



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



LP 2.4 d-prvky

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.	d-prvky d 1
Tématický celek	Tetrelly - uhlík	
Název úlohy	Příprava kovů z jejich oxidů s využitím redukčních účinků práškového uhlíku	
Didaktický cíl	➤ Předvést žákům jeden ze způsobů výroby kovů	
bezpečnost/čas verze A	Učitel: / 1z10/ 6-8 min.	Žáci SŠ / 2z10/ 8-12 min. Žáci ZŠ / 3z10/ 8-15 min.
Pomůcky verze A	➤ Lžička, zkumavka z těžkotavitelného skla, držák + stojan, kahan, zápalky,	
Chemikálie verze A	➤ Práškový uhlík, oxid měďnatý	
Postup verze A	Redukce oxidu měďnatého uhlíkem ➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle nebo ochranný štít ➤ Pracujeme v digestoři ➤ Na papíru promícháme směs - 1 lžičku práškového uhlíku a 1 lžičku oxidu měďnatého. ➤ Tuto směs nasypeme do zkumavky z těžkotavitelného skla a upneme ji do držáku stojanu. Zkumavku se směsí zprudka zahříváme po dobu několika minut plamenem plynového kahanu. ➤ Po ukončení pokusu hledáme ve směsi vyredukovanou měď	
bezpečnost/čas verze B	Učitel: / 2z10/ 5-7 min.	Žáci SŠ / 4z10/ 8-10 min. Žáci ZŠ NE
Pomůcky verze B	➤ Lžička, zkumavka z těžkotavitelného skla, držák + stojan, kahan, zápalky, špejle	
Chemikálie verze B	➤ Práškový uhlík, oxid zinečnatý	
Postup verze B	Redukce oxidu zinečnatého uhlíkem ➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle nebo ochranný štít ➤ Pracujeme v digestoři ➤ Na papíru promícháme směs - 1 lžičku práškového uhlíku a 1 lžičku oxidu zinečnatého. ➤ Tuto směs nasypeme do zkumavky z těžkotavitelného skla a upneme ji do držáku stojanu. Zkumavku se směsí zprudka zahříváme po dobu několika minut plamenem plynového kahanu.	
BOZP	➤ Pokus je bezpečný, mohou ho provádět i žáci.	
Didaktické poznámky	➤ Pokud není k dispozici digestoř, může se pokus provádět i v dobře větrané učebně	

Vysvětlení, rovnice verze A + B	➤ Za vysoké teploty reaguje uhlík s kyslíkem v oxidech a dojde k vyredukování kovu. ➤ Reakce proběhnou podle rovnic: ➤ $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}$ ➤ $\text{ZnO} + \text{C} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}$
Možnost použití u tematických celků	➤ D-prvky ➤ Kovy ➤ Redoxní reakce
Zdroje	➤ https://nebezpečnachemie.estranky.cz/clanky/kovy-a-redoxni-reakce.html

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.				d-prvky d 2	
Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Příprava kovů z jejich oxidů s využitím redukčních účinků vodíku					
Didaktický cíl	➤ Předvést žákům jeden ze způsobů výroby kovů					
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 3z10/ 15-20 min.	Žáci SŠ	/6z10/ 20-25 min.	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky	➤ zkumavka s odbočkou; zkumavka; zátka; skleněná trubička (20-30 cm); plynový kahan; sirky ; vata ; laboratorní lžička ; odměrný válec 10 ml nebo odměrná zkumavka ; skleněná tyčinka ; stojan (1x nebo 2x) ; křížová svorka 2x • klema 2x držák; stříčka s destilovanou vodou					
Chemikálie	➤ CuO ; Zn ; zředěná HCl (1:1)					
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle nebo ochranný štít. ➤ Zkumavku s odbočkou upevníte do stojanu a nasypejte do ní cca 2-3 g zinku, krátkou hadičkou (cca 5 cm) připojte rovnou skleněnou trubičku (20-30 cm). ➤ Do druhé zkumavky (suché!) nasypete přibližně 0,5 g (půl malé lžičky) CuO a upněte ji na laboratorní stojan stejným způsobem ale do vodorovné polohy. CuO musí být ve zkumavce rozprostřen do tenké vrstvy. ➤ Do první zkumavky obsahující zinek nalijte 5-10 ml zředěné HCl a ihned ji uzavřete zátkou. Konec trubičky zasuňte až do zadní části vodorovně upnuté zkumavky, tak aby končila těsně nad CuO. ➤ Počkejte cca 1 minutu, než vznikající plyn vyžene vzduch ze zkumavky s CuO, potom do ústí vodorovně upnuté zkumavky zlehka vložte chomáček vaty a černý CuO zespolu pomalu zahřívejte plynovým kahanem po větší ploše stěny zkumavky (vodorovně pohybujte kahanem). ➤ Po ukončení reakce (asi 10 minut), kdy dojde ke změně zbarvení, ukončete zahřívání, počkejte, až zkumavka zchladne a přilijte do ní 10 ml zředěné HCl ➤ Počkejte, než proběhne chemická reakce, vzniklou směs zamíchejte skleněnou tyčinkou (pevnou látku případně seškrábejte ze stěn) a vzniklou suspenzi několikrát propláchněte destilovanou vodou. ➤ Potom obsah zkumavky vyklepejte na filtrační papír. Na filtračním papíru pozorujte barvu vzniklého produktu.					
BOZP	➤ Vyučující zváží, zda pokus provede sám (jako demonstrační), anebo zda jej budou provádět studenti (podle věku žáků). V tomto případě přijme odpovídající opatření podle věku žáků!!!					
Didaktické	➤ Pokud pokus provádějí studenti SŠ, pracují s přiměřeným množstvím HCl (10%) pod					

