

Obsah

1	Co obsahuje daný materiál.....	2
2	Stručný popis k jednotlivým částem materiálu	3
	Několik typů motivační části.....	3
3	Metodické listy: Klasifikace chemických reakcí badatelskou metodou	4
3.1	Strukturované bádání	4
3.1.1	První varianta	4
3.1.2	Druhá varianta	7
3.2	Nasměřované bádání 1.....	8
3.3	Nasměřované bádání 2 (Polootevřené bádání)	8
4	Realizace experimentů	9
4.1	Acidobazické reakce.....	9
4.2	Oxidačně redukční reakce	13
4.3	Komplexotvorné reakce.....	17
5	Motivace – možný tisk.....	21
6	Kartičky s nápovědami - tisk	25
7	Pracovní listy – tisk.....	27
7.1	Strukturované bádání – první varianta.....	27
7.2	Nasměřované bádání 1.....	29
7.3	Nasměřované bádání 2 (Polootevřené bádání)	30
7.4	Strukturované bádání – druhá varianta	31
8	Ukázková hodina	34
9	Bezpečnost	37
10	Literatura	38

1 Co obsahuje daný materiál



2 Stručný popis k jednotlivým částem materiálu

Zpracované téma je **Klasifikace chemických reakcí**. Jelikož se jedná především o laboratorní činnost, je potřeba dostatek času nejlépe v rámci laboratorních cvičení, která trvají **90 min.** Pokud je materiál využit bez provedení experimentů, stačí pro jeho realizaci 45 min. Pracovní list určen pro žáky SŠ ve věku **16-19 let**. U všech použitých chemikálií je popsána jejich **bezpečnost** v podobě R a S-vět na konci tohoto souboru. Se všemi látkami mohou žáci SŠ pracovat, ale musí být pod dohledem učitele a musí být seznámeni s prací s těmito látkami a s provozním řádem laboratoře.

Metodický list pro učitele

Obsahuje přesné informace k práci s pracovními listy v jednotlivých variantách. Učitel se podle těchto listů na danou hodinu může předem připravit. Najde zde seznam doporučení pro daný ročník, zásady bezpečnosti, časovou dotaci, seznam chemikálií a laboratorního skla i ostatních pomůcek. Součástí je také popis jednotlivých částí *zkoumání, zpracování, zobecnění a zhodnocení*.

Dalším obsahem jsou otázky, které může učitel využít při navádění žáků při experimentování. Otázky jsou zařazeny vždy v příslušné fázi experimentování, jsou vyznačeny kurzívou a ohraničené rámečkem.

Několik typů motivační části

Zvlášť je zde zpracován materiál pro první fázi badatelsky orientované výuky a tím je část *zaujetí*. Tato část obsahuje pět typů motivačních úloh, které jsou rozděleny na vizuální (příroda, ženy, muži) a textové (tabulka s filmy nebo s písničkami). Učitel si zde může sám vybrat, co je pro konkrétní třídu vhodnější. Materiál lze promítnout dataprojektorem či žákům nakopírovat k pracovním listům.

Pracovní list pro žáky

Obsahuje 4 varianty – (1a, 1b) strukturované bádání, tuto „nejlehčí variantu“ lze využít i pro 1. ročník SŠ, (2a) nasměrované bádání, „středně těžkou“ variantu, lze použít do laboratorní práce pro žáky vyšších ročníků SŠ, případně pro nadané žáky. (2b) Nasměrované bádání, „nejtěžší“ varianta, je vhodná pro chemický nebo přírodovědný seminář ve vyšším ročníku gymnázií, kdy mají žáci již zkušenost s badatelskou metodou.

Každá varianta pracovního listu obsahuje stručný úvod, seznam zkoumaných reakcí a úkoly k bádání. Jednotlivé úrovně se liší právě počtem těchto úkolů.

Na konci dokumentu je ukázková hodina s vypracovaným pracovním listem pro inspiraci, jak by mohlo strukturované bádání probíhat.

Kartičky s nápovědami

Kartičky lze využít ve všech variantách bádání, kromě druhé varianty strukturovaného bádání, kde jsou již součástí pracovního listu. Jedna nápověda obsahuje popis provedení pokusů, další popisuje, jak se pracuje s elektrodami a poslední dvě stručně vysvětlují, kdy a proč je možné elektrody použít a co elektrody měří.

Realizace experimentů

V této části se nachází fotodokumentace, výsledky měření, praktické poznámky a případná úskalí, na která může učitel při provádění reakcí nebo měření pomocí elektrod, narazit.

3 Metodické listy: Klasifikace chemických reakcí badatelskou metodou

Pro všechny varianty platí následující:

Bezpečnost: Se všemi látkami mohou žáci SŠ pracovat, ale musí být pod dohledem učitele a musí být seznámeni s prací s těmito látkami a s provozním řádem laboratoře. R a S věty jsou vyjmenovány na konci tohoto souboru.

Pomůcky: zkumavky, stojan na zkumavky, skleněné tyčinky, pinzeta, odměrný válec 10 ml, kádinky 150 ml, pH papírky, pH elektroda, redoxní elektroda

Chemikálie: NaOH (c = 0,1 mol/l), HCl (c = 0,1 mol/l), HCl (10%), H₂SO₄ (c = 0,1 mol/l), CH₃COOH (c = 0,1 mol/l), KOH (c = 0,1 mol/l), roztok CuSO₄ (10% a 1%), H₂O₂ (3%), Zn granule, Fe hřebíky, KMnO₄ (1%), Fe₂(SO₄)₃ (1%), KSCN (1%), NH₃ (cca 2,5%), K₄[Fe(CN)₆] (1%)

Forma: žáci pracují ve skupinkách, ve dvojici či trojici podle možností laboratoře

První varianta pracovního listu (strukturované bádání, kap. 3.1.1) je nejobsáhlejší: všechny fáze bádání jsou podrobně popsány, včetně možného komentáře učitele (kurzívou). V části *zobecnění* je komentovaná chemická podstata tohoto typu klasifikace chemických reakcí, tedy podle přenášených částic. Je vhodné, aby si učitel přečetl tuto první variantu, i když chce v praxi realizovat nasměrované nebo otevřené bádání.

3.1 Strukturované bádání

Pracovní list pro strukturované bádání předkládá žákům pracovní postup, ale žáci sami musí vyvodit vlastní závěry. Byly vypracovány dvě varianty pracovního listu, z nichž druhá byla připravena na základě připomínek ověřujícího učitele. Tato druhá varianta má přímo v pracovním listu včleněny nápovědy/kartičky s postupem provedení experimentu a prací s elektrodami; jsou mírně pozměněny formulace úkolů ve všech fázích bádání, kromě fáze zaujetí.

3.1.1 První varianta

Téma: Klasifikace chemických reakcí

Časová dotace 90 min – laboratorní práce

Cílová skupina žáků: 1. ročník SŠ

ZAUJETÍ (5 min)

Učitel vybere pro úvodní motivační část typ aktivizujícího úkolu podle atmosféry ve třídě a třídního kolektivu. Úlohu na třídění věcí z našeho života lze promítnout na plátno nebo rozdat vytištěné do skupinek.

Příklad využití motivační úlohy:

Učitel promítne na plátno obrázky žen, které jsou vybrány tak, aby je žáci mohli rozřadit podle různých kritérií do několika skupin. U této úlohy lze začít brainstormingem, kdy se žáci na obrázky dívají a zapisují své nápady na papír.

Učitel na úvod může položit otázku: „Co vás napadne, když se na obrázky podíváte?“

Žáci mohou přijít s různými nápady: vlasy, barva pleti atd. Učitel vyvolá několik žáků z různých skupin a vyslechne si jejich nápady.

Učitel může podnítit také žáky k vlastním nápadům, jaké věci v běžném životě lze ještě roztrždit.

Otázka učitele: „*Napadá vás, jaké další věci z běžného života bychom mohli podobným způsobem roztrždit?*“

Učitel pak může využít tuto úvodní část jako paralelu k chemické klasifikaci. Nebo může nechat žáky přečíst si úvodní text na začátku pracovního listu.

Učitel: „*Podvědomě si všechno nějakým způsobem kategorizujeme. Chemici také rádi škatulkují, na příklad u chemických reakcí máme několik způsobů jejich třídění a vy dnes jedno z nich zkusíte objevit.*“

Pozn. k provedení *Zaujetí*: je dobré hlídat čas úvodní části, aby nebyla příliš dlouhá a neubírala tak času stěžejní části celého cvičení – experimentálnímu provedení.

ZKOUMÁNÍ (10-15 min)

Po fázi zaujetí rozdá učitel žákům pracovní listy a společně si jednotlivé úkoly pročtou.

Učitel: „*Jak vidíte, máte k dispozici seznam devíti reakcí. Nejprve vypracujte úkoly a), b) a c), až budete s těmito úkoly hotovi, rozdám vám kartičky s nápovědami, které vám pomohou vaše rozdělení v praxi potvrdit (či vyvrátit).*“

- Úkoly s písmenem **a), b)** a **c)** jsou vhodné k teoretickému zpracování (žáci se podívají na reakce a zjistí, zda vidí nějaké společné znaky, dále u konkrétních reakcí zapíšou oxidační čísla, poté navrhnou vlastní třídění reakcí).

Otázky učitele: „*Co mají dané reakce společné? Všimli jste si nějakých podobností? (hranaté závorky, kyseliny, zásady, změna oxidačního čísla...) Co se v daných reakcích mění?*“

Na konci této části je dobré, když učitel s žáky diskutuje jejich návrhy rozdělení a případně je navede na správné dělení reakcí, tzn. acidobazické, redoxní a komplexotvorné.

ZPRACOVÁNÍ (50 min)

Otázka **d)** v pracovním listu odpovídá realizaci pokusů.

V této části žáci provádějí samotné experimenty s využitím **kartiček s nápovědami**. Kartička obsahuje seznam jednotlivých reakcí s popisem provedení experimentu ve zkumavce. Druhá nápověda popisuje dvě elektrody, které mají žáci k dispozici, jedna měří změnu napětí roztoku a druhá změnu pH v roztoku. U druhé je potřeba mít na paměti, že také měří změnu napětí, ale důležitá je až uvedená konečná veličina, kterou žáci vyhodnocují a to je pH.

Učitel: *Až budete provádět jednotlivé experimenty, nezapomeňte si všechna vaše zjištění a pozorování zapisovat do pracovních listů.*

Při provádění chemických pokusů učitel dohlíží na žáky a snaží se monitorovat co nejvíce skupinek, aby byl ihned k dispozici žákům: je schopen žáky efektivně navést nebo odpovědět na jejich dotazy.

Co může učitel žákům poradit: „*Projděte si nejprve kartičky s nápovědami. Rozmyslete si, jaká metoda je vhodná pro určité typy reakcí.*“

Pozorně se podívejte na své nápady. U reakcí, u kterých máte reakci kyseliny a zásady, by bylo dobré změřit (jakýmkoliv způsobem) pH před, v průběhu a po reakci.“

Žáci při provedení chemických reakcí mohou zjistit:

- V reakcích 1, 4 a 5 dochází ke změně oxidačního čísla. Z nápovědy mohou žáci usoudit, že právě v těchto reakcích by se mohlo měnit napětí (výměna elektronů).
Pozn. Tyto reakce lze sledovat redoxní elektrodou.
- U reakcí 3, 6 a 7 se mění pH.
Pozn. Tyto reakce je dobré sledovat pH papírkem, případně pH elektrodou.
- U poslední skupiny reakcí, tj. 2, 8 a 9, se výrazně mění zbarvení.

