v barvách.

Zpětný projektor

Zpětný projektor, známý také jako „transprojektor“ nebo „Meotar“ je technika, která je snadno dostupná a je součástí vybavení mnoha škol. Zpětné projektory od těch nejstarších až po ty nejmodernější fungují na stejném principu – prosvítí promítaný prvek a jeho obraz promítá na plátno. Obvykle nepoužíván pro presentace na průhledných fóliích, ale v hodinách chemie jej lze využít k promítání pokusů, které nevyžadují sledování barev a jsou transparentní.

Ideální pokusy jsou v tomto případě porovnávání rychlostí reakcí, které jsou uvedeny níže, krystalizace a podobně.

10.1 Reakce zinku s různě koncentrovanou kyselinou

Videopořad: Demonstrační pokus učitele, 2min 7s.

Aparatura: Petriho misky, zpětný projektor

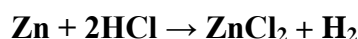
Chemikálie: granulovaný zinek, 15 %, 10% a 5% roztoky kyseliny chlorovodíkové.

Postup:

Učitel vloží na spuštěný zpětný projektor ochrannou fólii (proti poškození skleněné desky projektoru) a na ní 3 Petriho misky naplněné kyselinou chlorovodíkovou – 15%, 10% a 5%.

Do každé z Petriho misek vloží přibližně stejně velkou granuli zinku. Nejprve do misky s 15% kyselinou, pak do misky s 10% kyselinou a nakonec do misky s 5% kyselinou.

Vodík vzniká při reakci:



Žáci sledují v promítaném obraze průběh tří reakcí a mohou porovnávat intenzitu probíhajících reakcí.

10.2 Reakce mědi, zinku a hořčíku s kyselinou

Videopořad: Demonstrační pokus učitele, 2 min 7s (2. část).

Aparatura: Petriho misky, zpětný projektor

Chemikálie: granulovaná měď, granulovaný zinek, plátek hořčíku, 10% roztok kyseliny chlorovodíkové.

Postup:

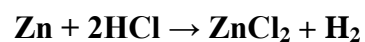
Učitel vloží na spuštěný zpětný projektor ochrannou fólii (proti poškození skleněné desky projektoru) a na ní 3 Petriho misky naplněné 10% kyselinou chlorovodíkovou.

Do každé z Petriho misek vloží přibližně stejně velkou granuli kovu. Nejprve do první misky měď, pak do druhé misky zinek a nakonec do třetí misky hořčík.

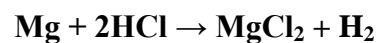
Měď s kyselinou vůbec nereaguje:



Vodík vzniká při reakci se zinkem:



Nejbouřlivěji probíhá reakce s hořčíkem:

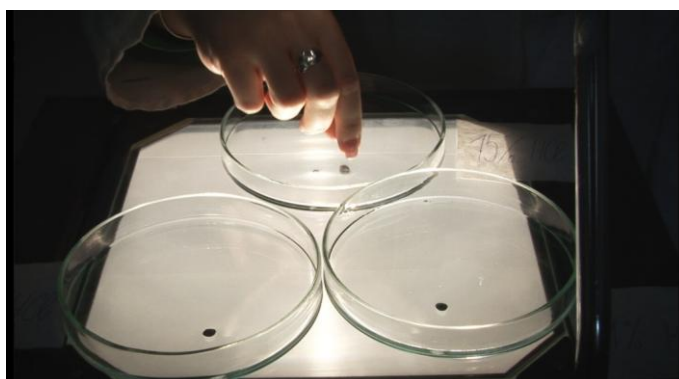


Žáci sledují v promítaném obraze reaktivitu jednotlivých kovů s kyselinou chlorovodíkovou a mohou porovnávat intenzitu probíhajících reakcí.

Videopořad:

Demonstrační pokus učitele

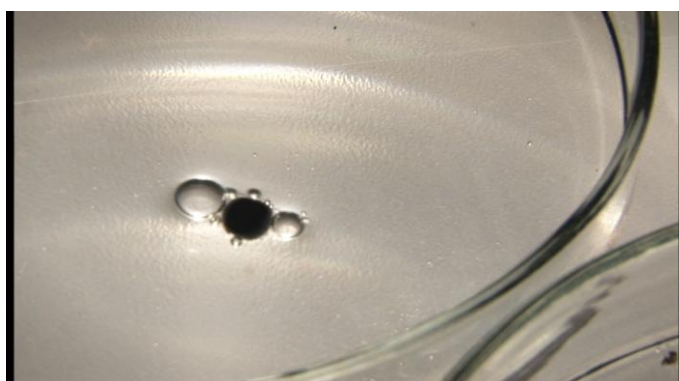
10.1 Reakce zinku s různě koncentrovanou kyselinou



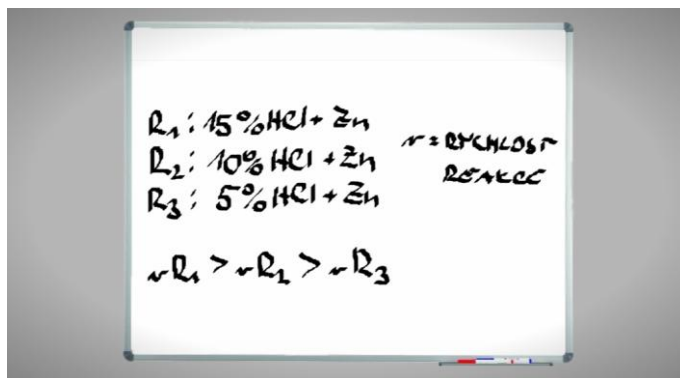
frame 10.1



frame 10.2



frame 10.3

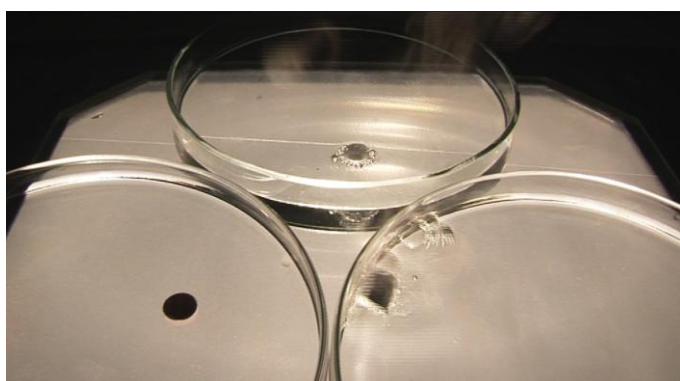


frame 10.4

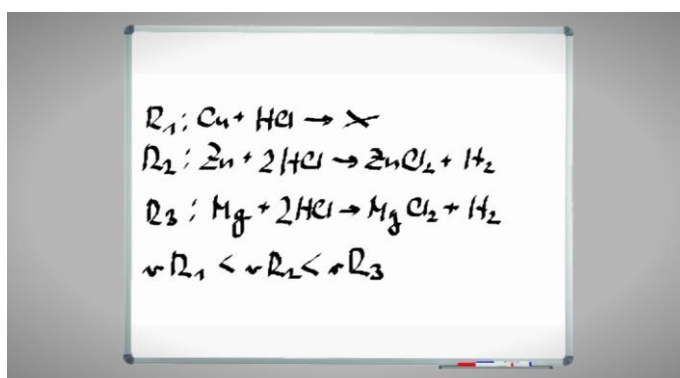
10.2 Reakce mědi, zinku a hořčíku s kyselinou



frame 10.5



frame 10.6



frame 10.7

11 Kvalitativní pokus

Princip kvalitativních pokusů

Dle exaktnosti práce lze pokusy dělit do skupin pokusů kvalitativních a kvantitativních. Účelem pokusů kvalitativních je analyzovat látky, porovnat jejich reakce, zjistit složení roztoku atp. Kvalitativní pokus by měl prokazovat existenci určitého jevu.

Obvykle se jedná o analytické metody prováděné v semimikrotechnice nebo mikrotechnice.

Princip kvalitativních pokusů srovnávacích

Srovnávací pokusy může provádět sám učitel, ale je možné zapojit i žáky. Pokusy lze provádět s žáky frontálně či na dílčích úkolech.

Mikrotechnika je vhodná při srovnávacích pokusech, protože výsledek je rychle a jasně zřejmý a ušetří se chemikálie. Ideální jsou tečkovací destička, či zkumavky.

Kvalitativní pokusy srovnávací by se daly zařadit do kategorie: pokus žáků, laborační, kvalitativní, mikrotechnikou.

	Žák	Učitel
Kvantitativní		
Kvalitativní		
Demonstrační		

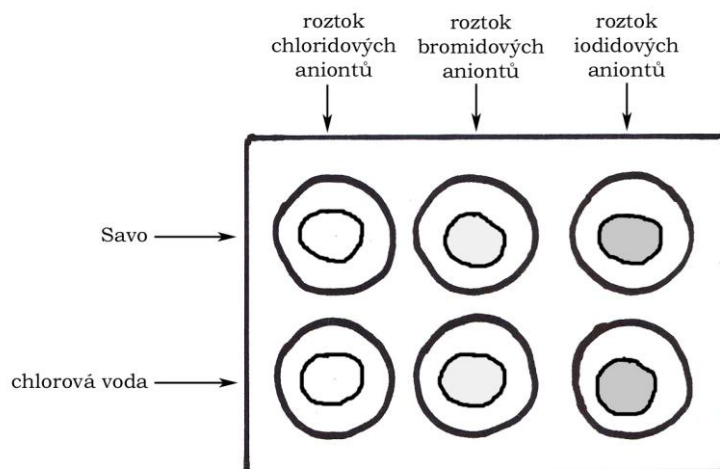
11.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů

Videopořad: Kvalitativní pokus (srovnávací), 3min 11s.

Aparatura: Tečkovací destička, kapátka.

Chemikálie: roztok chloridových aniontů (Cl^-) o koncentraci $0,1 \text{ mol/dm}^3$, roztok bromidových aniontů (Br^-) o koncentraci $0,1 \text{ mol/dm}^3$, roztok jodidových aniontů (I^-) o koncentraci $0,1 \text{ mol/dm}^3$, roztok Sava (1:20), chlorová voda.

Schéma: Reakce halogenů na tečkovací destičce



Postup:

Žáci nakapou na tečkovací destičku v jedné nebo dvou řadách roztoky chloridových, bromidových a jodidových aniontů.

Ke kapkám roztoků halogenidových aniontů pak přidají v jedné řadě roztok Sava (1:20) a v druhé řadě čerstvou chlorovou vodu. (Pro demonstrační účely však stačí jedna řada – buď roztoku Sava, chlorové nebo bromové vody.)

Žáci porovnají, jak roztoky aniontů reagují s přidanými roztoky Sava a chlorové vody pomocí zbarvení produktu. Výsledky pozorování zanesou do tabulky a porovnají oxidační účinky halogenů.

Tabulka: Oxidační účinky halogenů

	Cl^-	Br^-	I^-
Savo	×	Br_2	I_2
chlorová voda	×	Br_2	I_2

Oxidační účinky

11.2 Substituční reakce kovů

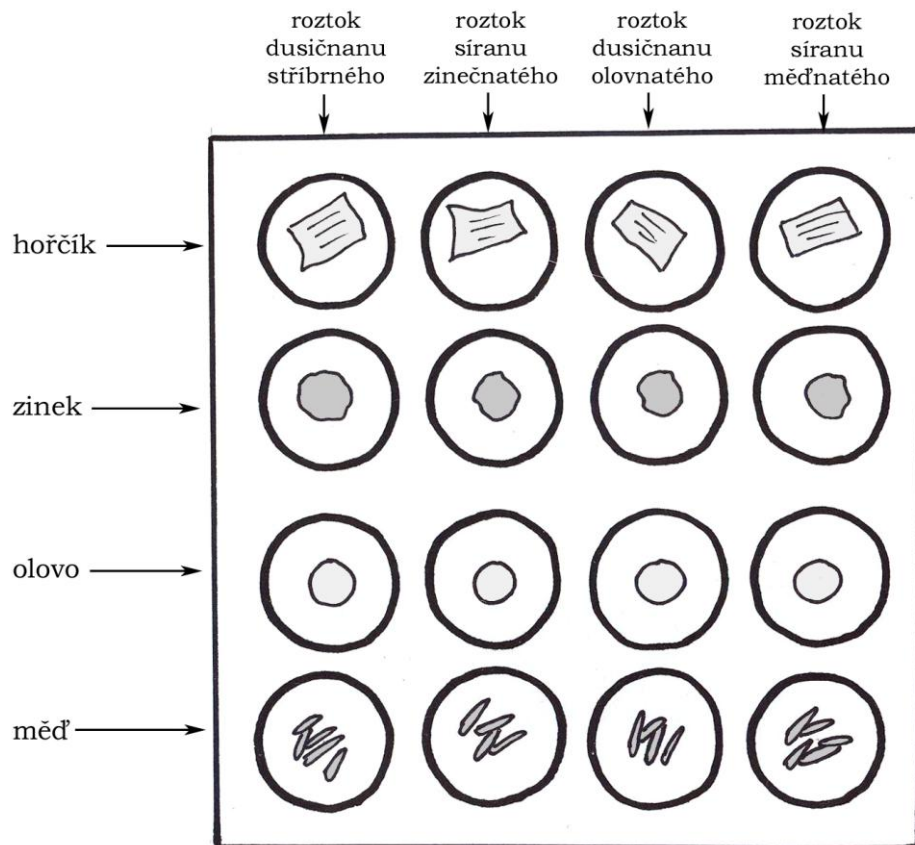
Video pořad: Kvalitativní pokus (srovnávací), 3min 11s (2. část).