poznámky	dozorem vyučujícího.
Vysvětlení, rovnice	➤ Příprava vodíku ve zkumavce č. 1: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$ ➤ Reakce ve zkumavce č. 2: $\text{H}_2 + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ ➤ Orosení ve zkumavce č. 2 způsobí vznikající voda
Možnost použití u tematických celků	➤ D-prvky ➤ Vodík ➤ Redoxní reakce ➤ Kyseliny
Otázky a úkoly pro žáky	➤ Jaká reakce probíhá ve zkumavce č. 1 (zinek a kyselina chlorovodíková)? Popište chemickou rovnici a rovnici vyčíslete. ➤ Popište, co se děje ve zkumavce č. 2 při zahřívání, napište chemickou rovnici a vyčíslete ji. ➤ Čím je způsobeno orosení zkumavky? ➤ Jaká reakce probíhá ve zkumavce č. 2 po přilítí kyseliny chlorovodíkové? Zapište chemickou rovnici a vyčíslete ji. ➤ Jaký produkt zůstane na filtračním papíře?
Zdroje	➤ https://olympiada.vscht.cz/media/filer_public/e8/27/e827b419-27b1-4506-9273-a26a1338b29f/53cho_sk_komplet_zr.pdf

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.				d-prvky d 3
Tématický celek	Tetrelý - uhlík				
Název úlohy	Příprava mědi				
Didaktický cíl	➤ Předvést žákům jeden ze způsobů výroby kovů				
bezpečnost/čas verze A	Učitel:	/ 3z10/ 50 min.	Žáci SŠ	/ 6z10/ 70-80 min.	Žáci ZŠ NE
Pomůcky verze A	➤ 600 cm ³ kádinka 2x, magnetická míchačka, stříčka, porcelánová miska, stojánek se zkumavkami				
Chemikálie verze A	➤ roztok modré skalice (CuSO ₄ , cca 20 % - 100 ml vody + 40 g modré skalice), práškový zinek, HNO ₃ (1:1).				
Postup verze A	Příprava mědi cementací ➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle nebo ochranný štít. ➤ Práškovou měď připravíte reakcí vodného roztoku síranu měďnatého a práškového zinku. ➤ K 100 cm³ roztoku síranu měďnatého v 600 cm³ kádince přidejte 10 g práškového zinku a po dobu asi 30 minut intenzivně míchejte na magnetické míchačce. ➤ Potom roztok slijte, dekantujte vodou a přidejte asi 100 cm³ roztoku kyseliny chlorovodíkové (w = 15 %) a po dobu asi 10 minut intenzivně míchejte na magnetické míchačce. ➤ Tím se zbavíte nezreagovaného zinku, který jste přidali v nadbytku. ➤ Dále roztok slijte, měď několikrát promyjte vodou, odsajte a sušte v sušárně při teplotě 105 °C alespoň hodinu. ➤ Potom odeberte dva vzorky do dvou zkumavek (pracujte v digestoři). K jednomu vzorku přilijte cca 5 ml HCl (15%), ke druhému vzorku stejné množství HNO₃(1:1). ➤ Co vyplývá z výše uvedených reakcí?				
bezpečnost/čas verze B	Učitel:	/ 2z10/ 8-10 min.	Žáci SŠ	/ 4z10/ 10-15 min.	Žáci ZŠ NE