Pozn.: Žáci u reakcí mohou vidět i jiné jevy, jako jsou například i změny skupenství nebo vznik plynu. Je důležité, aby si uvědomili, že charakteristikou u redoxních reakcí je právě změna oxidačního čísla reakce.

ZOBECNĚNÍ - týká se úkolu e) (15 min)

Učitel vyvolá některou skupinku a nechá je říct, jakým způsobem ověřovali rozdělení reakcí z teoretických úkolů a zda se výsledky experimentů shodovaly s předpoklady.

Učitel po diskusi s žáky sjednotí jejich výsledky a závěry. Zavede pojem přenášená částice a dovysvětlí některé jevy, které nejsou zjevné ze samotného provedení (př. komplexotvorné reakce). V chemických reakcích dochází k přesunu různých částic, elektronů, iontů nebo i celých skupin atomů, ty nazýváme **přenášené částice**.

Otázka učitele: „Co je nosič elektrického náboje? Je to elektron? Jak by to mohlo souviset s našimi reakcemi, když se podíváte na úkol b)?“

- **Učitel:** „Jak jste si správně všimli, u reakcí 1, 4 a 5, dochází k přenosu elektronů (viz úkol písmeno b)), což se projeví změnou oxidačního čísla u příslušných prvků. Pro zopakování: oxidační číslo se zvyšuje u prvků, u kterých dochází k oxidaci a snižuje u prvků, u kterých dochází k redukci. **Oxidace** je tedy děj, při kterém dochází ke ztrátě elektronů a **redukce** je děj, při kterém dochází k získání elektronů.“
- **Učitel:** „U reakcí 3, 6 a 7 docházelo ke změně pH. V nápovědách máte napsanou definici pH jako dekadický logaritmus koncentrace oxoniových iontů, což zjednodušeně řečeno znamená kationtu vodíku H^+ . Proto v těchto reakcích jako přenášenou částici určujeme právě vodíkový kationt. Tato skutečnost je také vidět v zápisu těchto reakcí, koneckonců se reakce nazývají jako protolytické, tedy takové, kdy se vyměňuje proton (vodíkový kationt je prakticky proton).“
Tyto reakce vždy probíhají mezi kyselinou a zásadou.

Otázka učitele: „Mezi jakými sloučeninami tyto reakce probíhají?“

- **Učitel:** „U reakcí 2, 8 a 9 je to poněkud složitější.“

Otázka učitele: „Tipnete si, o jaké přenášené částice se jedná v tomto případě?“

Jedná se o přenos iontu, nebo skupiny atomů, které obsahují buď nadbytečný elektronový pár nebo chybějící elektronový pár, tedy prázdný orbital. Při reakci dochází ke tvorbě tzv. **koordinace kovalentní vazby**. Tato vazba vzniká tak, že jeden atom (donor = dárce) poskytuje celý vazebný elektronový pár, zatímco druhý atom poskytuje volné místo ve svém valenčním orbitalu (akceptor = příjemce).“

Klasifikace chemických reakcí podle přenášených částic: (žáci si mohou stručně zapsat do sešitu)

1. **Acidobazické** – výměna vodíkového kationtu. Příklad
2. **Oxidačně redukční** – přenos jednotlivých elektronů. Příklad.....
3. **Komplexotvorné** – přenos skupin atomů, iontů. Příklad.....

Příklad reakce si zvolí každý žák sám.

Je dobré žákům zdůraznit, že redoxní reakce provází změny barvy roztoků nebo vznik látek v jiném skupenství (plyn). Změna oxidačního čísla má totiž za následek změnu vlastností daného prvku/sloučeniny, což je provázeno viditelnou změnou. Naproti tomu acidobazické reakce neprovází žádná viditelná změna jakékoli reagující látky, jediné dojde k zahřátí roztoku zapříčiněné uvolněním reakčního tepla při vzniku molekul vody.

ZHODNOCENÍ (5 min)

Zhodnotíme práci žáků, zda se jejich teoretická východiska setkala s experimentálními výsledky. Pokud ne, proč se tak stalo. Každá skupinka shrne svá bádání.

Další varianta provedení: tento pracovní list lze použít jako teoretický, kde se v otázce s písmenem *d*) experimenty neprovádí, ale pouze žáci teoreticky navrhnou, jak by v daném případě postupovali.

3.1.2 Druhá varianta

Pracovní list obsahuje úvodní text, který navazuje na motivační část. V další části tohoto listu se nachází seznam devíti reakcí. Dále je 5 úkolů, na základě kterých by žáci měli správně reakce rozdělit do tří příslušných skupin.

ZAUJETÍ (5 min) je shodné s předchozí variantou

ZKOUMÁNÍ (15 min)

Učitel rozdá pracovní listy. Žáci by měli být schopni sami bez pomoci tyto úlohy vypracovat. Po vypracování úkolů je vhodné, aby učitel nápady žáků sjednotil:

Učitel zapíše reakce z úlohy a) na tabuli a společně s žáky doplní oxidační čísla.

Otázky učitele: „*Jak byste pojmenovali reakce s čísly 1, 4, 5?*“

„*Co mají společného poslední tři reakce? Dívejte se čistě jen graficky?*“

K úloze s písmenem *d*) se vztahuje třetí strana pracovního listu, na které se nacházejí příslušné reakce a návody k jejich provedení. Pro učitele je výhodné, když žákům rozdá první dva listy vytištěné oboustranně. Třetí list s postupem provedení pokusů a prostorem pro doplnění pozorování je vhodné rozdat až poté, co žáci sami navrhnou postup, jak budou navržené třídění ověřovat.

ZPRACOVÁNÍ (50 min)

V této variantě žáci nepracují s kartičkami s nápovědou jako v předešlé variantě. Vše pro své zkoumání mají obsaženo v pracovním listu. Hlavní část pro utváření hypotéz a experimentování je uvedena v úloze c). Zde mají popis, co je pH, jak se pracuje s pH papírky, jak se pracuje s elektrodami, a jejich využití. Učitel pomáhá s přístroji a s vyhodnocením měření na počítači.

Jsou zde také zabudované návodné otázky pro žáky: *Zamyslete se, co je nosičem elektrického náboje? Pokud naměříte změnu pH, k čemu v reakci vlastně došlo?*

Další otázky lze využít z bodu Zpracování v předchozí variantě.

ZOBECNĚNÍ A ZHODNOCENÍ (20 min) jsou totožné s předchozí variantou, tedy učitel dává všem skupinkách prostor pro vyjádření se k výsledkům.

3.2 Nasměřované bádání 1

Téma: Klasifikace chemických reakcí

Časová dotace: 90 min – laboratorní práce

Cílová skupina žáků: žáci vyšších ročníků SŠ, případně nadaní žáci

ZAUJETÍ: Učitel vybere, jaký typ klasifikace věcí z běžného života použije pro danou třídu.

ZKOUMÁNÍ

Pracovní list pro nasměřované bádání, oproti strukturovanému, je rozdělen na tři úkoly. Úkol *a* je vhodný k teoretickému zpracování. Žák má v tomto bádání větší volnost. Úkoly již nejsou tak návodné a žáci sami musí na rozdíly v reakcích přijít. Učitel sleduje počínání žáků. Pokud jsou ve slepé uličce, může použít nějaké z následujících otázek.

Otázky učitele: „*Pozorně se podívejte na sloučeniny, které spolu reagují. Najdete nějaké podobnosti? Zkuste se také zamyslet nad oxidačními čísly - mění se u některých reakcí?*“
„*Co mají dané reakce společné? Všimli jste si nějakých podobností? (hranaté závorky, kyseliny, zásady, změna oxidačního čísla...) Co se v daných reakcích mění?*“

Další tipy na otázky je možné také čerpat z metodického listu pro strukturované bádání.

ZPRACOVÁNÍ, ZOBECNĚNÍ A ZHODNOCENÍ - viz strukturované bádání 1

3.3 Nasměřované bádání 2 (Polootevřené bádání)

Téma: Klasifikace chemických reakcí

Časová dotace: 90 min – laboratorní práce

Cílová skupina žáků: seminář

ZAUJETÍ: vybere, jaký typ klasifikace věcí z běžného života použije pro danou třídu.

ZKOUMÁNÍ

Žáci na základně stanoveného problému, tj. *Navrhněte experimenty, pomocí kterých rozdělíte tyto reakce do tří skupin*, sami navrhnou postupy provedení experimentů, kterými tyto reakce roztrídí. Před samotným provedením tyto postupy zkonzultují s učitelem.

Pozn.: Učitel si může dopředu připravit také kartičky s nápovědami, a kdyby bylo potřeba, může je žákům rozdat jako vodítko, jak postupovat.

Tipy, jak pomoci žákům v otevřeném bádání:

Učitel žákům poradí, jak postupovat:

1. *Nejprve si reakce rozdělte teoreticky, podle společných znaků.*
2. *Navrhněte, jak by se teoretické vlastnosti reakcí daly ověřit experimentálně.*
3. *Proveďte experimenty, při nichž využijete pH papírky či pH elektrody, redoxní elektrody a na konec také pozorně pozorujte změny v reakcích.*“

ZPRACOVÁNÍ, ZOBECNĚNÍ A ZHODNOCENÍ - viz strukturované bádání 1

4 Realizace experimentů

Obecné poznámky pro učitele:

- Při měření s elektrodami se roztok vždy musí naředit tak, aby byla ponořená elektroda. Většinou je to uvedeno i v konkrétních úlohách.
- Měření pomocí elektrod lze provádět buď kontinuálně, v průběhu celé reakce, nebo pouze před a po reakci. V této kapitole jsou měření prováděna tak, aby byla pozorovatelná průběžná změna.
- Ve skutečnosti jsou kapky na pH papírku zřetelnější než ve fotodokumentaci.

4.1 Acidobazické reakce

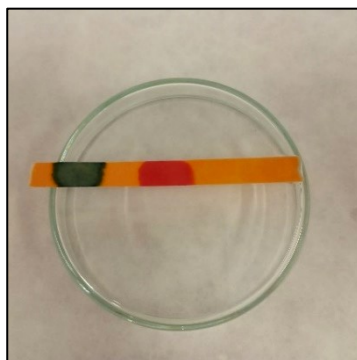


Postup: Do zkumavky nalijte jeden díl hydroxidu (cca 5 ml 0,1M NaOH) a k němu přidejte stejný díl kyseliny chlorovodíkové (cca 5 ml 0,1M HCl). Před slitím je potřeba zjistit pH obou roztoků zvlášť a pak výsledného roztoku, viz Obr. 2.