Aparatura: Tečkovací destička, kapátka.

Chemikálie: 0,1 M roztoky solí: dusičnan stříbrný (AgNO_3), síran zinečnatý (ZnSO_4), Dusičnan olovnatý ($\text{Pb(NO}_3)_2$), síran měďnatý

(CuSO₄), kovy v podobě granulí nebo drátků: hořčík (Mg), zinek (Zn), olovo (Pb), měď (Cu).

Schéma: Substituční reakce kovů na tečkovací destičce

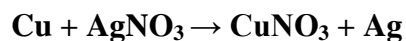
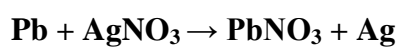
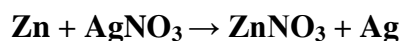
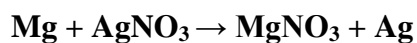


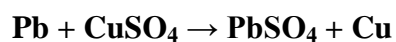
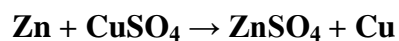
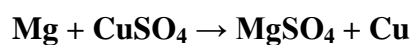
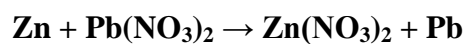
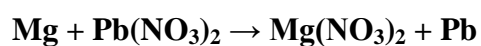
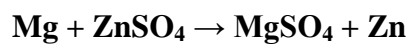
Postup:

Žáci připraví na tečkovací destičku ve čtyřech řadách granule kovů nebo čisté kovy hořčíku, zinku, olova a mědi. (Pro demonstrační účely stačí připravit jen výběr.)

Ke kovům žáci přikapávají postupně roztoky dusičnanu stříbrného v jednom sloupci, síranu zinečnatého v druhém sloupci, dusičnanu olovnatého v třetím sloupci a síranu měďnatého ve čtvrtém sloupci.

Žáci porovnají, jak roztoky solí reagují s jednotlivými kovy.





Výsledky pozorování zanesou do tabulky.

Tabulka: Redukční účinky kovů

	AgNO₃	ZnSO₄	Pb(NO₃)₂	CuSO₄
Mg	Ag	Zn	Pb	Cu
Zn	Ag	×	Pb	Cu
Pb	Ag	×	×	Cu
Cu	Ag	×	×	×

Žáci mohou porovnat redukční účinky kovů s Beketovou řadou kovů:

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, **H** Cu, Hg, Ag, Au



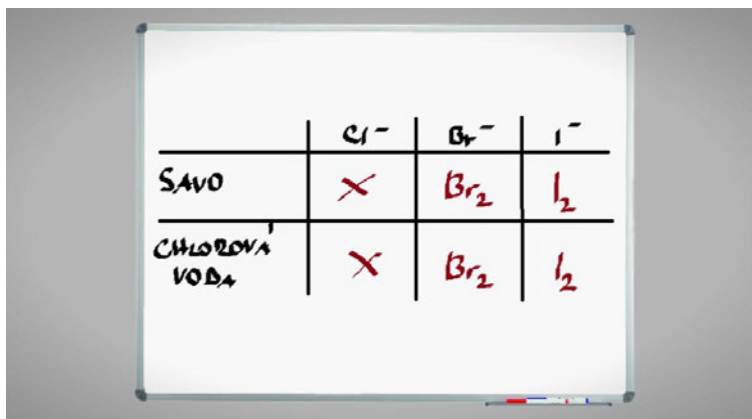
Videořad:

Kvalitativní pokus (srovnávací)

11.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů



frame 11.1



	Cl^-	Br^-	I^-
SAVO	X	Br_2	I_2
CHLOROVÁ VODA	X	Br_2	I_2

frame 11.2

11.2 Substituční reakce kovů



frame 11.3

	AgNO_3	ZnSO_4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	CuSO_4
Mg	Ag	Zn	Pb	Cu
Zn	Ag	X	Pb	Cu
Pb	Ag	X	X	Cu
Cu	Ag	X	X	X

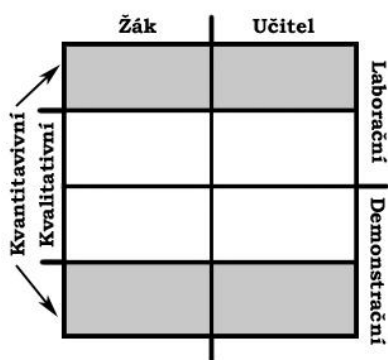
frame 11.4

12 Kvantitativní pokus

Princip kvantitativních pokusů

Dle exaktnosti práce lze pokusy dělit na kvalitativní a kvantitativní. Účelem pokusů kvantitativních je zjištění poměrů známých látek, množství atp. Kvantitativní pokus by měl zjišťovat vyjadřovat zákonitosti.

Kvantitativní pokusy může provádět sám učitel, ale je možné zapojit i žáky. Daly by se zařadit do kategorie: pokus žáků, laborační či demonstrační, kvantitativní nebo pokus učitele, demonstrační, kvalitativní.



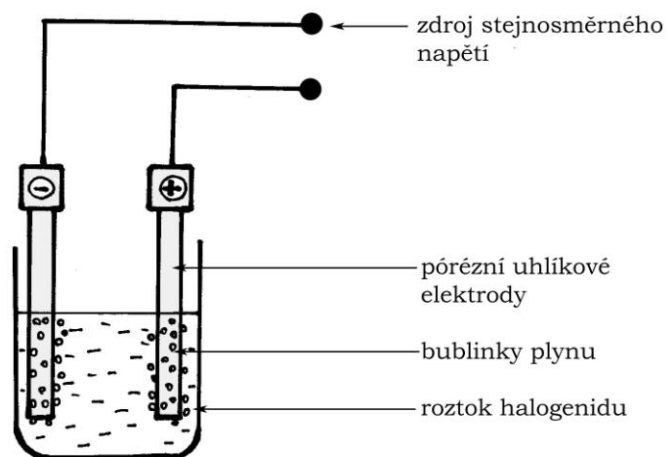
12.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů

Videopořad: Kvantitativní pokus, 1min 42s.

Aparatura: Porézní uhlíkové elektrody, zdroj stejnosměrného napětí (například nabíječka), kádinka, voltmetr stejnosměrného napětí, elektrické vodiče, zkušební hroty.

Chemikálie: Halogenidy o koncentraci $0,1 \text{ mol/dm}^3$.

Schéma: 1. fáze pokusu „oxidační účinky halogenů“ – nabíjení článků

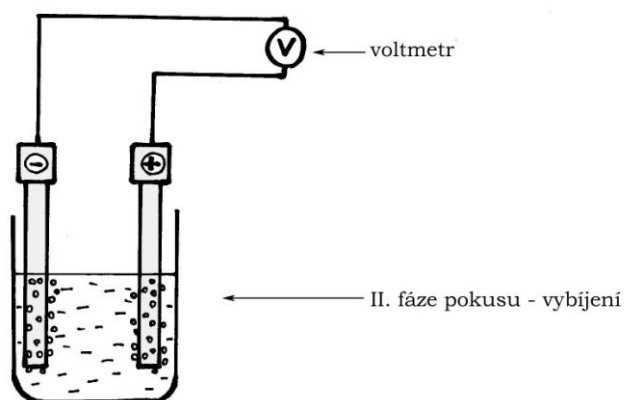


Postup:

Žáci nalijí roztok chloridových iontů do kádinky a ponoří do něj uhlíkové elektrody. Spustí zdroj elektrického napětí a nechají elektrodami probíhat proud. Na katodě se tvoří bublinky plynného vodíku (H_2) a na anodě plynného halogenidu (X_2).

Žáci odpojí zdroj napětí a přepnou elektrody k voltmetru.


Schéma: 2. fáze pokusu „oxidační účinky halogenů“ – vybíjení článků, měření



Zapíší do tabulky, jaké napětí zůstalo na elektrodách po odpojení zdroje el. napětí.

Stejný postup provedou žáci (nebo učitel) i s dalšími roztoky halogenidů. Pomocí tabulky pak porovnají reaktivitu a oxidační účinky jednotlivých halogenidů.

Tabulka: Oxidační účinky halogenů

Reakce halogenů	E^0 (V)	Oxidační účinky
$Cl_2 + 2 e^- \rightarrow 2 Cl^-$	+ 1,37	
$Br_2 + 2 e^- \rightarrow 2 Br^-$	+ 1,09	
$I_2 + 2 e^- \rightarrow 2 I^-$	+ 0,54	

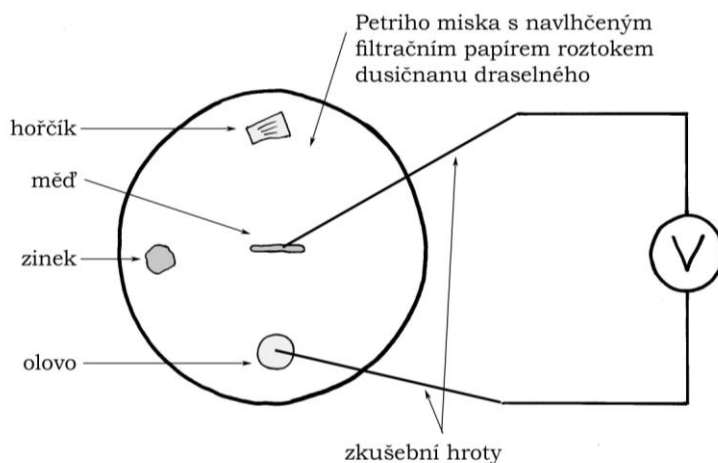
12.2 Reaktivita kovů

Videopořad: Kvantitativní pokus, 1 min 42s (2. část).

Aparatura: Petriho miska, filtrační papír, voltmetr stejnosměrného napětí, elektrické vodiče, zkušební hroty.

Chemikálie: Kovy v podobě rozklepnutých granulí nebo plíšků: hořčík (Mg), zinek (Zn), olovo (Pb), měď (Cu).

Schéma: Měření napětí mezi jednotlivými kovy



Postup:

Žáci vloží do Petriho misky navlhčený filtrační papír nasyceným roztokem KNO_3 a na něj umístí granule kovů nebo čisté kovy hořčíku, zinku, olova a mědi.

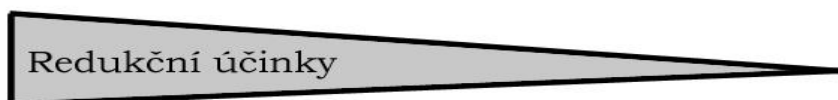
Zkušebními hroty se žáci dotýkají vždy mědi a dalšího kovu a porovnávají napětí mezi nimi. Zapisují do tabulky.

Žáci porovnají redukční vlastnosti jednotlivých kovů a mohou je porovnat i s Beketovou řadou kovů.