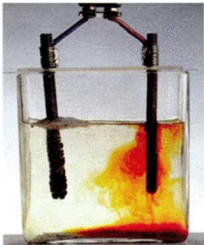
Pomůcky verze B	➤ U-trubice, vodiče pro připojení ke zdroji, 2 krokosvorky, 2 uhlíkové elektrody (lze použít i železné), zdroj stejnosměrného elektrického napětí, stojan, křížové svorky a držáky pro U-trubice ke stojanu,
Chemikálie verze B	➤ roztok chloridu měďnatého (CuCl_2, w = 20 %) – připravíme roztoku více (použití i pro pokus č. d-6), roztok kyseliny dusičné (w = 10 %), jodoškrobový papírek,
Postup verze B	Příprava mědi elektrolýzou ➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle nebo ochranný štít. ➤ Sestavte aparaturu podle obrázku. Aparatura je znázorněna tak, že katoda je vlevo, anoda vpravo. ➤ Do U trubice nalijte tolik roztoku chloridu měďnatého, aby po ponoření elektrod nevytekl elektrolyt, ale aby zbylo asi 0,5 cm volné trubice. ➤ Po zapojení svorek ke zdroji se na katodě začne vylučovat červený povlak mědi, zatímco na anodě se uvolňují bublinky chloru. ➤ Důkaz unikajícího chlóru provedeme pomocí přiložení ovlhčeného jodoškrobového papírku 
BOZP	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Pokud pokus provádějí studenti SŠ, pracují pod dozorem vyučujícího.
Didaktické poznámky	➤ Při nasypání zinku do kádinky s roztokem modré skalice se směs rychle zahřeje, můžete komentovat exotermní děj. ➤ Pokud nemáte elektromagnetickou míchačku, míchejte směs průběžně celý den. ➤ Dekantaci můžete opakovat a nakonec přidat značné množství roztoku HCl (pro účely vymytí zinku stačí objemové ředění kyseliny 1:1 s vodou). ➤ Tuto úlohu je nutno rozdělit na dvě části (do dvou vyučovacích hodin): 1. vlastní substituce (asi 35 minut po rozmíchání směsi a vyloučení červenohnědé mědi), 2. úprava produktů po dekantaci a důkaz mědi
Vysvětlení, rovnice verze A	➤ Příprava mědi může probíhat různým způsobem. V našem případě využijeme jednoduché redoxní děje: vytěsňování ušlechtilého kovu neušlechtilým kovem v souladu s Bekeťovovou řadou kovů a elektrolýzu roztoku měďnaté soli. ➤ $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ ➤ Roztok s přidanou kyselinou dusičnou se zbarví modře vznikajícím dusičnanem měďnatým. ➤ $3 \text{Cu} + 8 \text{HNO}_3 \rightarrow 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
Vysvětlení, rovnice verze B	➤ Katoda: $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ ➤ Anoda: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$
Otázky a úkoly pro žáky	1) Doplňte pravou stranu reakce a rovnice vyčíslete: a) $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$ b) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$ 2) Co se v první reakci redukuje a co se oxiduje 3) Přiřaďte měď a zinek mezi kovy ušlechtilé a neušlechtilé. 4) Co se v U trubici redukuje a v prostoru jaké elektrody, napiš rovnici děje. 5) Co se v U trubici oxiduje a v prostoru jaké elektrody, napiš rovnici děje.
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ redoxní reakce ➤ elektrolýza
Zdroje	➤ https://enviroexperiment.zcu.cz/chemie-2-stupen-zs/pripravy-medi

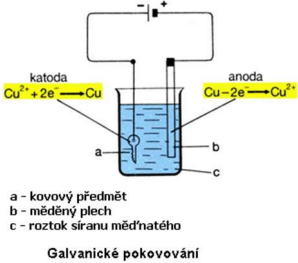
 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.					d-prvky d 4
Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Vzájemná přeměna chromanu v dichroman					
Didaktický cíl	➤ Ukázka přechodu mezi chromanem a dichromanem					
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 4z10/ 3-5 min.	Žáci SŠ	NE	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky	➤ stojan se zkumavkami, zkumavky, kapátko					
Chemikálie	➤ dichroman draselný $K_2Cr_2O_7$ (w = 5%), hydroxid draselný KOH (w = 10%), kyselina sírová H_2SO_4 (w = 10%), destilovaná voda H_2O					
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Ke 3 cm ³ oranžového roztoku $K_2Cr_2O_7$ přidáme několik kapek roztoku KOH. ➤ Do získaného žlutého roztoku chromanu přidáme několik kapek roztoku H_2SO_4 . Roztok se zabarví opět oranžově.					
BOZP	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Chromany a dichromany by neměly přijít do rukou žáků.					
Didaktické poznámky	➤ Pokud provádíme pokus jako demonstrační ve třídě, provedeme vše pomocí zpětného projektoru. Roztok připravíme více do krystalizační misky, aby žáci dobře viděli barevné změny.					
Vysvětlení, rovnice	Ke 3 cm ³ oranžového roztoku $K_2Cr_2O_7$ přidáme několik kapek roztoku KOH. Oranžový roztok dichromanu zežloutne – v zásaditém prostředí alkalické dichromany přecházejí v chromany – vznikl chroman draselný. Do získaného žlutého roztoku chromanu přidáme několik kapek roztoku H_2SO_4 . Roztok se zabarví opět oranžově. Reakce: $K_2Cr_2O_7 + 2 KOH \rightarrow 2 K_2CrO_4 + H_2O$ $2 K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$					
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ rovnováhy					
Zdroje	➤ http://www.chesapeake.cz/chemie/docs/laborky/kvinta/reakce_sloucenin_d_prvku.pdf					

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.					d-prvky d 5
--	---	--	--	--	--	------------------------

Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Příprava monohydrátu síranu tetraamminměďnatého					
Didaktický cíl	➤ Ukázka vzniku komplexní sloučeniny z běžně dostupné modré skalice					
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 2z10/ 12-15 min.	Žáci SŠ	/ 5z10/ 20-30 min.	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky	➤ Kádinky, skleněná tyčinka, chemická lžička, Büchnerova nálevka, filtrační papír, odsávací baňka, vývěva					
Chemikálie	➤ pentahydrát síranu měďnatého $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, amoniak NH_3 (konc.), destilovaná voda H_2O , ethylalkohol					
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Pracujeme v digestoři ➤ 5,0 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ rozpustíme ve 20 cm ³ vody a do vzniklého roztoku přidáváme zvolna za laboratorní teploty koncentrovaný roztok amoniaku, až se původně vzniklá zelenomodrá sraženina hydroxidu měďnatého opět rozpustí na fialově modrý roztok. ➤ Čirý roztok vlijeme do dvojnásobného množství ethylalkoholu. Vyloučí se jemný krystalický prášek komplexní soli $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. ➤ Sůl odfiltrujeme na Büchnerově nálevce, promyjeme malým množstvím ethanolu a vysušíme na vzduchu při laboratorní teplotě.					
BOZP	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Pokud provádí pokus studenti, modifikuje vyučující pokus podle věku žáků.					
Didaktické poznámky	➤ Pokud nemáme digestoř, pracujeme ve větrané místnosti (koncentrovaný roztok amoniaku) ➤ Pokud provádíme pokovování, musíme předmět nejprve dobře očistit a odmastit. K odmaštění používáme roztok acetonu nebo alkoholu může povrch dobře odmastit, můžete použít benzín.					
Vysvětlení, rovnice	➤ Síran tetraamminměďnatý tvoří temně modré krystaly, které jsou na vzduchu za obvyčejné teploty stálé, při zahřívání se však rozkládají na CuSO_4 . Ve vodě se poměrně dobře rozpouští na temně modrý roztok s alkalickou reakcí. ➤ Monohydrát síranu tetraamminměďnatého vzniká působením nadbytku amoniaku na roztok síranu měďnatého: $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$					
	➤ Síran tetraamminměďnatý monohydrát je možné také zapsat vzorcem: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ - pojmenujte tuto sloučeninu.					
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ rovnováhy					
Zdroje	➤ https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/976/mod_resource/content/10/acl-navody-2020-05-12.pdf					

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.	d-prvky d 6
Tématický celek	d-prvky	

Název úlohy	Elektrolytické pokovování					
Didaktický cíl	➤ Předvést žákům jeden ze způsobů využití elektrolýzy					
bezpečnost/čas verze A	Učitel:	/ 2z10/ 8-15 min.	Žáci SŠ	/ 3z10/ 15-25 min.	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky verze A	➤ Nádoba pro elektrolýzu, zdroj, vodiče, krokosvorky, 2 uhlíkové elektrody, kovová lžička(nebo jiný kovový předmět k pokovování)					
Chemikálie verze A	➤ ZnI_2 , destilovaná voda, ethanol, benzín					
Postup verze A	Elektrolytické pozinkování – elektrolýza jodidu zinečnatého ➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Podle velikosti elektrolytické nádoby namíchejte nasycený roztok ZnI_2 a naplňte jím elektrolýzátor cca do 2/3. (viz. obr.) ➤ Na katodu pověsíme očištěný a odmaštěný kovový předmět (např. lžičku) nebo uhlíkovou tyčinku. ➤ Na anodu umístíme uhlíkovou tyčinku a zapneme zdroj o napětí 18-24 V. ➤ Po několika minutách probíhající elektrolýzy vypneme zdroj a vyhodnotíme výsledky elektrolýzy. 					
bezpečnost/čas verze B	Učitel:	/ 2z10/ 8-15 min.	Žáci SŠ	/ 5z10/ 15-25 min.	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky verze B	➤ Nádoba pro elektrolýzu, zdroj, vodiče, krokosvorky, 2 uhlíkové elektrody, kovová lžička(nebo jiný kovový předmět k pokovování)					
Chemikálie verze B	➤ CuCl_2 , destilovaná voda, ethanol, benzín, jodoškrobový papírek					
Postup verze B	Elektrolytické poměďování – elektrolýza roztoku chloridu měďnatého ➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Pokus provádíme v digestoři ➤ Podle velikosti elektrolytické nádoby namíchejte nasycený roztok ZnI_2 a naplňte jím elektrolýzátor cca do 2/3. (viz. obr.) ➤ Na katodu pověsíme očištěný a odmaštěný kovový předmět (např. lžičku) nebo uhlíkovou tyčinku. ➤ Na anodu umístíme uhlíkovou tyčinku a zapneme zdroj o napětí 18-24 V. ➤ Po chvíli navlhčíme jodoškrobový papírek destilovanou vodou a přiblížíme ho k anodě. ➤ Po několika minutách probíhající elektrolýzy vypneme zdroj a vyhodnotíme výsledky elektrolýzy.					
Vysvětlení, rovnice verze A	➤ Při elektrolýze probíhá redoxní reakce: – na katodě, která je nabitá záporně, probíhá redukce – pohybují se k ní kationty a zde přijímají elektrony – na anodě, která je nabitá kladně, probíhá oxidace – pohybují se k ní anionty a odevzdávají zde přebytečné elektrony ➤ Z iontů se tak stanou elektricky neutrální atomy prvků, které se vylučují na elektrodách. Elektrolýza ZnI_2 (jodidu zinečnatého): Ve vodě se rozštěpí na ionty (probíhá elektrolytická disociace): $\text{ZnI}_2 \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{I}^-$ ➤ katoda (redukce): $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^0$ (na katodě se vylučuje zinek – kationty se pohybují ke katodě) ➤ anoda (oxidace): $2 \text{I}^- - 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{I}_2^0$ (na anodě se vylučuje jód – anionty se pohybují k anodě)					