Pozorování:



Obr. 1 - vlevo: 5 ml 0,1M NaOH; vpravo: 5 ml 0,1M HCl

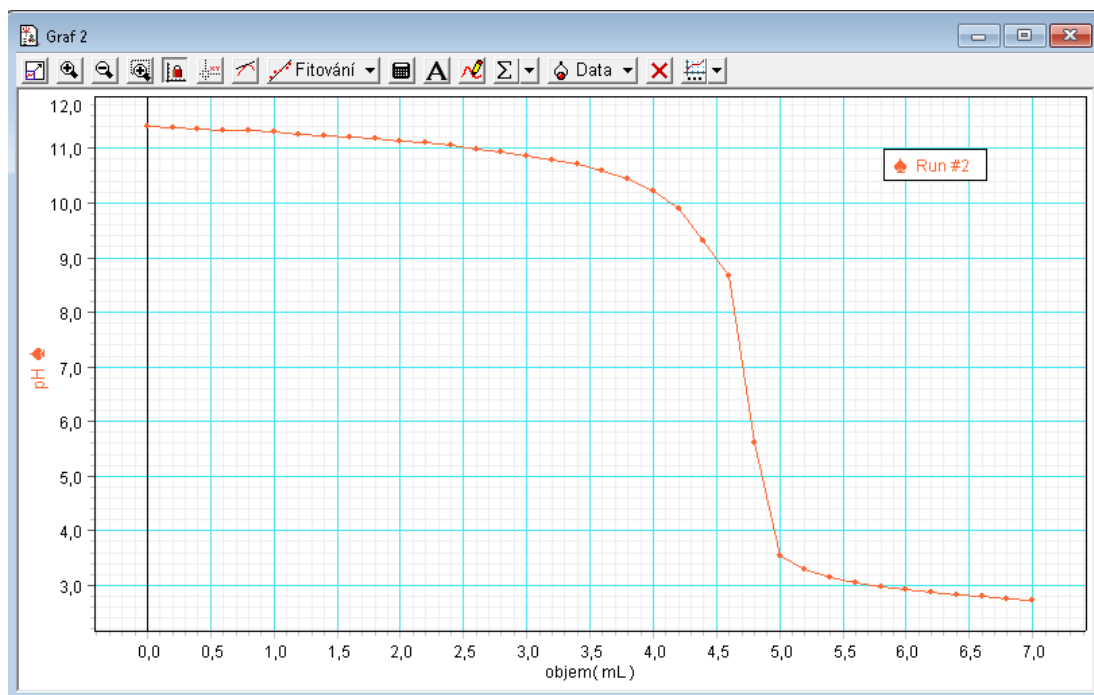


Obr. 2 - vlevo: kapka NaOH (zásadité pH) uprostřed: kapka HCl (kyselé pH); vpravo: kapka výsledného roztoku (mírně kyselé pH, asi 6)



Obr. 3 - barva výsledného roztoku, NaCl + H₂O

Postup při měření pH elektrodou: do kádinky bylo napipetováno 5 ml NaOH 0,1M, následně byl tento roztok zředěn, aby bylo možné ponořit elektrodu. K takto připravenému roztoku bylo pipetováno HCl 0,1M po přídavcích 0,2 ml. Na obr. 4 je vidět, že hydroxid (zásadité pH) byl postupně neutralizován roztokem přidávané kyseliny; bod ekvivalence nastal zhruba při spotřebě 4,9 ml NaOH, kdy výrazně pokleslo pH roztoku a byla viditelná charakteristická titrační křivka, což odpovídá neutralizační reakci a spotřebě 1:1.



Obr. 4 - titrační křivka reakce $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

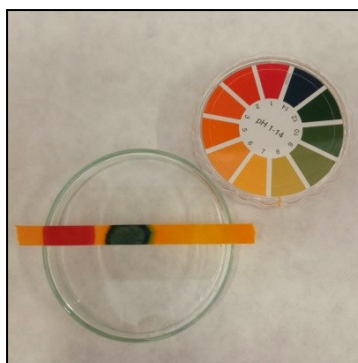


Postup: Do zkumavky nalijte jeden díl kyseliny sírové (5 ml 0,1M H_2SO_4) a k němu přidejte dvojnásobné množství hydroxidu (10 ml 0,1M KOH). Před smícháním je potřeba zjistit pH obou roztoků zvlášť a pak výsledného roztoku, viz Obr. 6.

Pozorování:



Obr. 5 - vlevo: 5 ml 0,1M H_2SO_4 ; vpravo: 10 ml 0,1M KOH

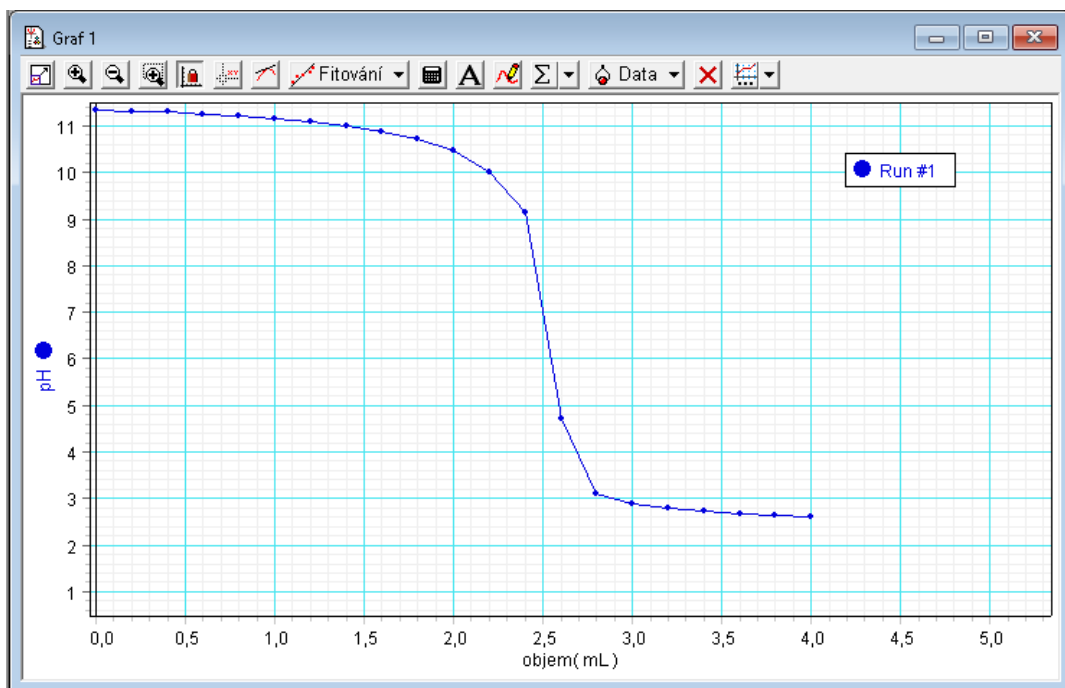


Obr. 6 - vlevo: kapka H_2SO_4 (kyselé pH) uprostřed: kapka KOH (zásadité pH); vpravo: kapka výsledného roztoku (mírně kyselé, pH 6)



Obr. 7 - barva výsledného roztoku, $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Postup při měření pH elektrodou: Do kádinky napipetujte 5 ml 0,1M KOH, je nutné roztok dostatečně naředit, aby se do něj dala ponořit pH elektroda. K tomu pipetujte H_2SO_4 0,1M v přidavcích po 0,2 ml. Výsledný graf na obr. 11 ukazuje bod ekvivalence kolem 2,5 ml spotřeby titračního činidla.

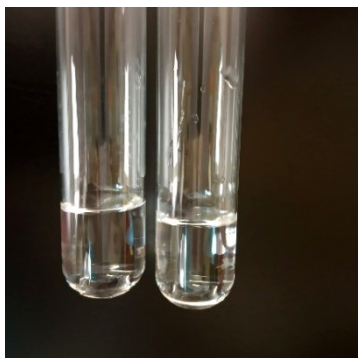


Obr. 8 - titrační křivka průběhu reakce $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

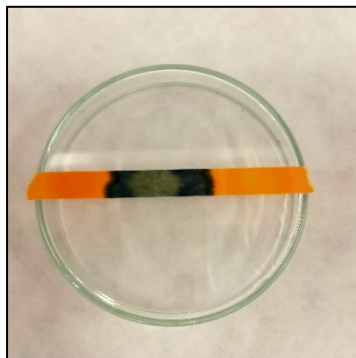
(7.) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

Postup: Do zkumavky nalijte jeden díl kyseliny octové (5 ml 0,1M CH_3COOH) a k němu přidejte stejné množství hydroxidu (10 ml 0,1M NaOH). Před slitím je potřeba zjistit pH obou roztoků zvlášť a pak výsledného roztoku, viz Obr. 10.

Pozorování:



Obr. 9 - vlevo: 5 ml 0,1M CH_3COOH ; vpravo: 5 ml 0,1M NaOH



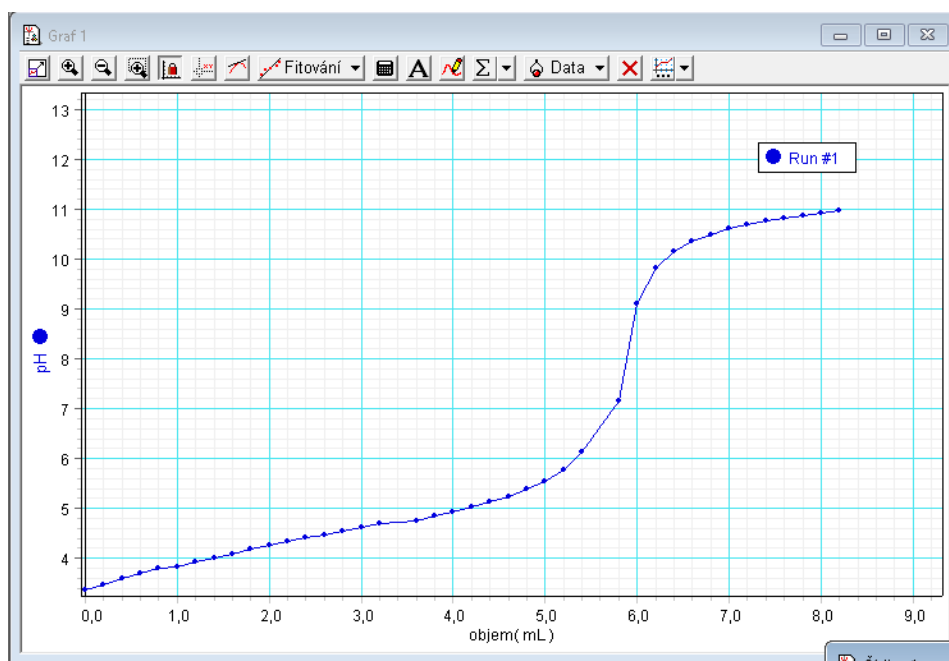
Obr. 10 - vlevo: kapka CH_3COOH (slabě kyselé pH, cca 4); uprostřed: kapka NaOH (zásadité pH, cca 11); vpravo: pH výsledného roztoku (cca 6)



Obr. 11 - barva výsledného roztoku $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

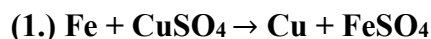
Postup při měření pH elektrodou: kádinky napipetujte 5 ml 0,1M NaOH , roztok poté dostatečně nařed'te, aby se do něj dala ponořit pH elektroda a k tomu pipetujte CH_3COOH 0,1M v přidavcích po 0,2 ml. Výsledný graf na obr. 12 ukazuje bod ekvivalence kolem 5,9 ml spotřeby titračního činidla, měl by být v oblasti 5 ml spotřeby titračního činidla - možná chyba

při odměření roztoků. Křivka v grafu 12 zvolna stoupá, což je zapříčiněno přítomností vznikajícího pufry vzniklého kombinací reakcí.