Tabulka: Redukční účinky kovů

Redukce kovů	E^0 (V)	Redukční účinky
$\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mg}$	- 2,34	
$\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}$	- 0,76	
$\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$	- 0,13	
$\text{Pb}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Pb}$	- 0,34	
$\text{Ag}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Ag}$	+ 0,80	

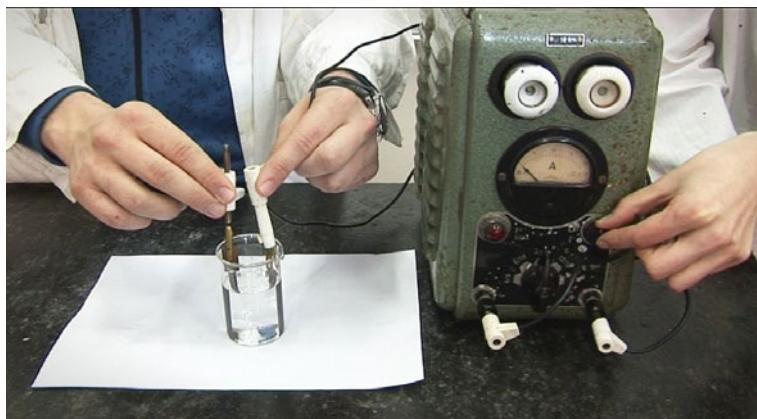
Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, **H** Cu, Hg, Ag, Au



Videopořad:

Kvantitativní pokus

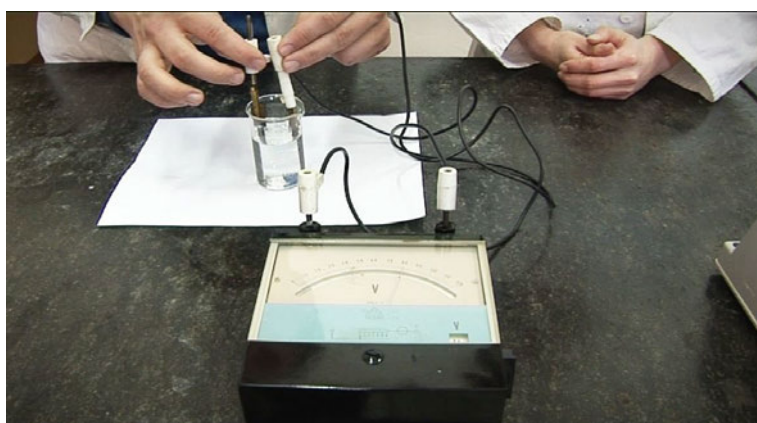
12.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů



frame 12.1



frame 12.2

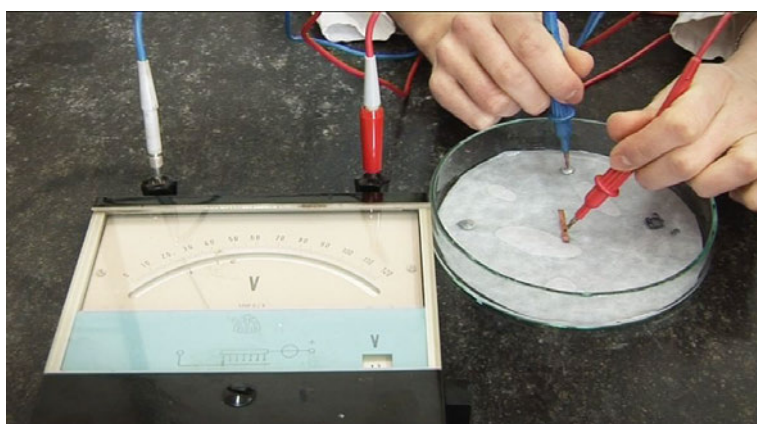


frame 12.3

12.2 Reaktivita kovů



frame 12.4



frame 12.5

13 Efektní pokus a neefektní pokus

Rozdíl mezi efektním a efektivním pokusem

Efektní pokusy (podrobněji rozebrané v následující kapitole) mají jasně zřetelný průběh nebo výsledek – díky světelným nebo zvukovým doprovodům reakce a podobně. Efektní pokusy jsou efektivní v oblasti edukace – efekty žáky motivují, baví, atp. Naopak efektivní reakce nemusí být doprovázeny žádným viditelným (slyšitelným, ...) efektem.

Efektní pokusy by se daly zařadit do kategorie: pokus učitele i žáků, demonstrační, mikrotechnikou.

Série dvou pokusů

Videopořad: Efektní pokus a neefektní pokus, 2min 3s.

13.1 Efektní pokus – „Blue Bottle Effect“

Chemikálie: pevný hydroxid sodný (NaOH)_s, methylenová modř, glukóza, destilovaná voda.

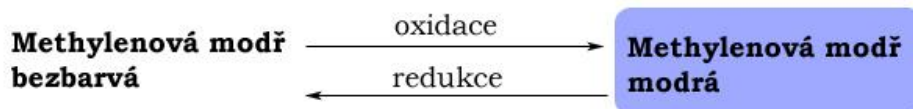
Aparatura: Erlenmeyerova baňka (1000 ml) se zátkou.

Postup:

Učitel před hodinou připraví do Erlenmeyerovy baňky směs z 500ml vody, 10g NaOH , 10g glukózy a pár kapkami 0,1% roztoku methylenové modři. Roztok bude modrý, po chvíli se ale odbarví.

Učitel demonstračně zatřese s baňkou se směsí tak, aby směs zmodrala. Postaví modře obarvenou kapalinu na stůl a po chvíli mohou žáci pozorovat její odbarvení. Tento postup se dá opakovat několikrát.

Nad hladinou kapaliny je kyslík, který se třepáním smísí s kapalinou a tím oxiduje (zbarví) methylenovou modř.

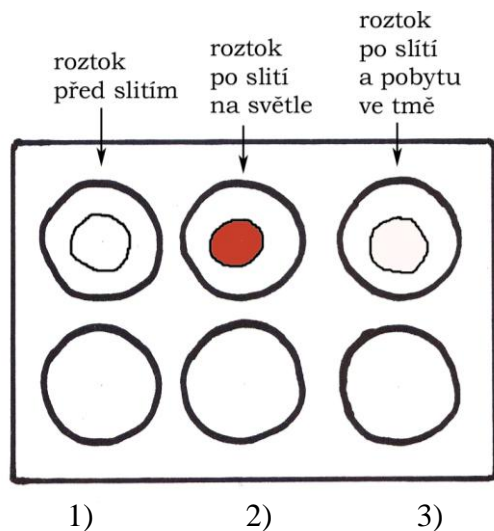


13.2 Neefektní pokus – redoxreakce železnatých a železitých iontů

Chemikálie: Roztok rtuťnatých kationtů (Hg^{2+}), roztok železnatých kationtů (Fe^{2+}), roztok thiokyanatanových aniontů (SCN^-) o koncentracích $0,01 \text{ mol/dm}^3$.

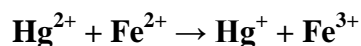
Aparatura: Kádinky, kapátka, tečkovácí destička, uzavíratelná, neprůhledná plechovka.

Schéma: Redoxreakce železnatých a železitých iontů na tečkovácí destičce



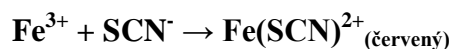
Postup:

Učitel smísí v poměru 1:1 roztoky rtuťnatých a železnatých kationtů v kádince. Slitím dvou bezbarvých roztoků vznikne opět bezbarvý roztok. Pokus je tedy neefektní, i když reakce probíhá:

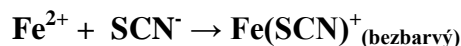


Kapátkem učitel kápne na tečkovácí destičku pár kapek z roztoku 1) železnatých kationtů a 2) slitého roztoku. Odlíje část slitého roztoku do kádinky a tu uzavře v neprůhledné plechovce s víkem.

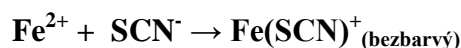
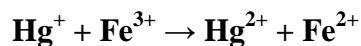
Do slitého roztoku na tečkovácí destičce 2) přidá roztok thiokyanatanových aniontů, žáci mohou sledovat červené zbarvení a sestavit rovnici:



Učitel přidá pár kapek roztoku SCN^- do roztoku Fe^{2+} před slitím 1) a žáci sledují, že reakce železnatých kationtů s roztokem thiokyanatanových aniontů není doprovázena zbarvením roztoku:



Po chvíli učitel vyjme slitý roztok ze tmy, na tečkovácí destičku kápne vzorek tohoto roztoku 3) a přidá opět roztok SCN^- . Roztok se nezbarví, což je důkazem, že se ve tmě železité kationty zredukovaly na železnaté:



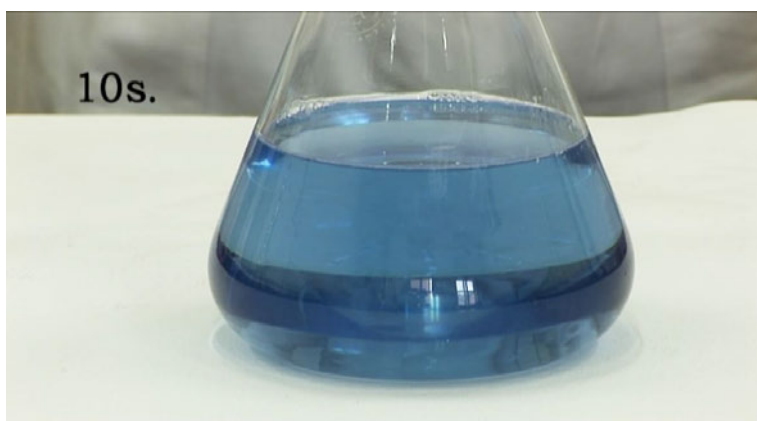
Videopořad:

Efektní pokus a neefektní pokus

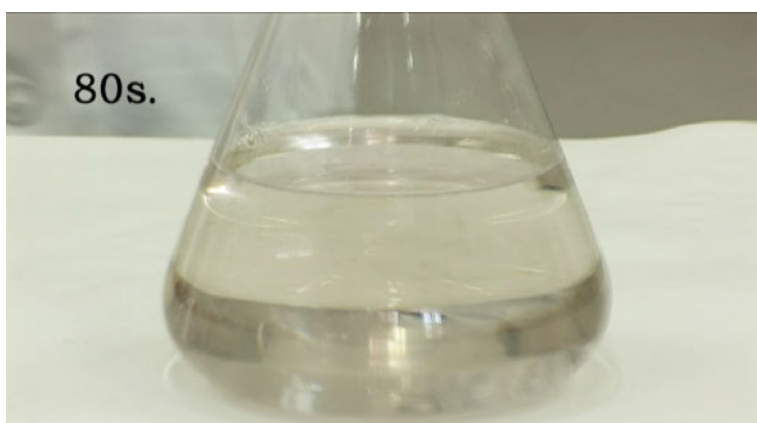
13.1 Efektní pokus – „Blue Bottle Effect“



frame 13.1



frame 13.2



frame 13.3

13.2 Neefektní pokus – redoxreakce železnatých a železitých iontů



frame 13.4



frame 13.5



frame 13.6

14 Efektivita efektních pokusů

Princip efektních pokusů

Efektní pokusy jsou ve výuce chemie oblíbené, jelikož žáky baví a motivují. Žáky zaujme, jak se jednotlivé látky chovají a jak reagují, případně jaký barevný, zvukový či energetický efekt pokus doprovází.

Takové pokusy jsou vhodné pro demonstraci učitelů, ale mohou být použity i jako demonstrační pokusy žáků.

Efektní pokusy jsou dobře dostupné pro učitele, literatura je zmiňuje dost často, například ve stručném seznamu efektních pokusů^[2].

Efektní pokusy by se daly zařadit do všech kategorií pokusů, leží mimo diagram dichotomického třídění.

Čtrnáct variant téhož pokusu

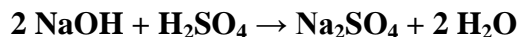
Videopořad: Efektivita efektních pokusů, 6min 6s.

Chemikálie: Hydroxid sodný (NaOH) o koncentraci 1 mol/dm³, kyselina sírová (H₂SO₄) o koncentraci 1 mol/dm³, acidobazický indikátor – 1% roztok Thymolftaleinu v ethanolu (TF), koncentrovaný roztok amoniaku (NH₃)_{aq}, sodík (Na).

Postup:

Indikátorem všech reakcí je 0,1% roztok Thymolftaleinu v ethanolu (TF), který se v zásaditém prostředí zbarvuje do modra (při pH přibližně 9,7).

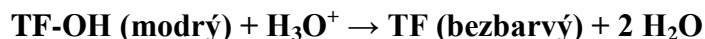
Prvních sedm pokusů je prováděno s jednomolárními roztoky hydroxidu sodného a kyseliny sírové. Pokus je založen na reakci:



Při přebytku zásady (NaOH) se roztok díky indikátoru zbarví do modra.