Vysvětlení, rovnice verze B	➤ Z iontů se tak stanou elektricky neutrální atomy prvků, které se vylučují na elektrodách. ➤ Ve vodě se rozštěpí na ionty (probíhá elektrolytická disociace): $\text{CuCl}_2 \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$ ➤ katoda (redukce): $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$ (na katodě se vylučuje měď – kationty se pohybují ke katodě) ➤ anoda (oxidace): $2 \text{Cl}^- - 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2^\circ$ (na anodě se vylučuje jód – anionty se pohybují k anodě)	
Možnost použití u tematických celků	➤ Halogeny ➤ d-prvky ➤ redoxní reakce ➤ elektrolýza	
Zdroje	➤ http://home.tiscali.cz/chemie/elektrolýza.htm	

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.				d-prvky d 7	
Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Příprava mědi z modré skalice					
Didaktický cíl	➤ Ukázka jednoduchého způsobu přípravy mědi					
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 2z10/ 12-15 min.	Žáci SŠ	/ 5z10/ 20-30 min.	Žáci ZŠ	/ 6z10/ 20-30 min.
Pomůcky	➤ Kádinka (600 ml), drát k uvázání hřebíků, hřebíky, aparatura pro filtraci, filtrační papír, stříčka					
Chemikálie	➤ Modrá skalice , destilovaná voda, ethanol, benzín, kyselina chlorovodíková (1:1), kyselina dusičná (20-30%), stojánek se zkumavkami					
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Připravíme si cca 400 ml nasyceného roztoku síranu měďnatého ➤ Na jeden konec drátu upevníme několik železných hřebíků. ➤ Hřebíky pečlivě očistíme a odmastíme nejdříve v benzínu a nakonec v lihu. ➤ Očištěné a odmaštěné hřebíky ponoříme na drátku do roztoku síranu měďnatého ➤ Během reakce (cca hodina) přibližně po pěti minutách s hřebíky v kádince zatřeseeme, abychom měď vzniklou na jejich povrchu setřáslí na dno kádinky. ➤ Po ukončení reakce promyjeme usazenou měď, dekantujeme. ➤ Potom přeneseme měď na filtrační papír a suspenzi zfiltrujeme. ➤ Získanou měď rozdělíme do dvou zkumavek. Zkoušku na přítomnost mědi provádíme v digestoři. K jednomu vzorku přilejeme kyselinu chlorovodíkovou, ke druhému vzorku kyselinu dusičnou (s kyselinami manipuluje pouze vyučující).					
BOZP	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Pokud provádí pokus studenti, modifikuje vyučující pokus podle věku žáků. ➤ Pokus je (s výjimkou důkazových reakcí s kyselinami) bezpečný. ➤ U pokusů žáků provádí zkumavkové reakce na konci pokusu vyučující!!! ➤ Podle věku studentů rozhodne vyučující, zda provede reakce on, nebo upraví koncentrace kyselin v zadání a pod jeho dozorem pak provedou důkazové reakce studenti sami.					
Didaktické poznámky	➤ Nově zakoupené hřebíky bývají pokryté olejem, aby odolávaly korozi. Proto se musí pečlivě odmastit. ➤ Při použití starších hřebíků může jejich povrch pokrývat vrstva rzi. Pokud tomu tak je, je rovněž potřeba hřebíky očistit.					
Vysvětlení, rovnice	➤ Železo se nachází v Beketovově řadě napětí kovů vlevo – má nižší redoxní potenciál, a tudíž dokáže vytěsnit měďnaté kationty z roztoků jejich solí. Při reakci tedy dochází ke změně zbarvení roztoku do zelena – podle vznikajícího síranu železnatého, naopak na železném hřebíku se vylučuje kovová měď.					