Obr. 12 - Titrční křivka průběhu reakce $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

4.2 Oxidačně redukční reakce

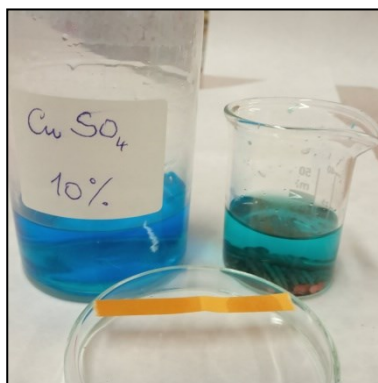


Postup: Do zkumavky nalít cca 5 ml zředěného CuSO_4 , poté přidat několik železných hřebíků.

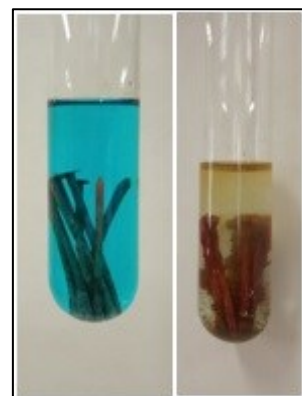
Pozorování:



Obr. 13 - vlevo: železné hřebíky; vpravo: 5 ml zředěného CuSO_4



Obr. 14 - vlevo: kapka CuSO_4 (pH mírně kyselé); vpravo: kapka výsledného roztoku (pH stejné)



Obr. 15 - vlevo: vyredukována měď po hodině průběhu reakce; vpravo: plně vyredukována měď

Pozn.:

- Je lepší používat zředěný CuSO_4 , je pak lépe vidět změna barvy i po kratší době průběhu reakce.
- Hřebíky je dobré před použitím namočit do roztoku vody se solí a octem, hřebíky se odmastí a reakce bude probíhat lépe.
- Jakmile dojde k vyredukování mědi na povrch hřebíků, reakce se zpomalí, skoro zastaví, protože je špatně dostupné železo, které by reagovalo. Je dobré v takovou chvíli pomocí skleněné tyčinky vyredukovanou měď zkusit odstranit (oklepat). Tímto zákrokem se lehce změní barva roztoku do hněda.

Postup při měření elektrodami: Do kádinky se nalije cca 25 ml CuSO_4 a k tomu se vhodí cca 10 železných hřebíků. Toto měření je dobré nechat probíhat delší dobu.

Pozorování: Na obr. 16 je znázorněna část grafu asi 41 min průběhu reakce. Redoxní potenciál reakce výrazně klesá. V oblasti mezi cca 500 s a 1500 s je znát, že se reakce pozastavila, je to z důvodu vyredukování mědi na hřebících, a tudíž nedostatku železa k reakci. Poté byla tyčinkou odklepána měď a redoxní potenciál opět výrazně klesl. Viditelný pokles proběhl z 307 mV na 75 mV.



Obr. 16 – Graf dlouhodobého měření redoxního potenciálu při reakci $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

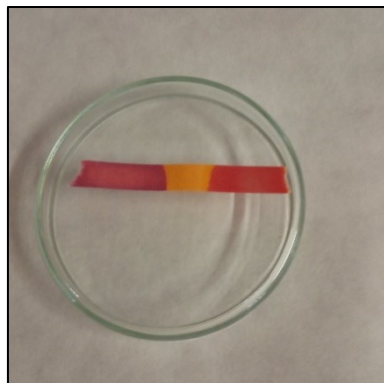


Postup: Do zkumavky nalít cca 5 ml 5% HCl a do ní vhodit granulku zinku.

Pozorování:



Obr 17 - vlevo: Zn granule;
vpravo 5 ml 5% HCl



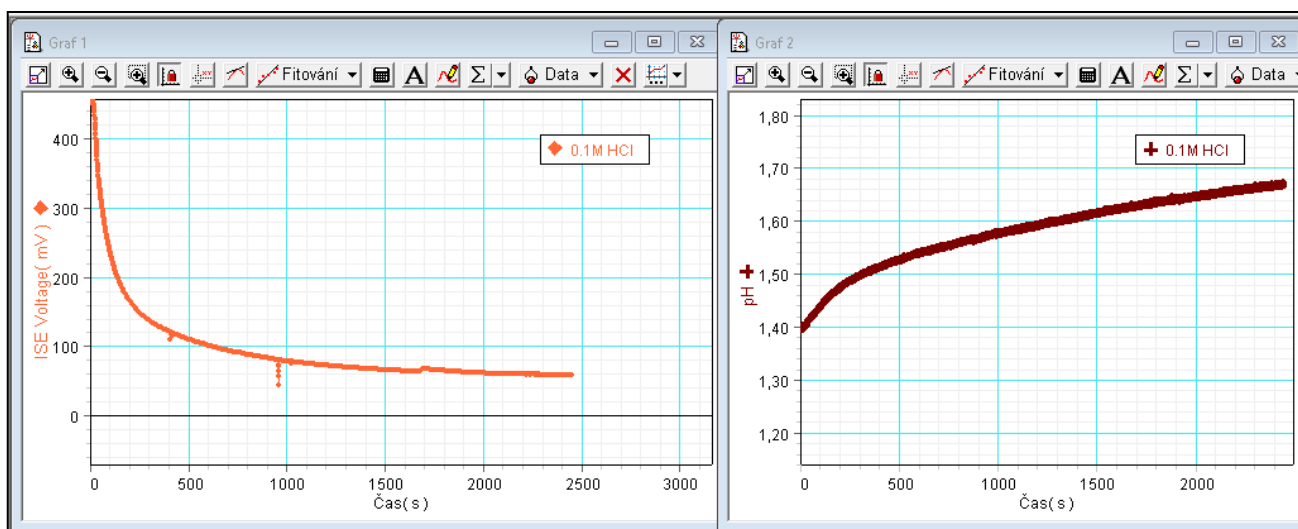
Obr. 18 - vlevo: kapka HCl
(pH kyselý); vpravo: kapka
výsledného roztoku (pH
stále stejně kyselý)



Obr. 19 - Průběh reakce,
vznik bublinek H_2

Postup pro měření s elektrodami: Do kádinky nalijte dostatečné množství 0,1M HCl, aby elektrody byly ponořeny, spusťte měření a do roztoku pak přidejte 10 granulek zinku. Měření nastavte jako změnu závislosti na čase, s frekvencí měření 2 Hz (obojí původní nastavení).

Pozorování: V grafu na obr. 20 vlevo je patrný pokles redoxního potenciálu s velkým rozdílem, největší pokles nastal během prvních deseti minut měření. Na začátku reakce byl potenciál 450 mV a na konci 75 mV. Z tohoto rozdílu lze usuzovat, že probíhá redoxní reakce. Na obr. 20 vpravo je vidět trend nepatrně vzrůstajícího pH (dané zvolna se spotřebovávanou kyselinou), ale změna není markantní.



Obr. 20 - vlevo: graf závislosti změny redoxního potenciálu průběhu reakce v čase (s); vpravo: graf závislosti změny pH průběhu reakce v čase (s)

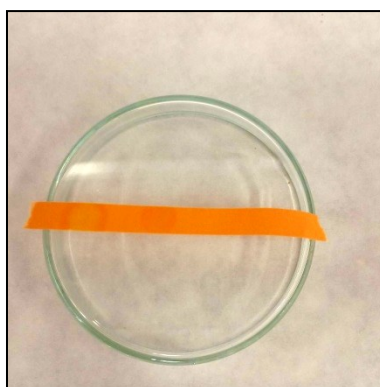


Postup: Do zkumavky kápnout jednu kapku 1% KMnO_4 a naředit cca 5 ml vody. Do takto připraveného roztoku přilít trochu 3% H_2O_2 .

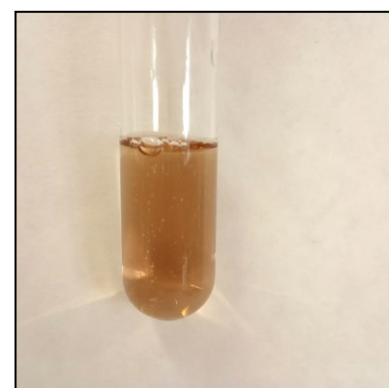
Pozorování:



Obr. 21 - vlevo: 5 ml 1% KMnO_4 ; vpravo: 5 ml 3% H_2O_2



Obr. 22 - vlevo: kapka zř. KMnO_4 ; uprostřed: kapka 3% H_2O_2 ; vpravo: kapka výsledného roztoku; pH je mírně kyselé a v průběhu reakce se nemění



Obr. 23 - Průběh reakce, vznik O_2 ; hnědé zbarvení: rozptýlený burel, MnO_2



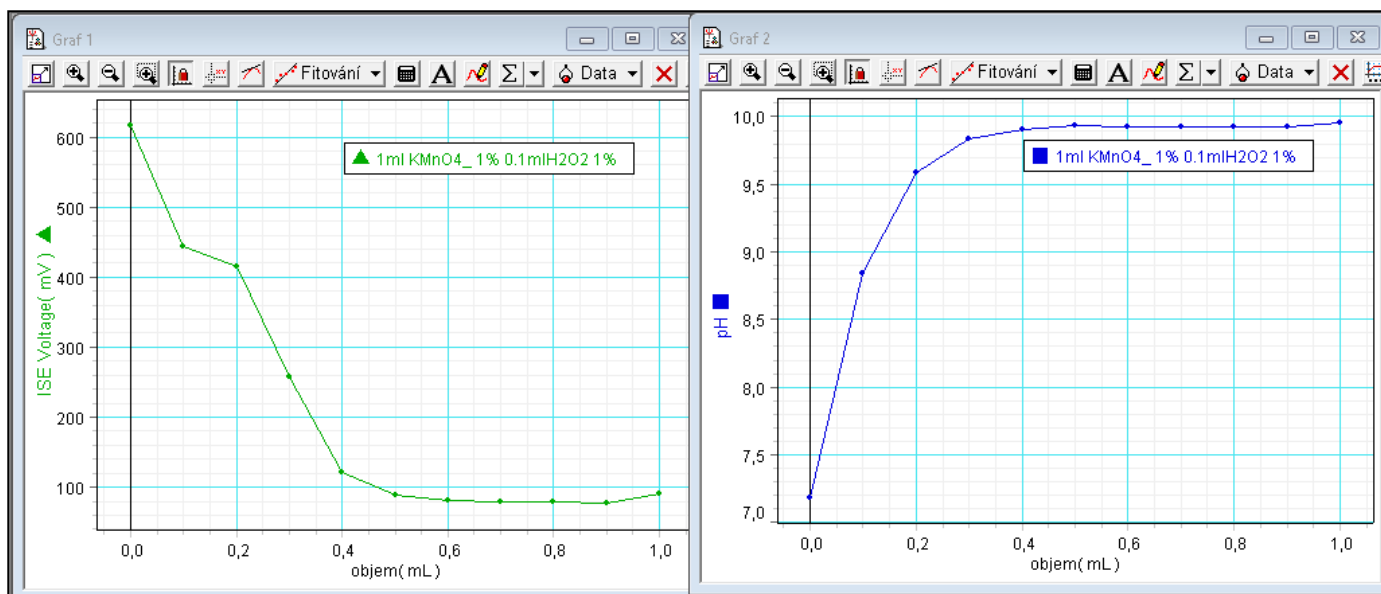
Obr. 24 - Vznik MnO_2 při vyšší koncentraci KMnO_4 , koagulovaná sraženina

Pozn.: Na pH papírku v obrázku č. 22 nejsou příliš dobře znatelné změny, protože reakce papírku s roztokem má stejnou barvu jako samotný papírek, pH je lehce kyselé. V průběhu reakce (viz obr. 23) je vidět, že probíhá rozkladná reakce $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Změna zbarvení z bezbarvého roztoku na béžovou/hnědou, případně viditelnou sraženinu MnO_2 , indikuje vznik burelu MnO_4 . Pro ilustraci je přiložen obr. 24, kde je možné vidět sraženinu burelu, pokud reakce probíhá v nezředěném 1% manganistanu.