Při stejném množství kyseliny (H₂SO₄) se roztok obsahující indikátor odbarví.



Další pokusy také spočívají na acidobazických reakcích, kdy přebytek zásady pomocí indikátoru roztok zbarvuje do modra a přebytek kyseliny roztok odbarvuje.

14.1 Reakce ve zkumavkách

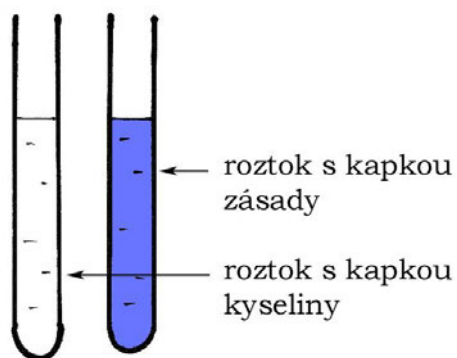
Aparatura: 2 zkumavky, chemikálie.

Postup:

Žáci (nebo učitel) naplní do poloviny 2 zkumavky vodou a do obou přidají Thymolftalein (TF) – na 10 ml vody 2-3 kapky.

Následně přikápnou do první zkumavky roztok hydroxidu sodného a do druhé zkumavky roztok kyseliny sírové. Sledují zbarvení roztoků ve zkumavkách.

Schéma: Reakce ve zkumavkách



14.2 Reakce v U-trubici

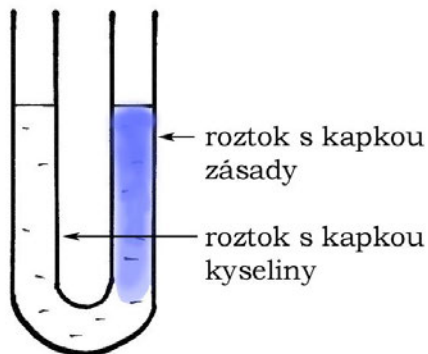
Aparatura: U-trubice, chemikálie.

Postup:

Žáci (nebo učitel) naplní U-trubici vodou a do obou ramen přidají Thymolftalein (TF) – na 10 ml vody 2-3 kapky.

Následně přikápnou do prvního ramene roztok hydroxidu sodného a do druhého ramene roztok kyseliny sírové. Sledují zbarvení roztoku v U-trubici a v místě, kde se roztoky kyseliny a zásady setkají.

Schéma: Reakce v U-trubici



14.3 Reakce ve zkumavce

Aparatura: zkumavka, chemikálie.

Postup:

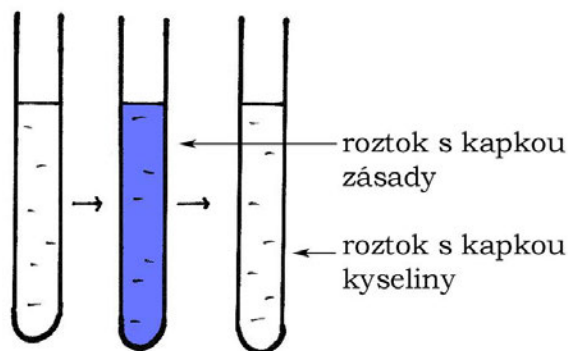
Žáci (nebo učitel) naplní do poloviny zkumavku vodou a přidají Thymolftalein (TF) – na 10 ml vody 2-3 kapky.

Následně přikápnou do zkumavky 1 kapku roztok hydroxidu sodného a sledují zbarvení roztoku.

Pak přidají 1 kapku roztoku kyseliny sírové a sledují odbarvení roztoku.

Při laboračním mohou žáci vypočítat, kolik je potřeba kapek hydroxidu, aby se roztok odbarvený kyselinou zase zbarvil – jelikož je kyselina dvojsytná, je potřeba dvojnásobné množství hydroxidu.

Schéma: Reakce ve zkumavce



14.4 Reakce v půlené kyvetě

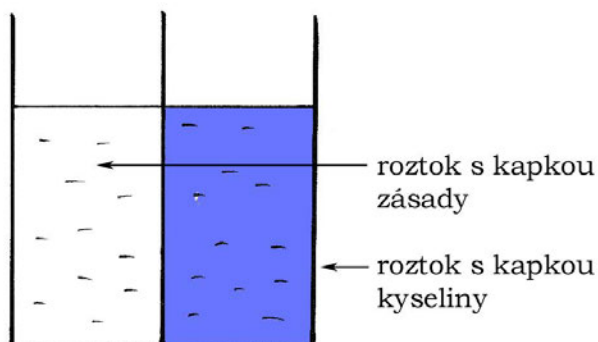
Aparatura: Dvojitá kyveta, chemikálie, kontrastní pozadí nebo zpětný projektor.

Postup:

Žáci (nebo učitel) naplní obě části půlené kyvety vodou a do obou částí přidají Thymolftalein (TF) – na 10 ml vody 2-3 kapky. Kyvetu umístí před kontrastní pozadí, nebo prosvítí projektorem.

Následně přikápnou do první části kyvety roztok hydroxidu sodného a do druhé části kyvety roztok kyseliny sírové. Sledují zbarvení roztoků v půlené kyvetě.

Schéma: Reakce v půlené kyvetě



14.5 Promítaný pokus

Aparatura: Petriho misky, chemikálie, kamera s projektoem nebo zpětný projektor.

Postup:

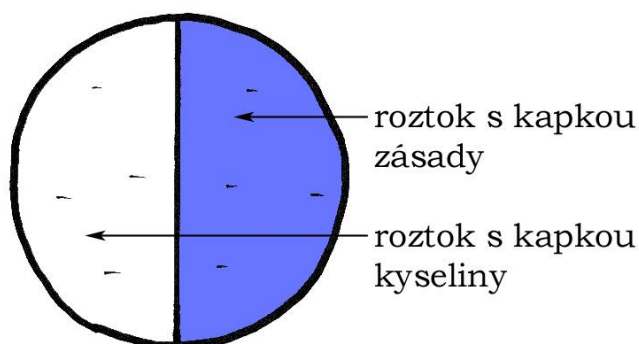
Celý pokus může být promítán kamerou s projektoem (digitálním vizualizérem) a nebo prováděn na skle zpětného projektoru s použitím ochranné transparentní fólie proti poškození povrchu projektoru.

14.5.1 Reakce v rozdělené Petriho misce

Žáci (nebo učitel) nalijí do rozdělené Petriho misky vodu a přidají kapku roztoku Thymolftaleinu (TF).

Následně přikápnou do první části Petriho misky roztok hydroxidu sodného a do druhé části roztok kyseliny sírové. Sledují zbarvení roztoků v Petriho misce pomocí projektoru.

Schéma: Reakce v rozdělené Petriho misce

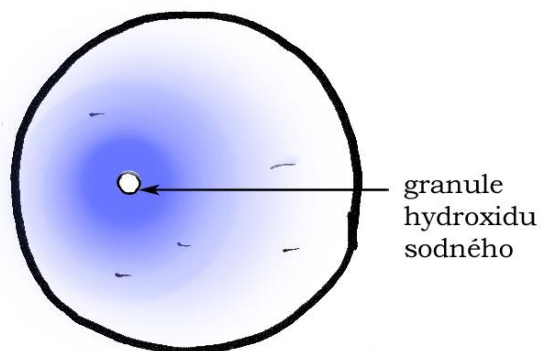


14.5.2 Rozpouštění pevného hydroxidu sodného

Žáci (nebo učitel) nalijí do Petriho misky vodu a přidají roztok Thymolftaleinu (TF).

Učitel vloží do Petriho misky granuli hydroxidu sodného. Žáci pozorují modré zbarvení roztoku v Petriho misce.

Schéma: Rozpouštění granule hydroxidu sodného



14.6 Reakce v kyvetě

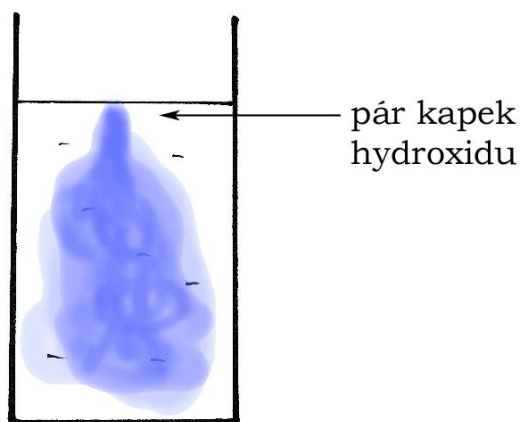
Aparatura: Kyveta, chemikálie.

Postup:

Učitel naplní kyvetu vodou a přidají Thymolftalein (TF).

Následně přikápnou do kyvety pár kapek roztoku hydroxidu sodného. Žáci sledují zbarvení roztoku pomocí TF, který se v zásadité prostředí zbarvuje do modra. Efektivnost pokusu lze zvýšit, pokud bude kyveta na kontrastním (nejlépe bílém) pozadí nebo prosvícena projektorem.

Schéma: Reakce v kyvetě



14.7 Vyvolaný obrázek

Aparatura: Filtrační papír, štětec, rozprašovač, chemikálie.

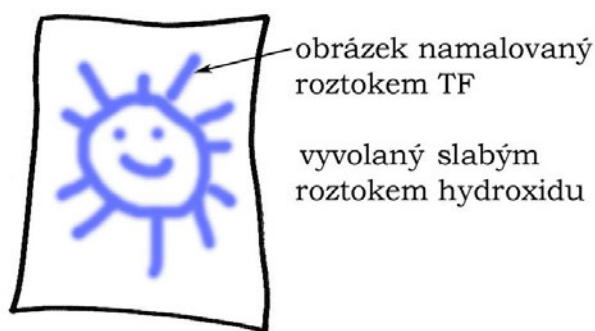
Postup:

Žáci (nebo učitel) namalují roztokem Thymolftaleinu (TF) na filtrační papír obrázek.

Filtrační papír se skrytým obrázkem zavěsí na tabuli nebo položí na stůl a poté rozprašovačem nanese na obrázek tenkou vrstvu roztoku hydroxidu sodného.

Žáci sledují, jak se na filtračním papíře objeví modrý obrázek.

Schéma: Vyvolaný obrázek

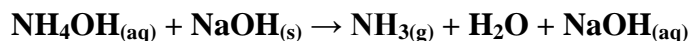


14.8 Modrá amoniaková fontána

Aparatura: Kulová baňka, skleněná trubička, kádinka, chemikálie.

Postup:

Učitel najímá do kulové baňky plynný amoniak (NH_3) z vyvíječe reakcí koncentrovaného roztoku amoniaku s pevným hydroxidem sodným (vyvíječ by měl být v digestoři):

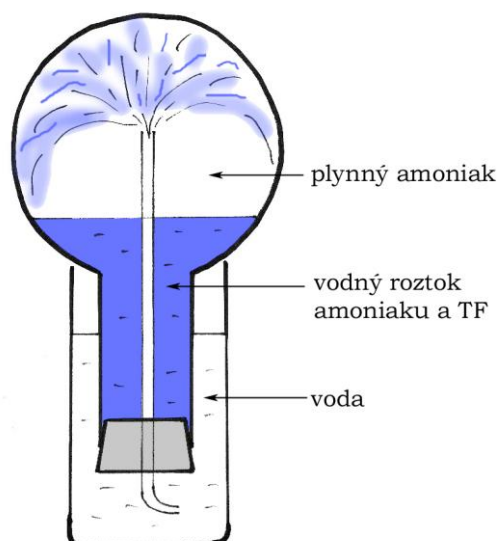


Naplní kádinku vodou a do ní přidá pár kapek roztoku Thymolftaleinu (TF).

Pryžovou zátkou prostrčí skleněnou trubičku a touto zátkou hermeticky uzavře kulovou baňku. Kulovou baňku vloží hrdlem dolů do kádinky s vodou tak, aby byl konec trubičky pod vodou.

Po chvíli se začne díky podtlaku nasávat do kulové baňky voda. Plynný amoniak se rozpouští ve vodě a zásadité prostředí zbarvuje roztok a Thymolftaleinem.

Schéma: Modrá amoniaková fontána



14.9 Reakce v preparátním válci

Aparatura: Preparátní válec, sítko, chemikálie.