							bouřlivá reakce
	HNO ₃ – zřed. (asi 20–30%)						Vodík
							Oxid siřičitý
	HNO ₃ – konc.						Oxid dusičitý
BOZP	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Koncentrované kyseliny by neměly přijít do rukou žáků. ➤ Podle věku žáků rozhodne vyučující, které reakce mohou provést sami žáci a které pouze on. Současně rozhodne o koncentraci kyselin, se kterými budou pracovat žáci.						
Didaktické poznámky	➤ Můžeme reakce rozšířit i o jiné kovy, které jsou ve škole k dispozici ➤ Vyučující provádí pokusy a žáci samostatně doplňují tabulku ➤ Pokud je k dispozici vizualizer, promítá vyučující pokusy žákům, aby byly zřetelné výsledky reakcí ➤ Při vývoji oxidů siřičitého a dusičitého ihned po ukázce likviduje vyučující obsah zkumavek do připraveného kbelíku s vodou. ➤ Podle věku a úrovně žáků potom vyučující rozhodne, zda budou žáci vyplňovat tabulku pouze slovně podle návodu v posledním sloupci, nebo budou do tabulky i zapisovat reakce rovnicemi.						
Vysvětlení, rovnice	➤ Vysvětlení a poskytnutí rovnic probíhajících reakcí a výsledků by tentokrát nebylo vhodné.						
Otázky a úkoly	➤ Po doplnění celé tabulky nechá vyučující žáky vyslovit závěry k reaktivitě jednotlivých kyselin ➤ Co je to pasivace kovu a co ji způsobuje? ➤ Proč u kyseliny sírové koncentrované se železo pasivuje a u železa v praxi rez na povrchu kovu další korozi urychluje?						
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ kyseliny						
Zdroje	➤ Beneš P., Macháčková J.: 200 chemických pokusů. Mladá fronta, Praha 1977. ➤ https://olympiada.vsch.tz/media/filer_public/c5/50/c55018a1-0ab8-401c-85bc-57f9ec8fe185/53cho_kk_komplet_zr.pdf ➤ https://enviroexperiment.zcu.cz/chemie-stredni-skola/reakce-kovu-s-kyselinami-sledovani-rychlosti-reakce						

Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Galvanické články s využitím d-prvků					
Didaktický cíl	➤ Předvést žákům co je galvanický článek ➤ Na jakém principu pracují zdroje napětí v telefonu, baterce nebo jiném spotřebiči					
bezpečnost/čas verze A	Učitel:	/ 1z10/ 10-15 min.	Žáci SŠ	/ 1z10/ 15-20 min.	Žáci ZŠ	/ 1z10/ 15-25 min.
Pomůcky verze A	➤ skleněná vanička (nebo kádinku 600 ml - širokou), krokosvorky, vodiče, citlivý voltmetr 0-10 V					
Chemikálie verze A	➤ NaCl, elektrody (plech) – Zn, Cu, případně jiné kovy,					
Postup verze A	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Připravíme kádinku (600 ml širokou) nebo skleněnou vaničku ➤ Do vaničky nalijeme cca do poloviny cca 10% roztok NaCl ➤ Na opačné strany vaničky umístíme dvě elektrody (plech) – jednu ze zinku, druhou z mědi tak, aby se nedotýkaly. ➤ Pomocí krokosvorek a vodičů připojíme citlivý voltmetr					
bezpečnost/čas verze B	Učitel:	/ 2z10/ 10-15 min.	Žáci SŠ	/ 5z10/ 15-20 min.	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky verze B	➤ skleněná vanička (nebo kádinku 600 ml - širokou), krokosvorky, vodiče, citlivý voltmetr 0-10 V					
Chemikálie verze B	➤ H₂SO₄ (5%), elektrody (plech) – Zn, Cu, případně jiné kovy,					
Postup verze B	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Studenti pracují pod dohledem vyučujícího ➤ Připravíme kádinku (600 ml širokou) nebo skleněnou vaničku ➤ Do vaničky nalijeme cca do poloviny cca 5% roztok kyseliny sírové ➤ Na opačné strany vaničky umístíme dvě elektrody (plech) – jednu ze zinku, druhou z mědi tak, aby se nedotýkaly. ➤ Pomocí krokosvorek a vodičů připojíme citlivý voltmetr					
bezpečnost/čas verze C	Učitel:	/ 1z10/ 6-8 min.	Žáci SŠ	/ 2z10/ 6-10 min.	Žáci ZŠ	/ 2z10/ 8-12 min.
Pomůcky verze C	➤ krokosvorky, vodiče, citlivý voltmetr 0-10 V					
Chemikálie verze C	➤ citron, pomeranč, kiwi, jablko, ..., elektrody (plech) – Zn, Cu, případně jiné kovy,					
Postup verze C	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Citron, bramboru, nebo další ovoce ➤ Citron nejdříve poválíme po stole a promačkáme. Potom proti sobě zařízneme do citronu dvě elektrody (plech) – jednu ze zinku, druhou z mědi tak, aby se nedotýkaly. ➤ Pomocí krokosvorek a vodičů připojíme citlivý voltmetr ➤ Citron můžeme vyměnit za pomeranč, kiwi, jablko, ... a pokus opakovat.					
BOZP	➤ Pokus a a c je bezpečný ➤ U pokusu b vyučující přizpůsobí bezpečnostní opatření podle věku pracujících studentů					
Didaktické poznámky	➤ K pokusům můžeme použít různé kovy, které máme k dispozici ➤ Můžeme místo plechů použít i dráty, popř. železný hřebík, ... ➤ Podle vyspělosti žáků je můžeme navést na souvislost použitých kovů s Beketovo řadou. ➤ U pokusu s NaCl je můžeme také žáky nechat zjistit, jestli se napětí na voltmetru bude měnit s různou koncentrací NaCl, popř. s tím, když místo plechových elektrod použijeme dráty.					