Postup pro měření s elektrodami: Kápněte jednu kapku 1% manganistanu do kádinky a doplňte vodou tak, aby byly ponořeny elektrody. Poté přidávejte po 0,1 ml 1% H_2O_2 .

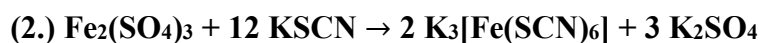
Upozornění: reakce v neutrálním prostředí za vzniku MnO_2 byla vybrána záměrně, protože reakce v kyselém prostředí, kdy je KMnO_4 redukován na Mn^{2+} , vyžaduje jako další výchozí látku kyselinu (např. sírovou) a reakce probíhá až při vyšší teplotě. Redukce manganistanu v neutrálním prostředí se tak jeví jako nejsnáze proveditelná. Ovšem na sledování změn potenciálu a pH elektrodami není ideální: při redukcí manganistanu v neutrálním prostředí totiž ihned vzniká burel, který působí jako katalyzátor rozkladu peroxidu vodíku. Další přidávaný peroxid se tak může z velké části rozkládat dříve, než dojde k redukcí KMnO_4 na MnO_2 .

Pozorování: V grafu na obr. 25 je vidět, že roztok byl ztitrován velmi rychle, a to už po třech přidávcích peroxidu. Redoxní potenciál výrazně klesá, jedná se o redoxní reakci. V grafu na obrázku 25 vpravo, je znázorněna závislost změny pH v průběhu reakce. Je patrné, že pH roste, pravděpodobně v důsledku přebytku hydroxidových iontů.



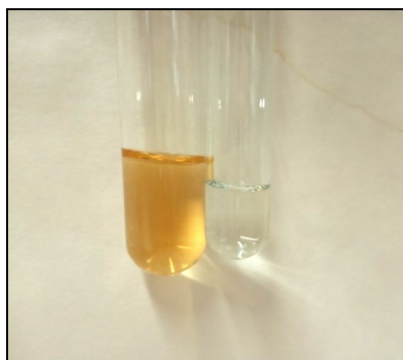
Obr. 25 - vlevo: změna redoxního potenciálu v průběhu reakce; vpravo: změna pH v průběhu reakce

4.3 Komplexotvorné reakce

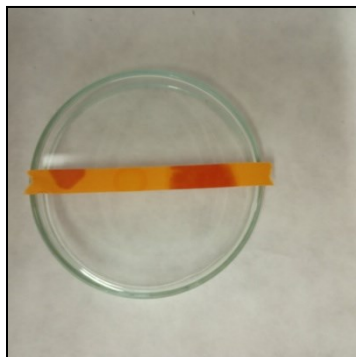


Postup: Do zkumavky nalít cca 5 ml roztoku síranu železitého 1% (nebo jinou železitou sůl) a přikápnout k němu thiokyanatan draselný 1%.

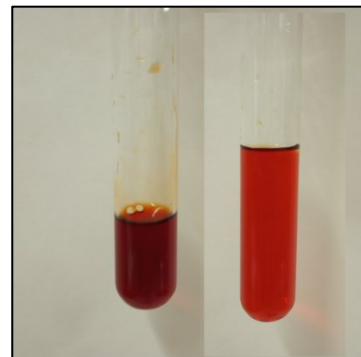
Pozorování:



Obr. 26 - vlevo: 5 ml $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; vpravo 2 ml KSCN



Obr. 27 - vlevo: kapka $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (mírně kyselý pH); uprostřed: KSCN (cca pH=6); vpravo: kapka výsledného roztok

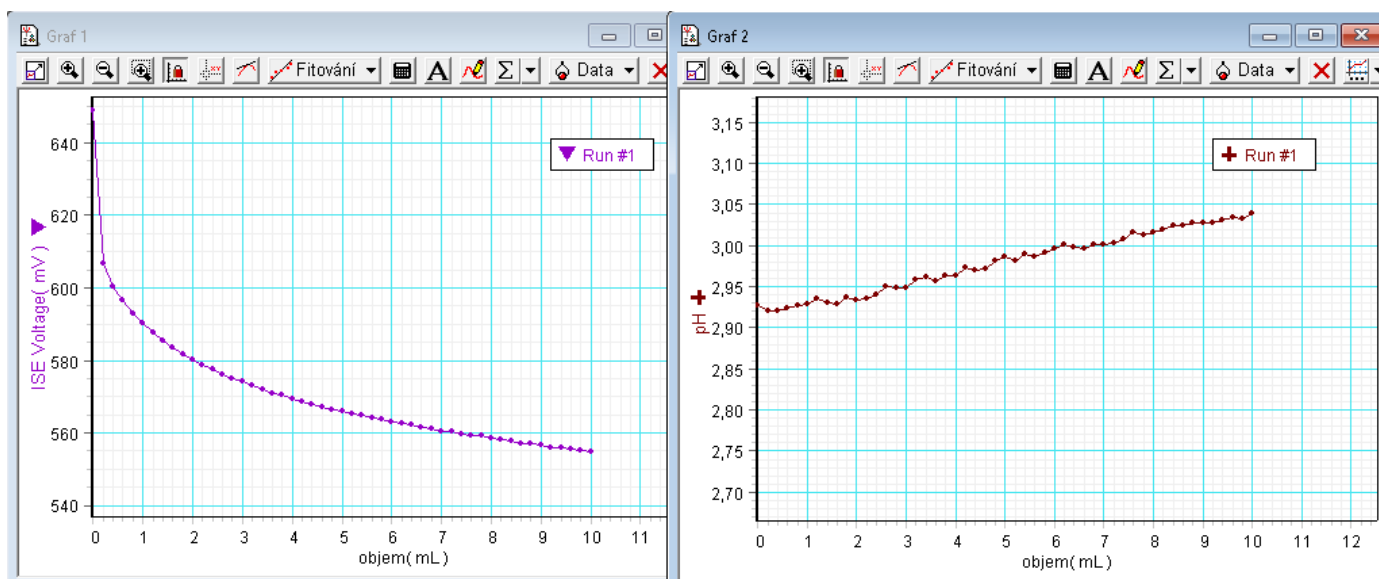


Obr. 28 - barva výsledného roztoku: vlevo: nezředěný roztok; vpravo zředěný

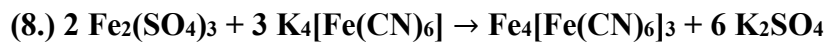
Pozn.: na Obr. 27 není pH výsledného roztoku dobře rozpoznatelné vzhledem k červené barvě roztoku, ale pH se po přidání malého množství (1-2 kapky) neutrálního roztoku nezmění.

Postup při měření elektrodami: Do kádinky nalijte 5 ml 1% $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, dostatečně nařed'te, aby se ponořily obě elektrody (pH i redoxní), k tomu pipetujte přídavky 1% KSCN po 0,2 ml.

Pozorování: Na obr. 29 je vlevo graf popisující průběh reakce z pohledu redoxního potenciálu, dochází k mírnému poklesu, který může být způsoben polarizačními jevy na elektrodě - pokles je malý cca 100 mV, při titracích bývá rozdíl v řádu několika set mV. Nejedná se tedy o redoxní reakci. Na obr. 29 vpravo je graf popisující změnu pH při této reakci, dochází k mírnému nárůstu, který ale nevypovídá o acidobazické reakci, je spíše způsoben ředěním kyselého železitanu neutrálním roztokem thiokyanatanu.

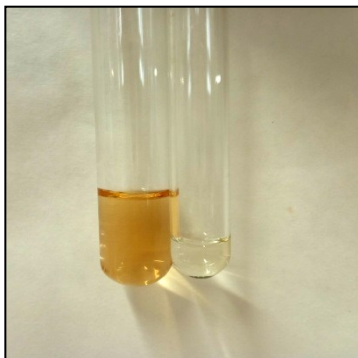


Obr. 29 - vlevo je graf změny redoxního potenciálu; vpravo je graf změny pH

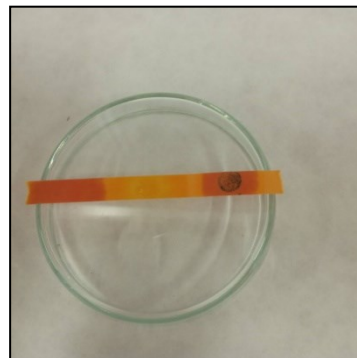


Postup: Do zkumavky nalít malé množství síranu železitého (1%, cca 5 ml) a k němu přikápnout pomocí kapátka několik kapek žluté krevní soli (1%).

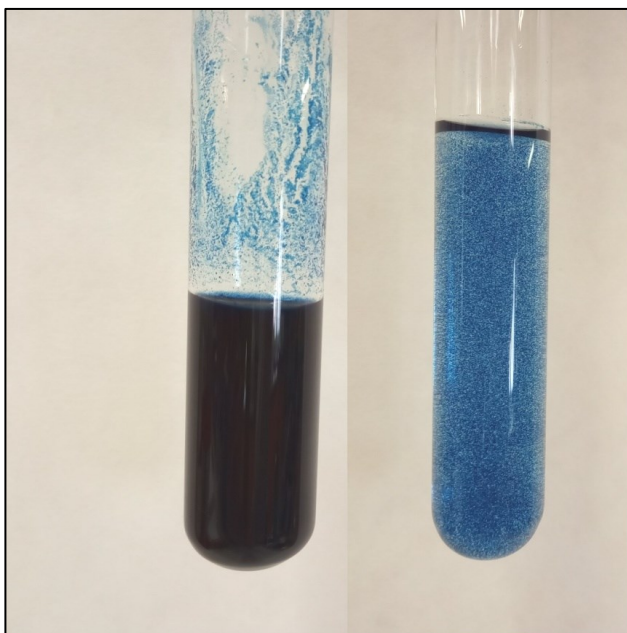
Pozorování:



Obr. 30 - vlevo: 5 ml $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; vpravo 2 ml $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$



Obr. 31 - vlevo kapka $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (mírně kyselý pH); uprostřed: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (cca pH=6); vpravo: kapka výsledného roztoku (mírně kyselý pH)



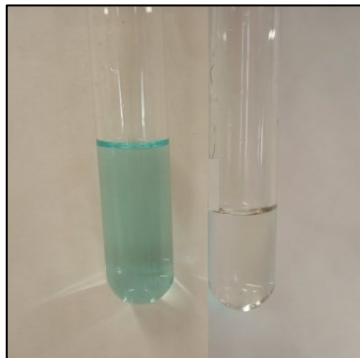
Obr. 32 - barva výsledného roztoku, vlevo nezředěný roztok; vpravo: zředěný roztok s dobře viditelnou sraženinou

Pozn.: Pro proběhnutí reakce zůstává pH stále mírně kyselý, kvůli nadbytku kyselého síranu, což je patrné na pH papírku v okolí modré tečky se sraženinou.