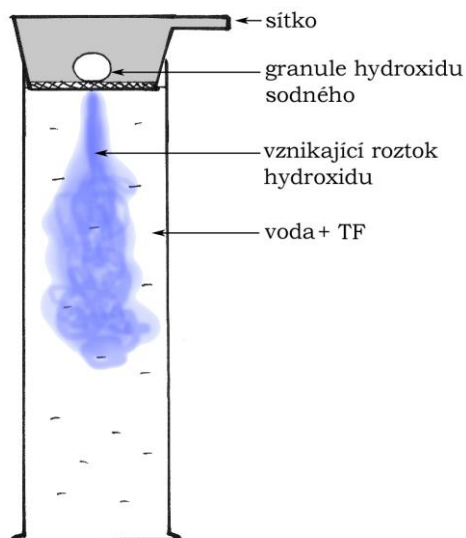
Postup:

Žáci (nebo učitel) naplní po okraj preparátní válec vodou a přidají pár kapek roztoku Thymolftaleinu (TF).

Na válec položí sítko tak, aby jeho dno bylo jemně ponořené do vody. Na sítko umístí granule hydroxidu sodného.

Žáci pozorují, jak se do vody rozpouští pevný hydroxid sodný, který způsobí zmodrání TF.

Schéma: Reakce v preparátním válci



14.10 Reakce ve skleněné krystalizační misce

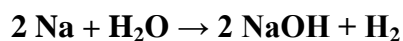
Aparatura: Skleněná krystalizační miska, síťový válec, chemikálie.

Postup:

Pokus může být promítaný zpětným projektorem – skleněnou krystalizační misku položí na sklo a ochrannou fólii zpětného projektoru.

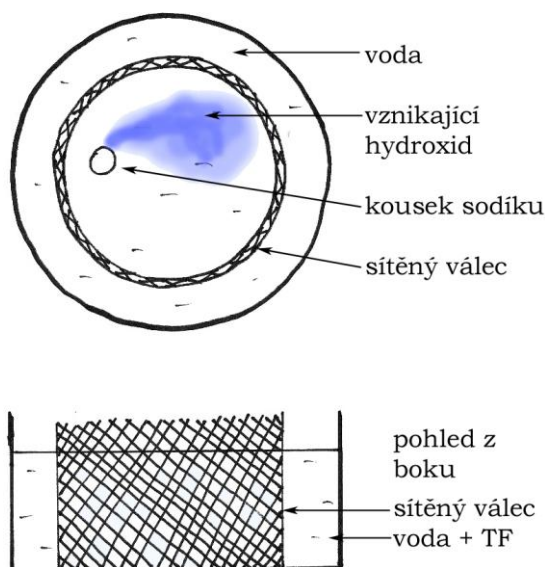
Učitel naplní do poloviny krystalizační misku vodou a přidá pár kapek roztoku Thymolftaleinu (TF). Vloží síťový válec – ten slouží k tomu, aby se sodík nepřichytil ke stěně krystalizační misky.

Doprostřed krystalizační misky položí kousek pevného sodíku (Na) o velikosti sezamového semínka. Žáci pozorují, jak sodík rejdí po hladině a bouřlivě reaguje s vodou:



Přítomnost vznikajícího hydroxidu sodného indikuje modré zbarvení TF.

Schéma: Reakce v krystalizační misce



14.11 Reakce v krystalizační misce s plechovými elektrodami

Aparatura: Krystalizační miska, žárovka, ploché kovové elektrody, zdroj střídavého napětí (220 V), elektrické vodiče s krokosvorkami, chemikálie.

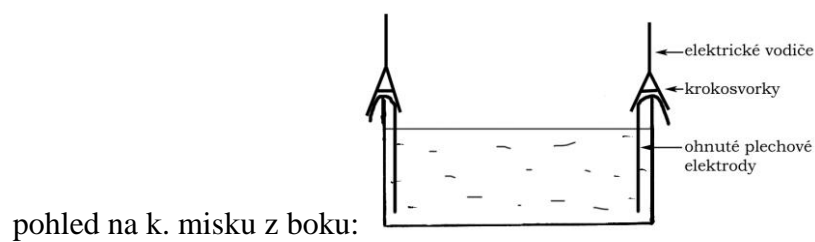
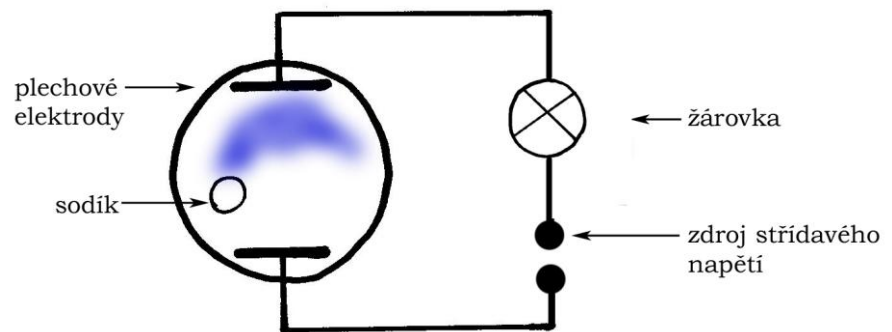
Postup:

Učitel naplní do poloviny krystalizační misku vodou a přidá pár kapek roztoku Thymolftaleinu (TF). Plechové elektrody připevní

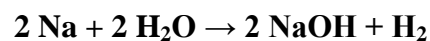
krokosvorkami ke stěnám krystalizační misky. Vodiči připojí žárovku na panelu a zdroj střídavého napětí.

Na hladinu vody v krystalizační misce položí kousek sodíku (Na) o velikosti sezamového semínka.

Schéma: Reakce sodíku v krystalizační misce s elektrodami

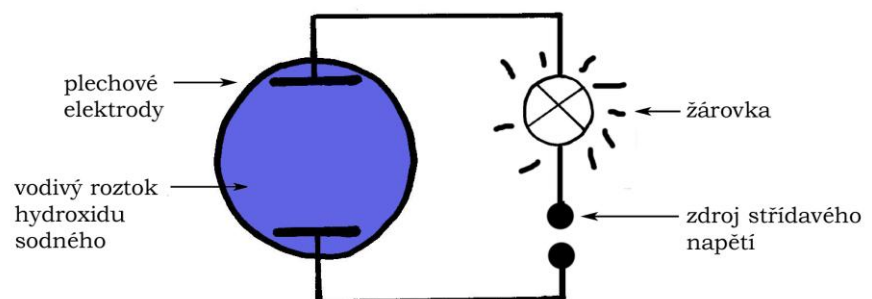


Žáci pozorují, jak sodík rejdí po hladině a bouřlivě reaguje s vodou:



Vznikající hydroxid sodný indikuje modré zbarvení TF. Zároveň se roztok stává postupně vodivějším, což dokazuje sílící světlo.

Schéma: Uzavřený obvod po vzniku vodivého roztoku NaOH



14.12 Reakce sodíku s vodou – „Chemické jojo“

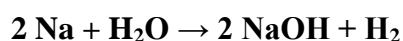
Aparatura: Preparátní válec, chemikálie, benzín.

Postup:

Učitel naplní preparátní válec do poloviny vodou, přidá roztok Thymolftaleinu (TF) a opatrně převrství benzínem.

Na vrstvu benzínu umístí kousek sodíku (Na) o velikosti sezamového semínka.

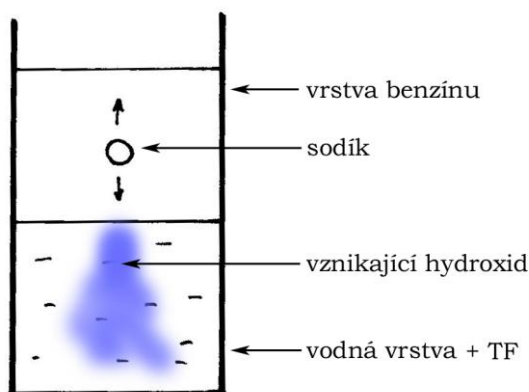
Žáci pozorují klesání a stoupání sodíku: sodík klesá benzínovou vrstvou k vodné vrstvě. Na ní plave a prudce s ní reaguje:



Vznikající bublinky plynného vodíku kousek sodíku nadnesou na hladinu benzínové vrstvy, kde se vodík uvolní do ovzduší a kousek sodíku opět vlivem gravitace klesá na hladinu vody a děj se opakuje.

Ve vodné fázi vzniká roztok NaOH, což dokazuje modré zbarvení indikátoru TF.

Schéma: Reakce sodíku s vodou v preparátním válci



14.13 Elektrolýza roztoku chloridu sodného

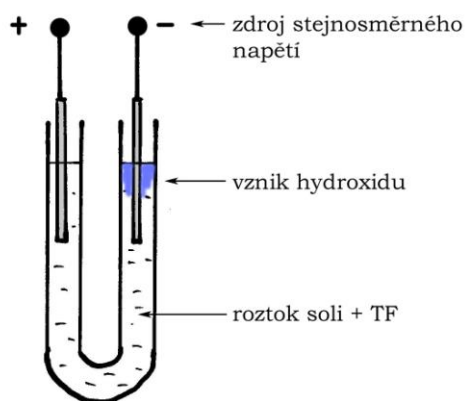
Aparatura: U-trubice, elektrické vodiče, zdroj stejnosměrného napětí, chemikálie.

Postup:

Učitel naplní U-trubicí po okraj roztokem NaCl s roztokem Thymolftaleinu (TF). Do obou ramen vloží elektrody připojené ke zdroji stejnosměrného elektrického napětí.

Žáci pozorují, jak se v místě katody vzniká modré zbarvení TF, které indikuje vznik NaOH:

Schéma: Obvod pro elektrolýzu roztoku NaCl



14.14 Modrobílá houpačka

Aparatura: 4 stejné průhledné plastové kelímky nebo kádinky, nádoba o objemu cca 1 litr, chemikálie.

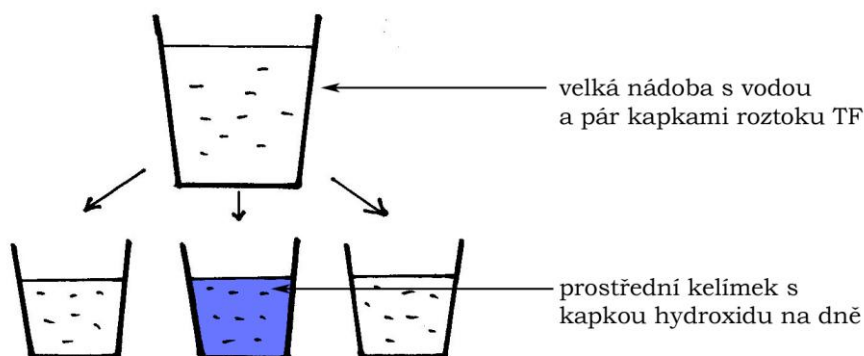
Postup:

Jedná se o efektní motivační pokus.

Učitel před hodinou připraví 3 kelímky – do prostředního kelímku kápne cca 3 kapky jednomolárního roztoku NaOH a připraví si ještě jeden kelímek se třemi kapkami jednomolární kyseliny sírové a ten ukryje – například za stůl. Připraví si vodu do velké nádoby a přidá do ní pár kapek roztoku Thymolftaleinu (TF). Objem vody s indikátorem by měl být menší, než celkový objem tří kelímků.

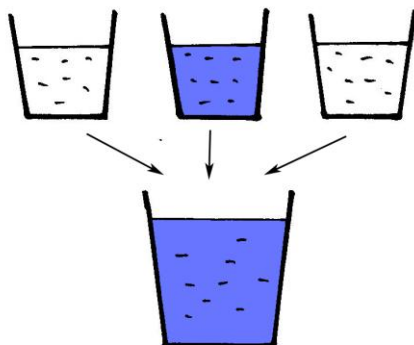
Učitel nalije z velké nádoby vodu s indikátorem nejprve do krajních kelímků a pak do prostředního. Prostřední kelímek obsahuje hydroxid sodný, proto kapalina zmodrá. Učitel by měl velkou nádobu vyprázdnit do malých kelímků celou.

Schéma: 1. Fáze pokusu – rozlití obsahu velké nádoby do malých



Učitel nalije krajní kelímky s čirou kapalinou do velké nádoby a pak přidá kapalinu z prostředního kelímku. Kapalina v nádobě je nyní modrá v celém objemu.