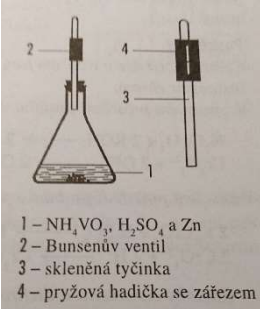
	➤ Doba provedení pokusu je výrazně ovlivněna zručností žáků a stupněm připravenosti pomůcek k jednotlivým pokusům. Čas uvedený k pokusům je tedy pouze orientační.
Vysvětlení, rovnice verze A + B + C	➤ Galvanický článek - je to chemický zdroj elektrické energie ➤ Složení galvanického článku - skládá se ze dvou elektrod ➤ Příklady galvanických článků • Voltův článek – elektrody zinek a měď, elektrolyt kyselina sírová • Suchý článek – elektrody uhlíková tyčinka, zinek, elektrolyt chlorid amonný (salmiak). .
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ redoxní reakce ➤ elektrochemie
Zdroje	➤ Beneš P., Macháček J.: 200 chemických pokusů. Mladá fronta, Praha 1977.

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.	d-prvky d 10
Tematický celek	d-prvky	
Název úlohy	Leptání do kovové desky	
Didaktický cíl	➤ Ukázka jednoduchého procesu vyleptávání nápisů nebo obrázků	
bezpečnost/čas	Učitel: / 3z10/ 15-18 min.	Žáci SŠ / 4z10/ 15-25 min. Žáci ZŠ / 5z10/ 20-30 min.
Pomůcky	➤ Destička z mědi, chemické kleště, kahan, zápalky, hadr, plastová pipetka, izolepa (lépe pistole se silikonem).	
Chemikálie	➤ parafín (svíčka), kyselina dusičná (konc., nebo 1:1)	
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Vezmeme si destičku mědi a pokryjeme ji parafínem ➤ Nad kahanem parafín roztavíme, aby jeho vrstva byla celolitá. ➤ Po ztuhnutí parafínu (což urychlíme uložením destičky na chvíli do lednice) pomocí ostrého hrotu vyryjeme nápis nebo obrázek ➤ Potom pomocí izolepy vytvoříme kolem nápisu nepropustný val ➤ Destičku umístíme do velké Petriho misky do digestoře ➤ Pozor!!! Další fázi už provádí vyučující!!! ➤ Pomocí pipetky naplníme vnitřek valu souvislou vrstvičkou konc. kyseliny dusičné. ➤ Několik minut necháme kyselinu působit (můžeme ji opatrně přidávat tak, aby připravený val nepřetekl). ➤ Potom celou Petriho misku přeneseme do umyvadla a propláchneme vodou ➤ Další část už zase mohou provádět sami žáci ➤ Desku s parafínem nahřejeme nad kahanem a pomocí kusu hadru parafín setřeme. ➤ Na desce zůstane vyleptaná naše rytina.	
BOZP	➤ Žáci mohou provést přípravu desky k leptání, operace s kyselinou dusičnou však provádí vyučující	
Didaktické poznámky	➤ Práci můžeme provést i s destičkou ze železa nebo i jiného kovu. Místo kyseliny dusičné bychom pak použili kyselinu sírovou (20-30%) ➤ K ohraničení pro zaplnění kyselinou je nejvhodnější použít silikon vytlačovaný z rámové pistole.	
Vysvětlení, rovnice	➤ V místech, kde je destička pokryta vrstvou vosku nemá kyselina ke kovu přístup, proto zůstane povrch neporušený ➤ V odkrytých místech po procesu rytí reaguje kyselina s mědí (případně s jiným použitým kovem. Proběhne reakce: $3 \text{ Cu} + 8 \text{ HNO}_3 \rightarrow 3 \text{ Cu(NO}_3)_2 + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$	
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ kyseliny ➤ lipidy - vosky	

Zdroje	➤ Beneš P., Macháčková J.: 200 chemických pokusů. Mladá fronta, Praha 1977.
--------	---