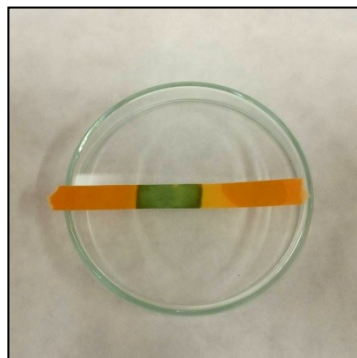
(9.) $\text{CuSO}_4 + 4 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

Postup: Do zkumavky nalít cca 5 ml síranu měďnatého (1%), poté přikapat několik kapek amoniaku (zředěný 1:10 cca 2,5%). V reakci bude vznikat sraženina $\text{Cu}(\text{OH})_2$, viz obr. 35 vlevo, je potřeba přidávat NH_3 až do doby, kdy vznikne tmavě modrý komplex, viz obr. 35 vpravo.

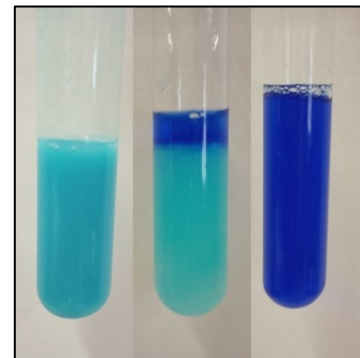
Pozorování:



Obr. 33 - vlevo: 5 ml $\text{CuSO}_4(1\%)$; vpravo: 5 ml zředěného NH_3



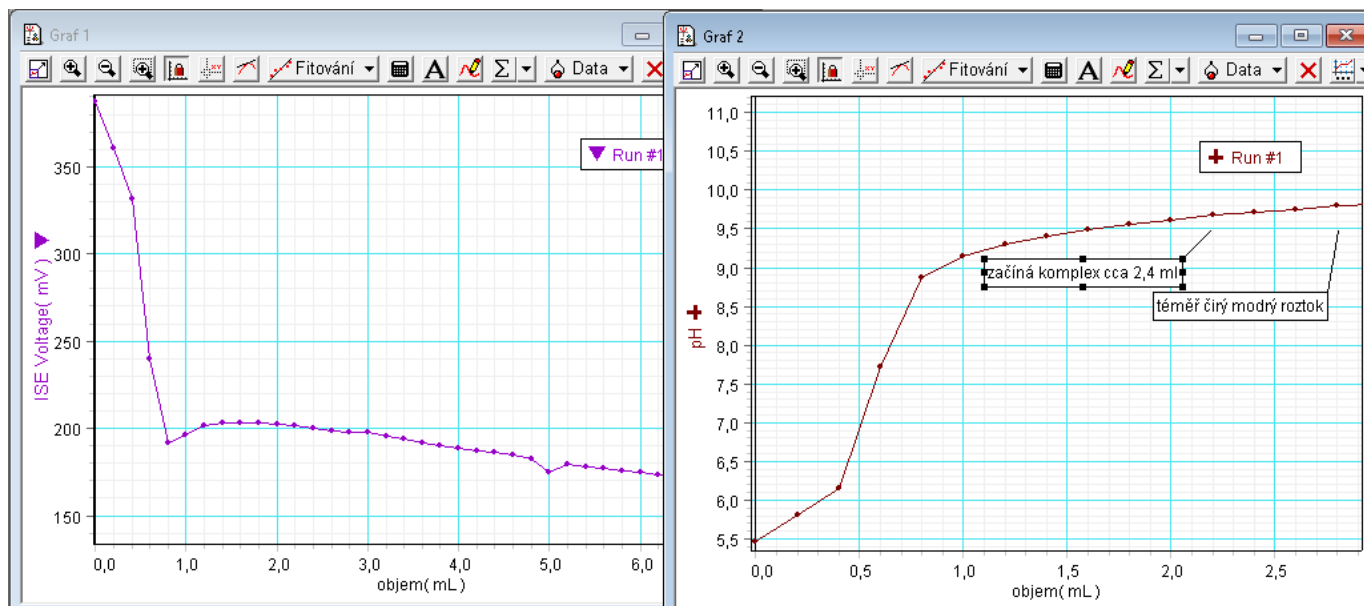
Obr. 34 - vlevo: kapka CuSO_4 (mírně kyselé pH); uprostřed: kapka amoniaku (zásadité pH); vpravo: výsledný roztok (mírně kyselé)



Obr. 35 - vlevo: sraženina $\text{Cu}(\text{OH})_2$; uprostřed: první nadbytek NH_3 ; vpravo: komplex $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

Postup při měření elektrodami: Do kádinky nalijte 5 ml 1% CuSO_4 , nařeďte tak, aby bylo možné ponořit elektrody, a přidávejte zředěný (2,5%) NH_3 po 0,2 ml.

Pozorování: Dochází k výraznému poklesu potenciálu, viz obr. 36 vlevo, což je pravděpodobně kvůli ustalování elektrody, zvláště když dochází ke vzniku sraženiny, dále pak je křivka v tomto grafu konstantní, což by odpovídalo komplexotvorné reakci. U křivky vyznačující změnu pH dochází poměrně brzy k přechodu z kyselé oblasti do zásadité, ale nemělo by, protože komplex začíná vznikat až při přidání 2,4 ml amoniaku. Do té doby je v roztoku sraženina $\text{Cu}(\text{OH})_2$, která je velmi málo rozpustná ($\text{pK}_s = 19$). Vysvětlení by však mohlo být, že i přes minimální rozpustnost ($3 \times 10^{-7} \text{ g/100 ml}$), jsou molekuly hydroxidu zcela disociovány, a tak se projevují ve výsledném pH roztoku. V grafu na obr 36 vpravo jsou vyznačeny body, kde dochází ke vzniku komplexu a kde pravděpodobně končí.



Obr. 36 - Vlevo: křivka zaznamenávající změnu redoxního potenciálu v průběhu reakce;
 vpravo: křivka zaznamenávající změnu pH v průběhu reakce.

5 Motivace - možný tisk

SEZNAM PÍSNÍČEK

	Interpret	Žánr	Název alba	Rok vydání
1.	Slipknot	Metal	TheGrayChapter	2014
2.	Eminem	Rap	Encore	2004
3.	Rammstein	Metal	Reise, Reise	2004
4.	Jay-Z	Rap	TheBlueprint 2	2002
5.	Coldplay	Rock	A Rush of Blood to the Head	2002
6.	Will Smith	Rap	Born to Reign	2002
7.	Red Hot ChiliPeppers	Rock	Live in Hyde Park	2004
8.	Ed Sheeran	Pop	„Multiply“ x	2014
9.	Lana DelRey	Pop	Ultraviolet	2014

Určete si kritérium pro třídění daných písniček a rozdělte je podle něj do několika skupin.

Ke každé skupině запиšte čísla vybraných písniček.

Určené kritérium je.....

První skupina

Druhá skupina

Třetí skupina

SEZNAM FILMŮ

Číslo	Film	Rok	Žánr	Původ
1.	Pulp Fiction: Historiky z podsvětí	1994	Drama	USA
2.	Shrek	2001	Animovaný	USA
3.	Ratatoullie	2007	Animovaný	Velká Británie
4.	ForrestGump	1994	Drama	USA
5.	Sen noci svatojánské	1999	Fantasy	Velká Británie
6.	Vykoupení z věznice Shawshank	1994	Drama	USA
7.	Piráti z Karibiku: Na konci světa	2007	Fantasy	USA
8.	HarryPotter a Kámen mudrců	2001	Fantasy	Velká Británie
9.	South Park: Peklo na zemi	1999	Animovaný	USA

Určete si kritérium pro třídění daných filmů a rozdělte je podle něj do několika skupin.

Ke každé skupině запиšte čísla vybraných filmů.

Určené kritérium je.....

První skupina

Druhá skupina

Třetí skupina.....



Rozdělte obrázky do několika skupin podle jejich společných znaků.

Určené kritérium je.....

První skupina

Druhá skupina

Třetí skupina.....



A



B



C



D



E



F



G



H



I

Určete si kritérium pro třídění těchto obrázků a rozdělte je podle něj do několika skupin. Ke každé skupině запиšte písmena vybraných obrázků.

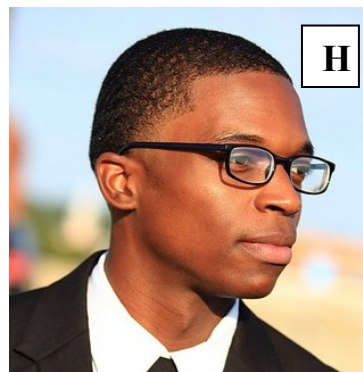
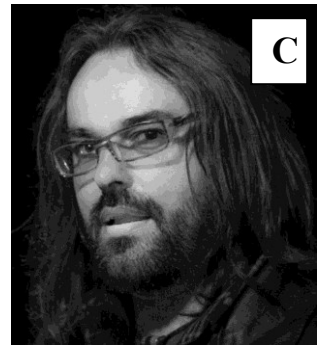
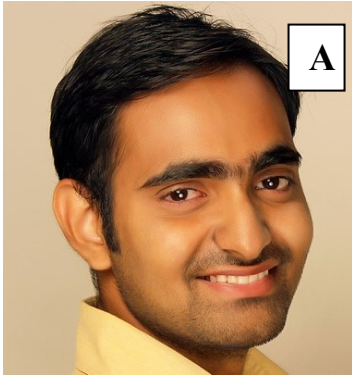
Určené kritérium je.....

První skupina

Druhá skupina

Třetí skupina.....

Čtvrtá skupina.....



Určete si kritérium pro třídění těchto obrázků a rozdělte je podle něj do několika skupin. Ke každé skupině запиšte písmena vybraných obrázků.

Určené kritérium je.....

První skupina

Druhá skupina

Třetí skupina.....

Čtvrtá skupina

6 Kartičky s nápovědami - tisk

První nápověda

Reakce č. 1

Do zkumavky nalijte malé množství roztoku síranu měďnatého a poté do něj hod'te kousek železa, např. hřebík.

Reakce č. 2

Do zkumavky nalijte malé množství roztoku síranu železitého (nebo jinou železitou sůl) a přikápněte k němu thiokyanatan draselný. Oba roztoky by měly mít stejnou koncentraci.

Reakce č. 3

Do zkumavky nalijete jeden díl hydroxidu sodného a k němu pak přidejte stejný díl kyseliny chlorovodíkové.

Reakce č. 4

Do třetiny zkumavky nalijte kyselinu chlorovodíkovou a do ní nasyp'te malou lžičku zinkových pilin, nebo granulku zinku.

Reakce č. 5

Do zkumavky nalijete malé množství vody (cca 4 cm) a poté kapátkem přikápněte několik kapek roztoku manganistanu draselného (1%). Do takto připraveného roztoku nalijete peroxid vodíku.