Schéma: 2. Fáze pokusu – slítí obsahu malých nádob do velké

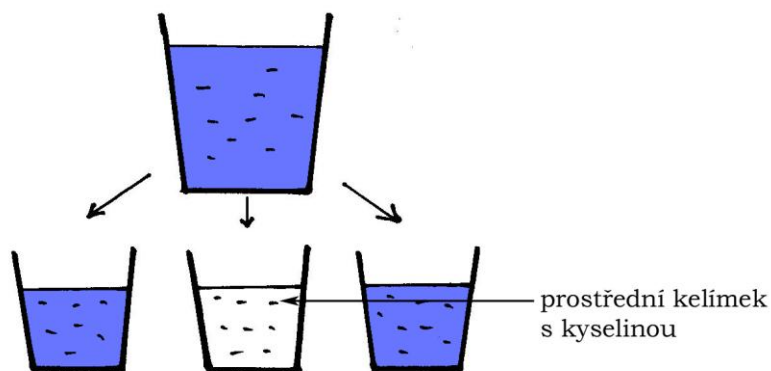


Nepozorovaně vymění prostřední kelímek za kelímek obsahující na dně pár kapek kyseliny sírové.

Učitel nalévá z velké nádoby modrý roztok, nejprve do krajních kelímků, pak do prostředního kelímku. Kapalina se v prostředním kelímku odbarví díky přebytku kyseliny:

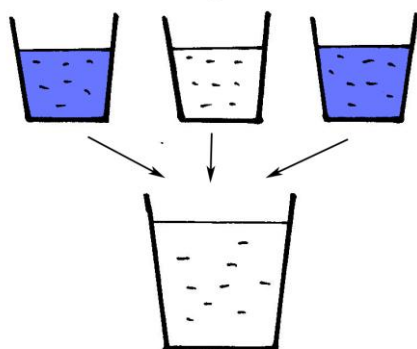


Schéma: 3. Fáze pokusu – rozliti modrého roztoku z velké nádoby do malých



Učitel nalije z krajních kelímků modrou kapalinu do velké nádoby a následně přidá kapalinu z prostředního kelímku, obsahující přebytek kyseliny sírové. Kapalina se odbarví v celém objemu.

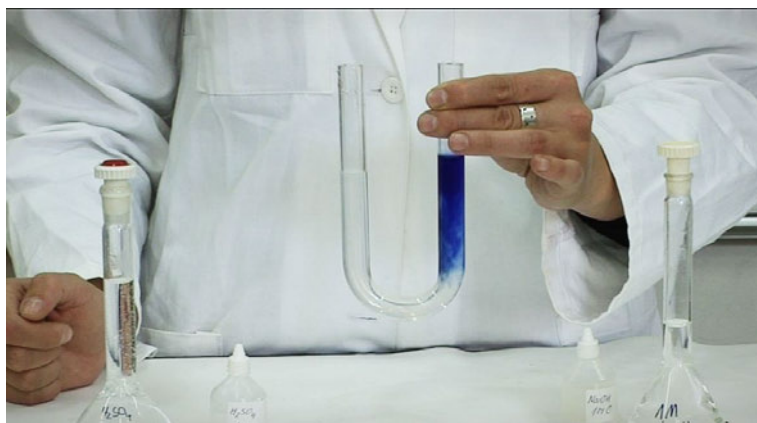
Schéma: 4. Fáze pokusu – slítí obsahu malých nádob do velké a odbarvení celého roztoku



Videořad:

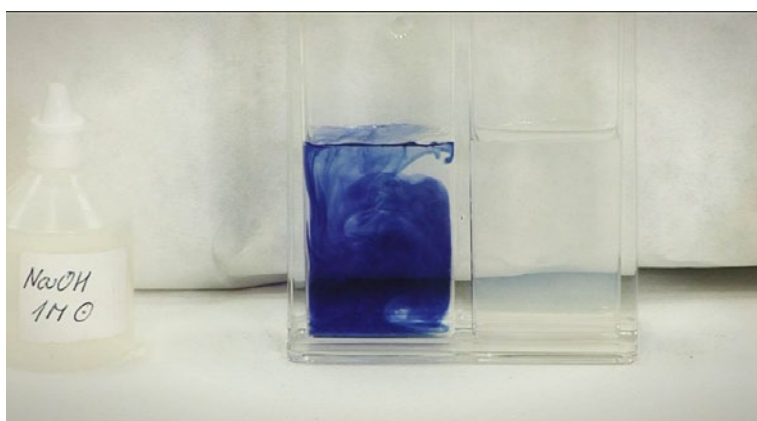
Efektivita efektivních pokusů

14.2 Reakce v U-trubici



frame 14.1

14.4 Reakce v půlené kyvetě



frame 14.2

14.5 Promítaný pokus



frame 14.3

14.6 Reakce v kyvetě



frame 14.4

14.7 Vyvolaný obrázek



frame 14.5

14.8 Modrá amoniaková fontána



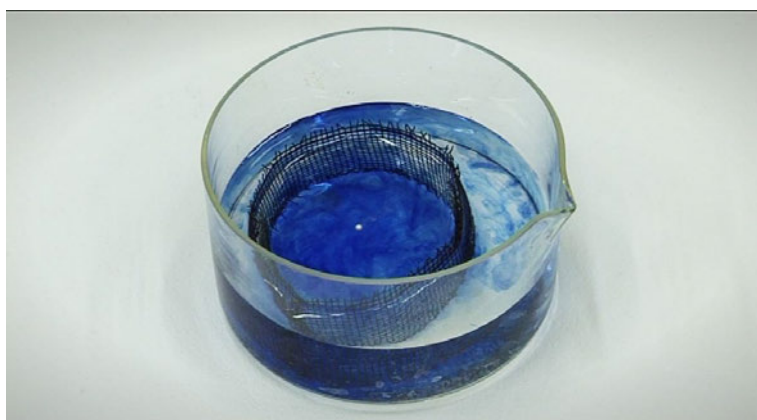
frame 14.6

14.9 Reakce v preparátním válci



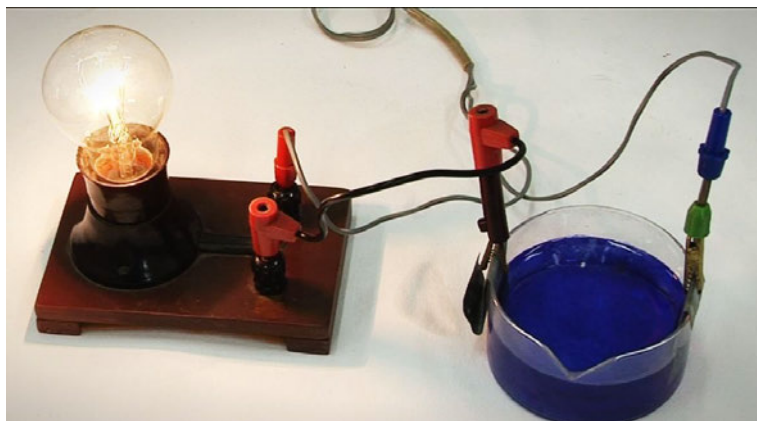
frame 14.7

14.10 Reakce v krystalizační misce



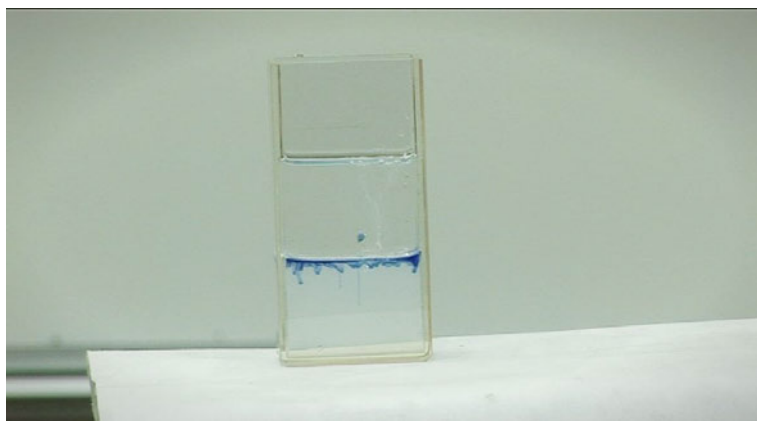
frame 14.8

14.11 Reakce v krystalizační misce s plechovými elektrodami



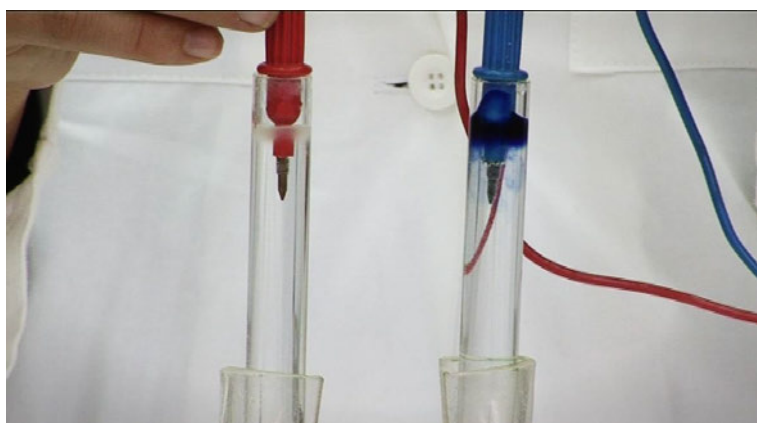
frame 14.9

14.12 Reakce sodíku s vodou – „Chemické jojo“



frame 14.10

14.13 Elektrolýza roztoku soli



frame 14.11

14.14 Modrobílá houpačka



frame 14.12

15 Modelový pokus

Princip modelových pokusů

„Modelovým pokusem rozumíme takový, jehož výsledky jsou přenosné na obdobné pokusy s jinými látkami.

Modelování – poznávací postup rozšířený hlavně v období informatizace a používáný: a) ke zprostředkovanému poznávání skutečnosti prostřednictvím modelu, který tuto skutečnost zastupuje – reprezentuje, b) k vyjádření získaných poznatků, tj. výsledků poznávání (např. různé modely atomů vyjadřují různé úrovně poznatků o složení a struktuře atomů).“^[4]

Modelové pokusy by se daly zařadit do všech kategorií výukových experimentů.

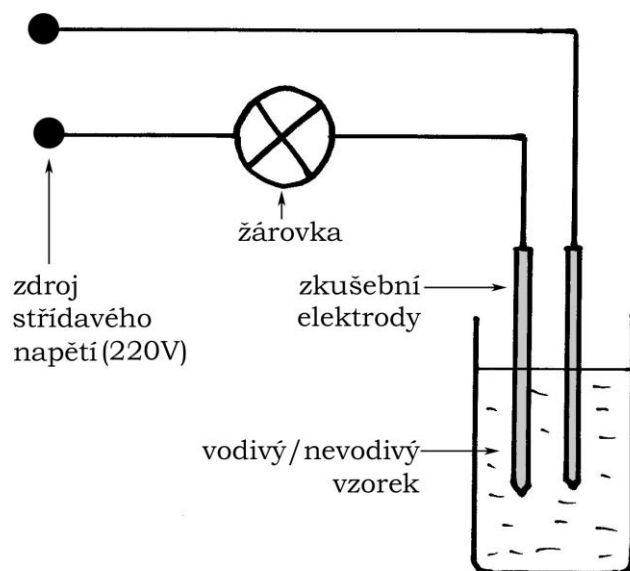
15.1 Elektrická vodivost látek

Videořad: Modelový pokus, 2min 11s.

Aparatura: Kádinka, zkušební hroty s kabely, zdroj střídavého napětí – 220V, žárovka na panelu, lžička na chemikálie.

Chemikálie: Destilovaná voda, kuchyňská sůl, cukr kostkový.

Schéma: Obvod pro zjišťování vodivosti látek



Postup:

Učitel sestaví elektrický obvod dle schématu. Zasuje zkušební hroty do kádinky s destilovanou vodou a zapne přívod elektrického proudu. Žáci sledují, zda se obvod uzavře - žárovka nesvítí.

Stejný postup zopakuje i s kuchyňskou solí a pak s roztokem soli ve vodě. Vše se zapisuje do tabulky:

Tabulka: Vodivost látek I.

Látka	Elektrická vodivost
Destilovaná voda	nevede
Sůl kamenná	nevede
Roztok soli ve vodě	vede

Žáci mohou z tohoto pokusu odvodit, že samotné krystaly elektricky vodivé nejsou, zatímco jejich volné ionty ve vodě vodivost umožňují.