Reakce č. 6

Do zkumavky nalijte malé množství kyseliny sírové a poté k ní přidejte dvojnásobné množství hydroxidu draselného.

Reakce č. 7

Do zkumavky nalijte malé množství kyseliny octové a poté k ní přidejte stejné množství hydroxidu sodného.

Reakce č. 8

Do zkumavky nalijte malé množství roztoku síranu železitého a k tomuto roztoku nakapejte pomocí kapátka několik kapek žluté krevní soli.

Reakce č. 9

Do zkumavky nalijete malé množství síranu měďnatého, poté k němu nakapejte několik kapek amoniaku. V druhé fázi přidejte nadbytečné množství amoniaku.

Druhá nápověda: Jak použít měřicí přístroj?

Abyste mohli svá teoretická východiska ověřit, máte k dispozici dvě elektrody.

1. ELEKTRODA měří změnu napětí roztoku: ponořte elektrodu do měřeného roztoku, spus'te měření a velmi pomalu přilévejte (popř. přikapávejte) druhý roztok z malé kádinky. (pozn. Měření je pouze orientační; je důležité uvědomit si, že látky reagují v poměru, jaký je zapsán v rovnici, a tak je potřeba zamyslet se nad koncentrací jednotlivých roztoků a jejich množstvím.)

2. ELEKTRODA měří změnu pH roztoku: podobně jako u předchozí elektrody ponořte elektrodu do měřeného roztoku, spus'te měření a velmi pomalu přilévejte (popř. přikapávejte) druhý roztok z malé kádinky.

(pozn. Měření je orientační; pozor na koncentrace použitých roztoků a poměr, v jakém spolu látky reagují. Při měření je vidět změna náhle, jakmile je jedna výchozí látka spotřebována reakcí s druhou přidávanou látkou.)

pH roztoku lze měřit i jinou metodou → lze využít pH papírky.

Třetí nápověda: Proč a kdy je možné použít měření napětí?

Elektrické napětí se značí U a jeho základní jednotkou je V [volt]. Elektrické napětí přímo ovlivňuje velikost elektrického proudu.

Elektrický proud je uspořádaný pohyb **nosičů elektrického náboje**. Zamyslete se, co je nosičem elektrického náboje....?

Čtvrtá nápověda: proč a kdy je možné použít měření pH?

pH je definováno jako záporný dekadický logaritmus koncentrace oxoniových kationtů.

$$\text{pH} = -\log(c_{\text{H}_3\text{O}^+})$$

Oxoniové kationty představují pohyb **vodíkového protonu H⁺**.

Pokud naměříte změnu pH, k čemu v reakci vlastně došlo?

7 Pracovní listy – tisk

7.1 Strukturované bádání – první varianta

Jak to rozdělit?

Ukázali jsme si, jak lze třídit jednotlivé filmy do skupin podle různých kritérií. Na světě rozdělujeme do různých skupin všelijaké věci - například v přírodě je mnoho čeledí, druhů, poddruhů a jiných kategorií, podle nichž se rozdělují rostliny, živočichové a houby. Na podobném principu se však mohou rozdělovat i různé látky, prvky ale také reakce v chemii. Společně se pokusíme najít kritéria pro dělení chemických reakcí.

K dispozici máte seznam devíti reakcí. Pomocí daných úkolů se pokuste najít ty reakce, které mají něco společného.

SEZNAM REAKCÍ

1. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
2. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{KSCN} \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
3. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
4. $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
5. $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$
6. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
8. $2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 6\text{K}_2\text{SO}_4$
9. $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

a) Navrhněte třídění reakcí podle sloučenin, které spolu reagují. Mají některé sloučeniny v různých reakcích něco společného?

Nápady:



b) Zapište oxidační čísla ke sloučeninám v reakcích č. 1,4 a 5. Změní se u nějakých prvků po proběhnutí reakce?

Nápady:



c) Podívejte se na své nápady a navrhňte tři skupiny po třech reakcích, které patří k sobě.

d) Za pomoci kartiček, které dostanete k dispozici od vyučujícího, navrhňte metody, kterými svá rozhodnutí potvrdíte.

ad d) Navržené experimenty proveďte. Pečlivě zaznamenávejte průběh reakcí, jakoukoliv změnu uvidíte.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

e) Zapište nalezené společné znaky daných skupin reakcí.

7.2 Nasměřované bádání 1

Jak to rozdělit?

Ukázali jsme si, jak lze třídit jednotlivé filmy do skupin podle různých kritérií. Na světě rozdělujeme do různých skupin všelijaké věci - například v přírodě je mnoho čeledí, druhů, poddruhů a jiných kategorií, podle nichž se rozdělují rostliny, živočichové a houby. Na podobném principu se však mohou rozdělovat i různé látky, prvky ale také reakce v chemii. Společně se pokusíme najít kritéria pro dělení chemických reakcí.

K dispozici máte seznam devíti reakcí. Pomocí návodných otázek se pokuste najít ty reakce, které mají něco společného.

SEZNAM REAKCÍ

1. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
2. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{KSCN} \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
3. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
4. $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
5. $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$
6. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
8. $2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 6\text{K}_2\text{SO}_4$
9. $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

a) Navrhněte tři skupiny po třech reakcích, které patří k sobě. Co mají společného?



Nápady:

b) Od vyučujícího dostanete nápovědy. Zkuste se zamyslet nad svými nápady a proveďte takové experimenty, které potvrdí (či vyvrátí) vaše rozdělení reakcí. Zapište si, co chcete u reakcí zjišťovat a jak to budete dělat.

c) Jaká jsou vaše kritéria pro třídění těchto reakcí?

7.3 Nasměřované bádání 2 (Polootevřené bádání)

Jak to rozdělit?

Ukázali jsme si, jak lze třídit jednotlivé filmy do skupin podle různých kritérií. Na světě rozdělujeme do různých skupin všelijaké věci - například v přírodě je mnoho čeledí, druhů, poddruhů a jiných kategorií, podle nichž se rozdělují rostliny, živočichové a houby. Na podobném principu se však mohou rozdělovat i různé látky, prvky ale také reakce v chemii. Společně se pokusíme najít kritéria pro dělení chemických reakcí.

K dispozici máte seznam devíti reakcí.

SEZNAM REAKCÍ

1. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
2. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{KSCN} \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
3. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
4. $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
5. $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$
6. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
8. $2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 6\text{K}_2\text{SO}_4$
9. $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

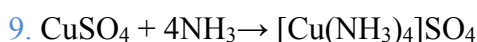
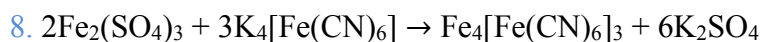
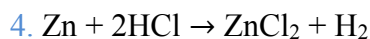
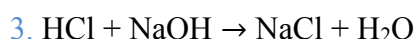
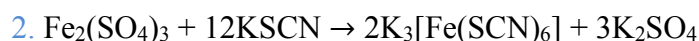
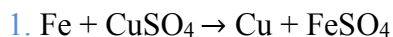
a) Navrhněte experimenty, pomocí kterých rozdělíte tyto reakce do tří skupin.

7.4 Strukturované bádání – druhá varianta

Jak to rozdělit?

Ukázali jsme si, jak lze podle různých kritérií třídit nám známé věci do skupin. Na světě rozdělujeme do různých skupin všelijaké věci - například v přírodě je mnoho čeledí, druhů, poddruhů a jiných kategorií, podle nichž se rozdělují rostliny, živočichové a houby. Na podobném principu se však mohou rozdělovat i různé látky, prvky ale také reakce v chemii. Společně se pokusíme najít kritéria pro dělení chemických reakcí.

K dispozici máte seznam devíti reakcí. Pomocí daných úkolů se pokuste zjistit, podle čeho je možné tyto reakce roztrždit.



a) Navrhněte třídění reakcí podle sloučenin, které spolu reagují. Mají některé sloučeniny v různých reakcích něco společného?



Nápady:

Nápověda: Zapište oxidační čísla ke sloučeninám v reakcích č. 1, 4 a 5. Změní se oxidační číslo u nějakých prvků po proběhnutí reakce?

Reakce 1

Reakce 4

Reakce 5

b) Podívejte se znovu na své nápady a navrhněte tři skupiny po třech reakcích, které patří k sobě.

c) Navrhněte, jak budete postupovat při provádění reakcí a jejich sledování. Kromě chemického nádobí a potřebných chemikálií máte k dispozici pH papírky, pH elektrodu, redoxní elektrodu.

Práce s pH papírkem: rozdělte si tužkou papírek na čtyři políčka, do kterých budete poté tyčinkou nanášet vzorky roztoků. Barvu papírku po nanesení vzorku porovnejte s barevnou pH stupnicí uvedenou na obalu a výsledek vyhodnoťte.

Práce s elektrodou (pH, redoxní): elektrodu před použitím opláchněte (destilovanou) vodou a jemně osušte buničinou, abyste měřený roztok neředili zbytkem vody. Elektrodu ponořte do sledovaného roztoku a spusťte měření. Pokud chcete sledovat změny během provedení reakce, je možné elektrodu v roztoku ponechat a měření nezastavovat. V tom případě je ale potřeba provádět reakci v malé kádince, ne ve zkumavce. Ve zkumavce lze elektrodou sledovat měřenou veličinu před reakcí a poté po provedení reakce. Po použití elektrodu opět opláchněte a osušte.

Proč a kdy je možné použít měření napětí?

Elektrické napětí se značí U a jeho základní jednotkou je V [volt]. Elektrické napětí přímo ovlivňuje velikost elektrického proudu. Elektrický proud je uspořádaný pohyb nosičů elektrického náboje. Zamyslete se, co je nosičem elektrického náboje....?

Proč a kdy je možné použít měření pH?

pH je definováno jako záporný dekadický logaritmus koncentrace oxoniových kationtů.

$$\text{pH} = -\log(c_{\text{H}_3\text{O}^+})$$

Oxoniové kationty představují pohyb vodíkového protonu H^+ . Pokud naměříte změnu pH, k čemu v reakci vlastně došlo?

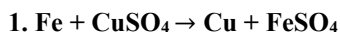
Jak budeme pracovat: *zapište si, jak budete ve skupince postupovat, aby vám šla práce od ruky*

d) Navržené experimenty proved'te. Pečlivě zaznamenávejte průběh reakcí a jakoukoliv změnu, kterou zaznamenáte. Na další straně najdete postup k provedení reakcí.

e) Zhodnot'te, jestli se provedení pokusů shodovalo s vašimi předpoklady.

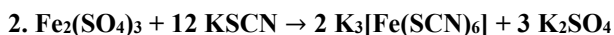
Byl vámi zvolený postup práce dobrý k tomu, abyste zjistili, co jste potřebovali? Vysvětlete.

Napište nalezené společné znaky daných skupin reakcí.



Do zkumavky nalijte cca 5 ml roztoku síranu měďnatého a poté do něj hod'te kousek železa, např. hřebík. Reakci kontrolujte během celého cvičení.

Pozorování:



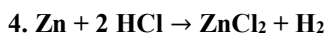
Do zkumavky nalijte cca 5 ml roztoku síranu železitého (nebo jinou železitou sůl) a přikápněte k němu thiokyanatan draselný.

Pozorování:



Do zkumavky nalijte jeden díl hydroxidu sodného a k němu pak přidejte stejný díl kyseliny chlorovodíkové.

Pozorování:



Do zkumavky nalijte cca 5 ml kyseliny chlorovodíkové a do ní nasypete pár zinkových pilin, nebo granulku zinku.

Pozorování:



Do zkumavky nalijte cca 5 ml vody a poté kapátkem přikápnete několik kapek roztoku manganistanu draselného (1%). Do takto připraveného roztoku nalijete trochu peroxidu vodíku.

Pozorování:



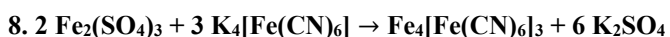
Do zkumavky nalijte cca 5 ml kyseliny sírové a poté k ní přidejte dvojnásobné množství hydroxidu draselného.

Pozorování:



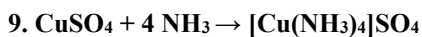
Do zkumavky nalijte cca 5 ml kyseliny octové a poté k ní přidejte stejné množství hydroxidu sodného.

Pozorování:



Do zkumavky nalijte malé množství roztoku síranu železitého a k tomuto roztoku nakapejte pomocí kapátka několik kapek žluté krevní soli.

Pozorování:



Do zkumavky nalijte malé množství síranu měďnatého, poté k němu nakapejte několik kapek amoniaku.

Pozorování:

8 Ukázková hodina

SEZNAM FILMŮ

Číslo	Film	Rok	Žánr	Původ
1.	Pulp Fiction: Historky z podsvětí	1994	Drama	USA
2.	Shrek	2001	Animovaný	USA
3.	Ratatouillie	2007	Animovaný	Velká Británie
4.	ForrestGump	1994	Drama	USA
5.	Sen noci svatojánské	1999	Fantasy	Velká Británie
6.	Vykoupení z věznice Shawshank	1994	Drama	USA
7.	Piráti z Karibiku: Na konci světa	2007	Fantasy	USA
8.	HarryPotter a Kámen mudrců	2001	Fantasy	Velká Británie
9.	South Park: Peklo na zemi	1999	Animovaný	USA

Určete si kritérium pro třídění daných filmů a rozdělte je podle něj do několika skupin. Ke každé skupině запиš čísla vybraných filmů.

Určené kritérium je **žánr**

První skupina **Animovaný** **2, 3, 9**

Druhá skupina **Drama** **1, 4, 6**

Třetí skupina **Fantasy** **5, 7, 8**

Ukázali jsme si, jak lze třídit jednotlivé filmy do skupin podle různých kritérií. Na světě rozdělujeme do různých skupin všelijaké věci - například v přírodě je mnoho čeledí, druhů, poddruhů a jiných kategorií, podle nichž se rozdělují rostliny, živočichové a houby. Na podobném principu se však mohou rozdělovat i různé látky, prvky ale také reakce v chemii. Společně se pokusíme najít kritéria pro dělení chemických reakcí.

Na další straně je seznam devíti reakcí. Pomocí návodných otázek se pokuste najít ty reakce, které mají něco společného.

Jak to rozdělit?

Ukázali jsme si, jak lze třídit jednotlivé filmy do skupin podle různých kritérií. Na světě rozdělujeme do různých skupin všelijaké věci - například v přírodě je mnoho čeledí, druhů, poddruhů a jiných kategorií, podle nichž se rozdělují rostliny, živočichové a houby. Na podobném principu se však mohou rozdělovat i různé látky, prvky ale také reakce v chemii. Společně se pokusíme najít kritéria pro dělení chemických reakcí.

K dispozici máte seznam devíti reakcí. Pomocí daných úkolů se pokuste najít ty reakce, které mají něco společného.

SEZNAM REAKCÍ

1. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
2. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{KSCN} \rightarrow 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
3. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
4. $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
5. $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$
6. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
8. $2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 6\text{K}_2\text{SO}_4$
9. $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

a) Navrhněte třídění reakcí podle sloučenin, které spolu reagují. Mají některé sloučeniny v různých reakcích něco společného?

První nápad: žáci si všimnou hranatých závorek - přiřadí reakce k sobě.

Druhý nápad: U reakcí 3, 6, 7 zjistí, že reaguje vždy kyselina (na 1. místě) se zásadou (na 2. místě)

b) Zapište oxidační čísla ke sloučeninám, u kterých je umíte určit. Změní se u nějakých prvků po proběhnutí reakce?

Tato otázka žáky navede na podobnost třetího typu reakcí. Zjistí, že se mění oxidační čísla u některých prvků - vyberou teoreticky reakce 1, 4, 5.

c) Podívejte se na své nápady a navrhněte tři skupiny po třech reakcích, které patří k sobě. Po roztřídění reakcí své poznatky diskutujte s vedlejší skupinkou.

- V této otázce žáci shrnou své teoretické poznatky. Tyto poznatky pak prodiskutují s jinou skupinou. Teoretické rozdělení by v ideálním případě mělo vypadat takto: Kyseliny zásady: 3, 6, 7; změna oxidačního čísla: 1, 4, 5; hranaté závorky: 2, 8, 9

d) Za pomoci kartiček, které dostanete k dispozici od vyučujícího, navrhnete metody, kterými svá rozhodnutí potvrdíte.

ad d) Navržené experimenty proved'te. Pečlivě zaznamenávejte průběh reakcí, jakoukoliv změnu uvidíte.

V tuto chvíli žáci obdrží návodné kartičky a svá teoretická pozorování zkusí pomocí popsaných metod ověřit.

1. železný hřebík změní své zbarvení z šedého na rezavé, roztok se postupně odbarví z modré na čirou.
2. Změna barvy z rezavé (žluté) na krvavě červenou.
3. Nedochozí k barevné změně. Je pozorována změna pH.
4. Nedochozí ke změně zbarvení. Pozorujeme vznik bezbarvého plynu (bublinky).
5. Dochází ke změně zbarvení z fialového na hnědé.
6. Není pozorována žádná vnější změna. Pozorujeme změnu pH.
7. Není pozorována žádná vnější změna. Pozorujeme změnu pH.
8. Změna barvy roztoku z rezavé (žluté) na tmavě modrou sraženinu.
9. Ze světlé modrého roztoku vzniká v první chvíli světle modrá sraženina a při dalším přidání amoniaku sraženina mizí a vzniká temně modrý roztok.

e) Zapište nalezené společné znaky daných skupin reakcí.

Kyseliny a zásady: žáci pozorují změnu pH.

Redoxní reakce: žáci pozorují změnu zbarvení a případný vznik plynu. Při měření žáci pozorují změnu redoxního potenciálu - napětí.

Komplexotvorné: změna zbarvení, nemění se pH ani redoxní potenciál - ne markantně

9 Bezpečnost

Chemická látka	R-věty	S-věty
NaOH	R35	S1/2, S26, S37/39, S45
HCl	R34, R37	S1/2, S26, S45
H ₂ SO ₄	R35	S1/2, S26, S30, S45
CH ₃ COOH	R10, R35	S1/2, S23, S26, S45
CuSO ₄	R22, R36/38, R50/53	S2, S22, S60, S61
H ₂ O ₂	R5, R8, R20/22, R35	S1/2, S17, S26, S28, S36/37/39, S45
Zn	R15, R17, R50/53	S2, S43, S46, S60, S61
Fe	R11	S53, S45, S60, S61
KMnO ₄	R8, R22, R50/53	S2, S60, S61
Fe ₂ (SO ₄) ₃	R22, R36/37	S26
KSCN	R20/21/22, R32, R52/53	S2, S13, S61
NH ₃	R10, R23, R34, R50	S1/2, S9, S16, S26, S36/37/39, S45, S60
3K ₄ [Fe(CN) ₆]	R52/53	S50, S61
KOH	R22, R35	S1/2, S26, S36/37/39, S45
CoSO ₄	R22, R42/43, R49, R50/53, R60, R68	S45, S53, S60, S61
Mg	R11, R15, R17	S2, S7/8, S43

R5 – Zahřívání může způsobit výbuch

R8 – Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár

R10 – Hořlavý

R11 – Vysoce hořlavý

R15 – Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny

R17 – Samovznětlivý na vzduchu

R20/22 – Zdraví škodlivý při vdechování a při požití

R20/21/22 – Zdraví škodlivý při vdechování, styku s kůží a při požití.

R22 – Zdraví škodlivý při požití.

R23 – Toxický při vdechování.

R32 – Uvolňuje vysoko toxický plyn při styku s kyselinami.

R35 – Způsobuje těžké poleptání.

R34 – Způsobuje poleptání.

R36/38 – Dráždí oči a kůži.

R36/37 – Dráždí oči a dýchací orgány.

R37 – Dráždí dýchací orgány.

R42/43 – Může vyvolat senzibilizaci při vdechování a při styku s kůží.

R49 – Může vyvolat rakovinu při vdechování.

R50 – Vysoce toxický pro vodní organismy.

R50/53 – Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.

R52/53 – Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.

R60 – Může poškodit reprodukční schopnost.

R68 – Možné nebezpečí nevratných účinků.

S1/2 – Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí

S2 – Uchovávejte mimo dosah dětí.

S7/8 – Uchovávejte obal těsně uzavřený a suchý

S9 – Uchovávejte obal na dobře větraném místě.

S13 – Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv.

S16 – Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení – Zákaz kouření.

S17 – Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů.

S22 – Nevdechujte prach.

S23 – Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce).

S26 – Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.

S28 – Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím vody.

S30 – K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu.

S37/39 – Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.

S36/37/39 – Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.

S43 – V případě požáru použijte práškový hasicí přístroj - „Nikdy nepoužívat vodu“.

S45 – V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).

S46 – Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení.

S50 – Nesměšujte s kyselinami.

S53 – Zamezte expozici – před použitím si obstarejte speciální instrukce.

S60 – Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad.

S61 – Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní list

10 Literatura

Chemie:

HOUSECROFT, C. E. a A. G. SHARPE. *Anorganická chemie / Catherine E. Housecroft, Alan G. Sharpe ; [na překladu učebnice se podíleli David Sedmidubský (editor) ... et al.]*. 2014. ISBN 9788070808726.

KLIKORKA, J., B. HÁJEK a J. VOTINSKÝ. *Obecná a anorganická chemie. Obecná a anorganická chemie*. 2. vyd. Praha: SNTL - nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 04-607-89.

GREENWOOD, N. N. a EARNSHAW, A. *Chemie prvků*. Překlad František Jursík. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 1993. 2 sv. (1635 s.). ISBN 80-85427-38-9.

Badatelsky orientovaná výuka:

ZÁMEČNÍKOVÁ, V. *Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na obecnou a anorganickou chemii*. Praha, 2016. Disertační práce. Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. Vedoucí práce prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

Badatele.cz – Badatelsky orientovaná výuka [online]. © TEREZA, vzdělávací centrum, z. ú. 2012 - 2019. Dostupné z: <http://badatele.cz/cz>

ČTRNÁCTOVÁ, H., H. CÍDLOVÁ, E. TRNOVÁ, A. BAYEROVÁ a G. KUBĚNOVÁ. Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. *Chemické listy*, Praha: Česká společnost chemická, 2013, roč. 107, č. 11, s. 897-905. ISSN 0009-2770 Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_11_897-905.pdf