Učitel předvede stejným postupem pokus, kuchyňskou však zamění za sacharózu v podobě kostkového cukru. Cukr však po rozpuštění ve vodě nevede elektrický proud.

Tabulka: Vodivost látek II.

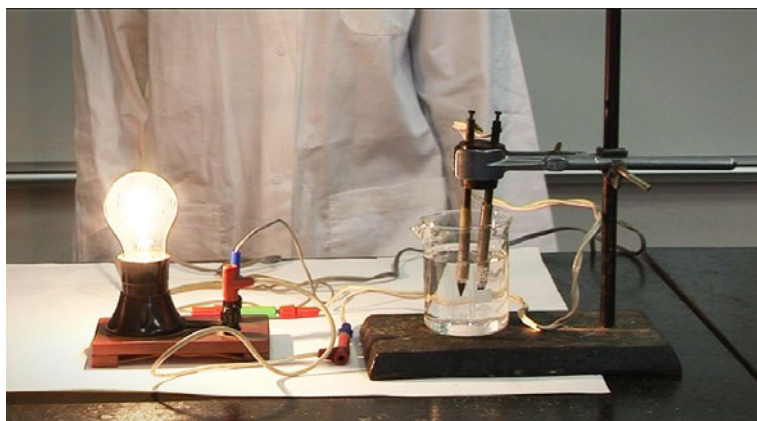
Látka	Elektrická vodivost
Krystalický cukr	nevede
Roztok cukru ve vodě	nevede

Videopořad:

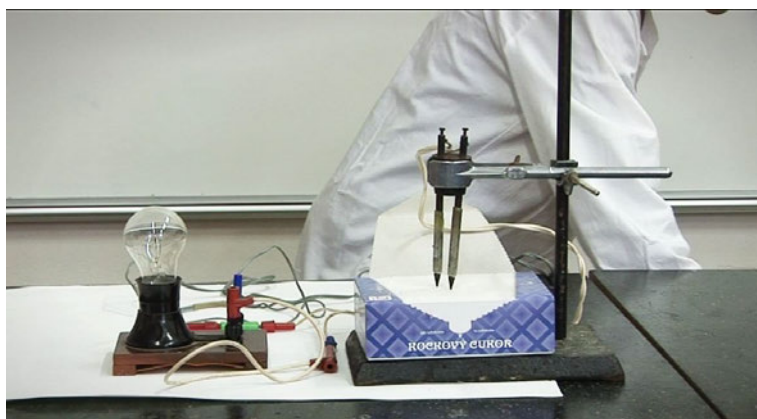
Modelový pokus



frame 15.1



frame 15.2



frame 15.3

16 Pokusy s modelem

Princip pokusů s modelem

Ve výuce chemie se dají pro demonstrační účely použít různé modely a modelové příklady. Pro učitele chemie existují různé stavebnice pro stavbu struktur, vysvětlování vazeb mezi atomy a podobně. Existují i hotové modely - modely atomových orbitalů, modely uhlíkových sloučenin (grafit x diamant x fulleren) a podobně. Učitel si může při výkladu pomoci i vlastním modelem, například plastelínou, nebo zapojit samotné žáky.

16.1 Simulace vlivu koncentrace látek na rychlost reakce pomocí vzduchového stolečku

Videořad: Pokusy s modelem, 0min 26s.

Aparatura: Vzduchový stoleček.

Postup:

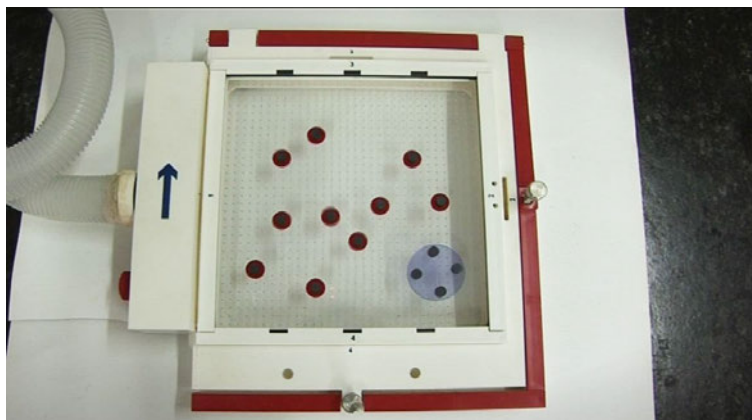
Učitel před výkladem vlivu koncentrace látek na rychlost reakce demonstruje pohyb molekul pomocí vzduchového stolečku.

Vzduchový stoleček by měl být základním vybavením fyzikálních laboratoří ve školách.

- 1) Sestaví vzduchový stoleček do funkčního stavu a vyrovná jej do vodorovné polohy
- 2) Zapne stoleček a na vzduchový polštář položí 1 zelený a 1 červený kroužek. Nechá zapnutý stoleček cca 30 sekund a žáci počítají počet srážek mezi kroužky.
- 3) Učitel vypne stoleček a přidá dalších 9 červených kroužků, zapne stoleček na 30 sekund a žáci znovu počítají srážky zeleného kroužku s ostatními.
- 4) Z počtů srážek žáci odvodí, že při vyšším počtu částic se částice srážejí častěji, tedy že na rychlost reakce má vliv koncentrace látek.

Videopořad:

Pokusy s modelem



frame 16.1

17 Vizualizace pokusu

Vizualizace

S rozmachem technologií se možnosti vizualizace velmi rozšířila, jak v oblasti edukace, vědy a techniky, tak i v oblasti zábavy. Tento trend zdánlivě přínosný pro výuku chemie však částečně zkomplikoval předvádění pokusů učitelem. Prvním aspektem komplikací je zvýšení náročnosti publika – žáci jsou zvyklí na neustálý přísun zábavy a ve snaze přiblížit se jejich světu byly pokusy vizualizovány elektronicky. Druhým aspektem je pohodlnost učitelů – nač složitě připravovat a předvádět pokus, když jej může promítat žákům ve formě presentace, videopořadu a podobně. Vizualizace by však měla pomoci prezentaci pokusů v hodinách, nenahrazovat je.

„Vizualizaci můžeme dělit na verbální, grafickou, symbolickou a zobrazovací. V didaktice chemie preferujeme následující členění:

- vizualizace experimentováním
- vizualizace modelováním
- vizualizace znázorňováním
- vizualizace symbolizací, event. vnitřním představováním a verbalizací.“
[4]

Princip vizualizace pokusu

Jednou z možností vizualizace pokusu je jeho „zviditelnění“. Použití techniky nikoliv pro projekci pokusu, ale pro jeho viditelnost. Příkladem je osvětlení krystalů PbI_2 zpětným projektoem a nejen jím.

17.1 Zlato z vody

Videopořad: Vizualizace pokusu, 0min 37s.

Aparatura: Erlenmeyerova baňka (500ml), zpětný projektor.

Chemikálie: Zředěné roztoky jodidových a olovnatých iontů, voda.

Postup:

Učitel si před výukou připraví „zlato z vody“ – smísí velmi zředěné roztoky jodidových a olovnatých iontů. Vzniklou sraženinu zahřeje a nerozpuštěné krystaly odfiltruje. Filtrát nechá vychladnout – vytvoří se v něm krystaly připomínající zlato.

Učitel ukáže žákům Erlenmeyerovu baňku se žlutou usazeninou na dně. Pak se suspenzí zatřese a postaví E. baňku na sklo (s ochrannou fólií)

zpětného projektoru. Žáci mohou pozorovat mihotání krystalů PbI_2 ve vodě, které po osvětlení vypadá jako skutečné zlato.

Pokus je pro žáky spíše motivační.

Videopořad:

Vizualizace pokusu



frame 17.1



frame 17.2

18 Vizualizace pokusem

Vizualizace pokusem

O vizualizaci, jako takové, hovoří podrobněji předchozí kapitola. Vizualizace pokusem je odnož vizualizací, která se dá realizovat právě ve vyučování chemie. Na rozdíl od vizualizace pokusu, kdy má žák vidět právě vizualizovaný pokus, je vizualizace pokusem symbolická metoda. Při provádění pokusu nejde o pokus samotný, jde hlavně o děj, který pokus připomíná.

18.1 Model Brownova pohybu

Videořad: Vizualizace pokusem, 0min 25s.

Aparatura: Petriho miska, lžička na chemikálie, zpětný projektor.

Chemikálie: Čistý kafr, destilovaná voda.

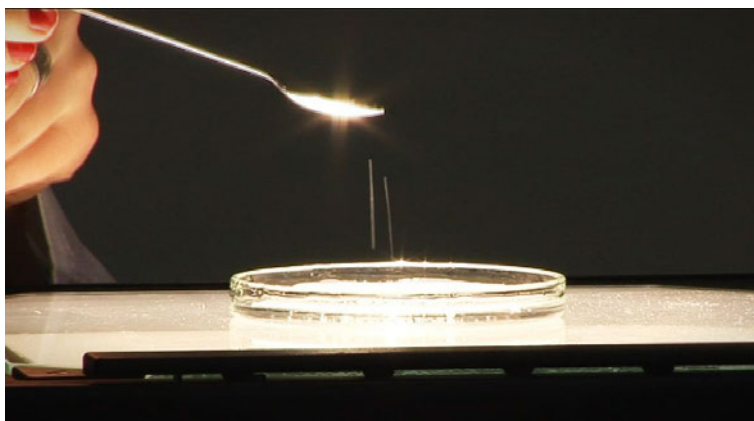
Postup:

Učitel při výkladu jevu – Brownův pohyb – nasype na hladinu vody v Petriho misce, několik krystalů čistého kafru. Zpětný projektor promítá chaotický pohyb krystalů po hladině, který připomíná Brownův pohyb (ale není to Brownův pohyb).

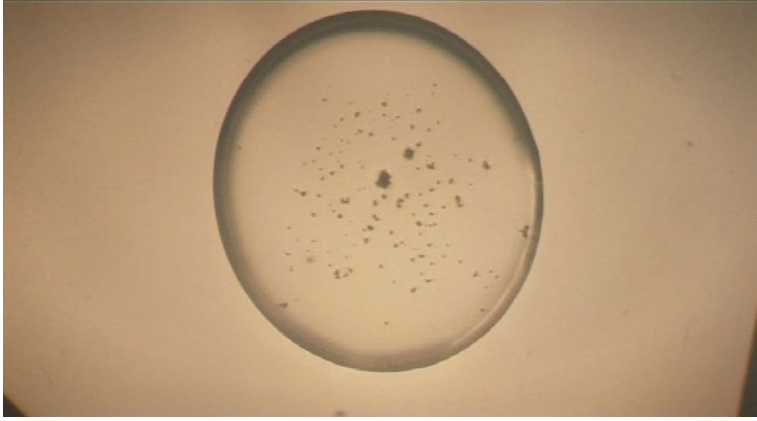
Pohyb krystalů na hladině vody lze zastavit přikápnutím detergentu (krystaly se potopí).

Videořad:

Vizualizace pokusem



frame 18.1



frame 18.2

Závěr

Ve své diplomové práci jsem se zaměřila na vizualizaci edukačních experimentů a vynasnažila jsem se využít maximum prostředků a způsobů vizualizace.

Od roku 2010 do roku 2012 jsem zaznamenávala edukační experimenty na video a vytvořila pro tuto diplomovou práci celkem 18 videopořadů. Videopořady obsahují schémata, názornou ukázkou provedení pokusu, tabulky a podobně. Jsou nosným pilířem této práce a texty popisují provedení pokusů, které je možné v těchto videopořadech vidět.

Dále jsem vizualizovala edukační experimenty více jak desítkou diagramů, tabulkami, téměř padesáti schémata a fotografiemi, kterých je přes osmdesát, a jednou flashovou aplikací. Ačkoliv jsem se při kreslení schémat inspirovala již existujícími schémata, všechny obrázky (schémata) v této diplomové práci jsem vytvořila a nakreslila vlastnoručně.

Fotografie jsou obrázky (framy) z videopořadů, které velmi dobře vystihují postup při provádění experimentu. Všechny fotografie jsou také mé vlastní a autorské.

Interaktivní flashová aplikace umožňuje on-line vyzkoušení simulace Kippova přístroje z kapitoly 4. Flashová aplikace je taktéž autorskou prací.

Jako doplněk své diplomové práce jsem vytvořila kurz na serveru moodle.cz s názvem „Didaktika chemických pokusů“. (Odkaz na stránku kurzu: viz seznam příloh.) V kurzu jsou k dispozici veškeré materiály k videopořadům a videopořady samotné.

Při vizualizaci edukačních experimentů jsem se pokusila využít veškeré dostupné vizualizační prostředky – video, obrázky a schémata, fotografie, internet, flash, text a hlavně samotné předvádění pokusů v hodinách.

Použité zdroje:

- [1] PACHMAN, Eduard, et al. *Technika a didaktika školních chemických pokusů I. : Praktická cvičení z didaktiky chemie pro pětileté studium učitelství chemie*. první. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 158 s. ISBN 17-121-82.
- [2] SOLÁROVÁ, Marie. *Chemické pokusy pro základní a střední školu*. Brno : Paido, 1996. 96 s. ISBN 80-85931-25-7.
- [3] ČTRNÁCTOVÁ, Hana; HALBYCH, Josef. *Didaktika a technika chemických pokusů*. Praha : Nakladatelství Karolinum, 2006. 246 s. ISBN 80-246-1192-9.
- [4] HOLADA, Karel; Edukační experiment v chemii. Praha : Knihovnicka.cz, 2011. 154 s. ISBN 978-80-260-0043.
- [5] ČTRNÁCTOVÁ, Hana, et al. *Chemické pokusy : pro školu a zájmovou činnost*. první. Praha : Prospektrum, 2000. 296 s. ISBN 80-7175-071-9.
- [6] HOLADA, Karel. *Pedagogika chemie : Specifické činnosti učitele chemie a jeho žáků*. Praha : Univerzita Karlova - Pedagogická fakulta, 2000. 14 s. Profesiogram. Univerzita Karlova - Pedagogická fakulta.
- [7] DURČÁKOVÁ, Zdenka, et al. *Chemické pokusy pro žáky základních škol*. první. Šternberk : Alga Press, 2001. 176 s. ISBN 80-86238-17-2.
- [8] DURČÁKOVÁ, Zdenka, et al. *Chemické pokusy pro studenty středních škol*. první. Šternberk : Alga Press, 2001. 176 s. ISBN 80-86238-18-0.
- [9] MÜLLER, Lukáš; SKOPALOVÁ, Jana; SOUČKOVÁ, Jitka. *Chemické workshopy : Metodické materiály*. první. Šumperk : Trifox, s.r.o., 2008. 100 s. ISBN 978-80-904309-0-7.
- [10] RAMBOUSEK, Vladimír, et al. *Technické výukové prostředky*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1989. 302 s. ISBN 14-703-89.

Seznam obrázků:

Seznam schémat:

- Redukce oxidu měďnatého na tečkovací destičce (str. 10)
- Souprava pro pokusy žáků v chemii (str. 13)
- Aparatura pro redukcí oxidu měďnatého (str.13)
- Vyvíječ vodíku za použití injekční stříkačky (str. 17)
- Improvizace Kippova přístroje (str. 18)
- Zastavená reakce v simulaci Kippova přístroje (str. 19)
- Vyvíječ vodíku za použití kapátka s balónkem (str. 19)
- Vyvíječ vodíku za použití U-trubice (str. 20)
- Zastavení reakce v U-trubici (str. 21)
- Vyvíječ vodíku za použití odsávací zkumavky (str. 22)
- Redukce oxidu měďnatého v Kjeldahlově baňce (str. 27)
- Zábrusová stavebnice pro demonstrační pokusy (str. 31)
- ZASTADEM aparatura pro redukcí oxidu měďnatého vodíkem (str. 32)
- Zkumavky s roztokem KSCN (str. 35)
- Zkumavky po slití roztoků KSCN a FeCl₃ (str. 35)
- Reakce halogenů na tečkovací destičce (str. 51)
- Substituční reakce kovů na tečkovací destičce (str. 52)
1. fáze pokusu „oxidační účinky halogenů“ – nabíjení článků (str. 56)
2. fáze pokusu „oxidační účinky halogenů“ – vybíjení článků, měření (str. 57)
- Měření napětí mezi jednotlivými kovy (str. 58)
- Redoxreakce železnatých a železitých iontů na tečkovací destičce (str. 62)
- Reakce ve zkumavkách (str. 66)
- Reakce v U-trubici (str. 66)
- Reakce ve zkumavce (str. 67)
- Reakce v půlené kyvetě (str. 68)
- Reakce v rozdělené Petriho misce (str. 68)
- Rozpouštění granule hydroxidu sodného (str. 69)

Reakce v kyvetě (str. 69)
Vyvolaný obrázek (str. 70)
Modrá amoniaková fontána (str. 71)
Reakce v preparátním válci (str. 71)
Reakce v krystalizační misce (str. 72)
Reakce sodíku v krystalizační misce s elektrodami (str. 73)
Uzavřený obvod po vzniku vodivého roztoku NaOH (str. 73)
Reakce sodíku s vodou v preparátním válci (str. 74)
Obvod pro elektrolýzu roztoku NaCl (str. 75)
1. Fáze pokusu – rozlítí obsahu velké nádoby do malých (str. 75)
2. Fáze pokusu – slítí obsahu malých nádob do velké (str. 76)
3. Fáze pokusu – rozlítí modrého roztoku z velké nádoby do malých (str. 76)
4. Fáze pokusu – slítí obsahu malých nádob do velké a odbarvení celého roztoku (str. 77)
Obvod pro zjišťování vodivosti látek (str. 82)
Frame z aplikace „Simulace Kippova přístroje“ (str. 100)

Seznam tabulek:

Čas vylití pipety s vodou, lihem a glycerolem (str. 44)
Oxidační účinky halogenů (str. 51)
Redukční účinky kovů (str. 53)
Oxidační účinky halogenů (str. 57)
Redukční účinky kovů (str. 58)
Vodivost látek I. (str. 82)
Vodivost látek II. (str. 82)

Seznam fotografií:

Videopořad: Frontální pokus mikrotechnikou

frame 2.1 (str. 11)

frame 2.2 (str. 11)

frame 2.3 (str. 11)

Videopořad: Simultánní pokus semimikrotechnikou (trubičkové provedení)

frame 3.1 (str. 14)

frame 3.2 (str. 14)

frame 3.3 (str. 15)

Videopořad: Individuální pokus žáků semimikrotechnikou (zkumavkové provedení)

4.1.1 Použití injekční stříkačky

frame 4.1 (str. 23)

frame 4.2 (str. 23)

4.1.2 Použití nálevky – improvizace Kippova přístroje^[1]

frame 4.3 (str. 23)

frame 4.4 (str. 24)

4.1.3 Použití kapátka s balónkem

frame 4.5 (str. 24)

4.1.4 Použití U-trubice

frame 4.6 (str. 24)

frame 4.7 (str. 25)

frame 4.8 (str. 25)

Videopořad: Demonstrační pokus učitele (makroprovedení)

frame 5.1 (str. 28)

frame 5.2 (str. 28)

frame 5.3 (str. 28)

frame 5.4 (str. 29)

frame 5.5 (str. 29)

Videopořad: Demonstrační pokus učitele

frame 6.1 (str. 33)

frame 6.2 (str. 33)

frame 6.3 (str.33)

Videopořad: Pokusy na dílčích úkolech

frame 7.1 (str.36)

frame 7.2 (str.36)

frame 7.3 (str.36)

frame 7.4 (str.37)

frame 7.5 (str.37)

frame 7.6 (str.37)

frame 7.7 (str.37)

frame 7.8 (str.38)

frame 7.9 (str.38)

Videopořad: Laborační pokus

frame 8.1 (str.40)

frame 8.2 (str.41)

frame 8.3 (str.41)

frame 8.4 (str.41)

Videopořad: Demonstrační pokus

frame 9.1 (str. 44)

frame 9.2 (str. 44)

frame 9.3 (str. 44)

frame 9.4 (str. 45)

frame 9.5 (str. 45)

Videopořad: Demonstrační pokus učitele

10.1 Reakce zinku s různě koncentrovanou kyselinou

frame 10.1 (str. 48)

frame 10.2 (str. 48)

frame 10.3 (str. 48)

frame 10.4 (str. 49)

10.2 Reakce mědi, zinku a hořčíku s kyselinou

frame 10.5 (str. 49)

frame 10.6 (str. 49)

frame 10.7 (str. 49)

Videopořad: Kvalitativní pokus (srovnávací)

11.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů

frame 11.1 (str. 54)

frame 11.2 (str. 54)

11.2 Substituční reakce kovů

frame 11.3 (str. 54)

frame 11.4 (str. 55)

Videopořad: Kvantitativní pokus

12.1 Oxidační účinky (reaktivita) halogenů

frame 12.1 (str. 59)

frame 12.2 (str. 59)

frame 12.3 (str. 59)

12.2 Reaktivita kovů

frame 12.4 (str. 60)

frame 12.5 (str. 60)

Videopořad: Efektní pokus a neefektní pokus

13.1 Efektní pokus – „Blue Bottle Effect“

frame 13.1 (str. 63)

frame 13.2 (str. 63)

frame 13.3 (str. 63)

13.2 Neefektní pokus – redoxreakce železnatých a železitých iontů

frame 13.4 (str. 64)

frame 13.5 (str. 64)

frame 13.6 (str. 64)

Videopořad: Efektivita efektních pokusů

14.2 Reakce v U-trubici

frame 14.1 (str. 77)

14.4 Reakce v púlené kyvetě

frame 14.2 (str. 77)

14.5 Promítaný pokus

frame 14.3 (str. 78)

14.6 Reakce v kyvetě

frame 14.4 (str. 78)

14.7 Vyvolaný obrázek

frame 14.5 (str. 78)

14.8 Modrá amoniaková fontána

frame 14.6 (str. 79)

14.9 Reakce v preparátním válci

frame 14.7 (str. 79)

14.10 Reakce v krystalizační misce

frame 14.8 (str. 79)

14.11 Reakce v krystalizační misce s plechovými elektrodami

frame 14.9 (str. 80)

14.12 Reakce sodíku s vodou – „Chemické jojo“

frame 14.10 (str. 80)

14.13 Elektrolýza roztoku soli

frame 14.11 (str. 80)

14.14 Modrobílá houpačka

frame 14.12 (str. 81)

Videopořad: Modelový pokus

frame 15.1 (str. 83)

frame 15.2 (str. 84)

frame 15.3 (str. 84)

Videopořad: Pokusy s modelem

frame 16.1 (str. 86)

Videopořad: Vizualizace pokusu

frame 17.1 (str. 88)

frame 17.2 (str. 88)

Videopořad: Vizualizace pokusem

frame 18.1 (str. 89)

frame 18.2 (str. 90)

Seznam příloh:

DVD

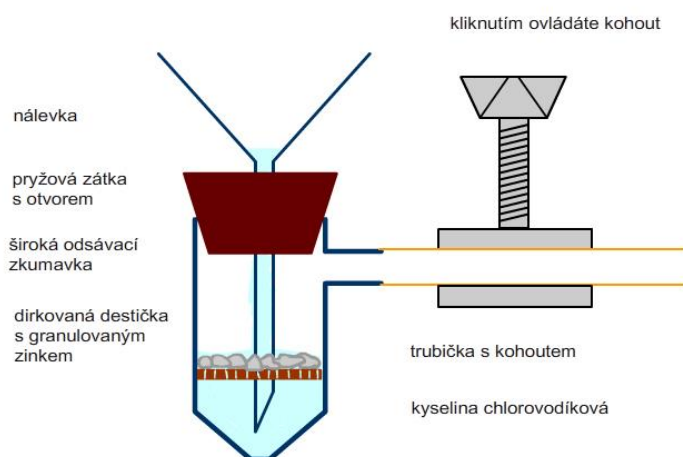
Video DVD obsahuje menu, výběr kapitol a 18 videopořadů.

CD

CD s elektronickou verzí diplomové práce. CD také obsahuje soubor s flashovou aplikací „Simulace Kippova přístroje“, která lze zobrazit v internetovém prohlížeči (např. Mozilla Firefox).

Frame z aplikace „Simulace Kippova přístroje“:

Simulace Kippova přístroje



Kurz v moodle.cz

Na stránce <http://moodle.cz/course/view.php?id=400> je kurz „Didaktika chemických pokusů“, kam se mohou zapisovat studenti pedagogických fakult, ale i učitelé v praxi. Kurz je samostudijní edukační.