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.					d-prvky d 12
Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Blesky pod vodou					
Didaktický cíl	➤ Ukázka redoxní reakce manganistanu draselného					
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 4z10/ 5-8 min.	Žáci SŠ	NE	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky	➤ Držák na zkumavky se stojanem, zkumavka, nálevka, lžička					
Chemikálie	➤ koncentrovaná kyselina sírová, manganistan draselný					
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranný štít ➤ Do stojanu upevníme zkumavku - stěny zkumavky musí být suché. ➤ Do zkumavky nalijeme pomocí nálevky koncentrovanou kyselinu sírovou (cca 5 ml) tak, aby stěny zkumavky zůstaly suché. ➤ Opět pomocí nálevky ve zkumavce ji opatrně převrstvíme etanolem (cca 5 ml) ➤ pak do zkumavky vhodíme pár zrnek manganistanu draselného. Na rozhraní obou kapalin se tvoří jiskry.					
BOZP	➤ Pouze jako demonstrační pokus ➤ Pozor na možné vystříknutí části obsahu zkumavky!					
Didaktické poznámky	➤ Blesky se objevují až po chvíli. ➤ Pozor!!! Stačí 3 až 5 krystalků manganistanu, při větším množství hrozí vystříknutí reakční směsi ze zkumavky.					
Vysvětlení, rovnice	➤ $2 \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ➤ $2 \text{Mn}_2\text{O}_7 \rightarrow 4 \text{MnO}_2 + 7 \text{O}_2$ ➤ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$					
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ redoxní reakce ➤ kyslík					
Zdroje	➤ http://uranit.cz/view.php?page=chemiez#17					

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.					d-prvky d 13
Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Změny oxidačního čísla vanadu					

Didaktický cíl	➤ Ukázka toho, že přechodné prvky mívají v různých oxidačních stavech také různé zbarvení					
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 4z10/ 5-8 min.	Žáci SŠ	NE	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky	➤ kónická baňka (200-250 ml), Bunsenův ventil (vi. Didaktické poznámky), chemická lžička, váhy					
Chemikálie	➤ vanadičnan amonný, Zn-granulovaný, Zn-prášek					
Postup	➤ Do kónické baňky dáme 100 ml 5% kyseliny sírové, v ní rozpustíme 0,5 g vanadičnanu amonného. ➤ Vznikne žlutý roztok vanadičnanu amonného. ➤ Do roztoku přidáme 2 granulky zinku. Roztokem pozvolna kroužíme – vzniká modrý roztok. ➤ K modrému roztoku přidáme 2g práškového zinku a baňku uzavřeme Bunsenovým ventilem. Necháme probíhat reakci za občasného promíchání roztoku. ➤ Vzniká nejdříve barva zelenavá, později červenofialová.					
BOZP	➤					
Didaktické poznámky	➤ Bunsenův ventil – na krátkou skleněnou trubičku v zátce nasadíme krátkou skleněnou tyčinku (nebo krátkou skleněnou trubičku na horním konci zatavenou). Spojovací krátká hadička je přes spoj obou trubiček proříznutá. Tvoří tak jednoduchý přetlakový ventil.					
						
Vysvětlení, rovnice	➤ Při reakci dochází k postupné redukci vodíkem na modrý roztok síranu vanadylu – VOSO ₄ . ➤ V dalším kroku vzniká zelený síran vanaditý – V ₂ (SO ₄) ₃ , který přechází na červenofialový síran vanadatý – VSO ₄ . ➤ $\begin{array}{ccccccc} \text{V}^{\text{V}} & \leftrightarrow & \text{V}^{\text{IV}} & \leftrightarrow & \text{V}^{\text{III}} & \leftrightarrow & \text{V}^{\text{II}} \\ \text{Žlutý} & & \text{modrý} & & \text{zelený} & & \text{fialový} \end{array}$					
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ redoxní reakce					
Zdroje	➤ Čtrnáctová a kol.: Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost. Prospektrum, Praha 2000.					

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.				d-prvky d 14	
Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Příprava a reakce oxidu měďnatého					
Didaktický cíl	➤ Ukázka vlastností a reakcí měďnatých sloučenin.					
bezpečnost/čas verze A	Učitel:	/ 3z10/ 15-25 min.	Žáci SŠ	/ 5z10/ 25-30 min.	Žáci ZŠ	/ 7z10/ 30-40 min.
Pomůcky verze A	➤ kádinka, filtrační aparatura, lžička, odpařovací miska, keramická síťka, trojnožka, plynový kahan, zápalky, zkumavky (2 ks), stojánek na zkumavky, skleněná tyčinka					
Chemikálie verze A	➤ síran měďnatý CuSO ₄ (w = 10 % → 16 g skalice na 94ml vody), hydroxid sodný NaOH (w = 10 %), kyselina sírová H ₂ SO ₄ (w = 10 %), voda H ₂ O					

Postup verze A	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Pokud pokus provádějí žáci, pracují pod dohledem vyučujícího ➤ V kádince slijeme 20 ml 10 % roztoku síranu měďnatého a pomalu přiléváme za stálého míchání stejný objem 10 % hydroxidu sodného. ➤ Obsah kádinky přefiltrujeme a výtěžek filtrace přendáme lžičkou na odpařovací misku. ➤ Misku umístíme na keramickou sítku ležící na trojnožce, zapálíme kahan a začneme ji zahřívat. ➤ Jakmile vznikne černá práškovitá hmota, rozdělíme ji do dvou zkumavek. ➤ Do první přidáme 5 ml vody a do druhé stejný objem 10 % kyseliny sírové					
bezpečnost/čas verze B	Učitel:	/ 3z10/ 15-20 min.	Žáci SŠ	/ 5z10/ 25-35 min.	Žáci ZŠ	/ 7z10/ 30-40 min.
Pomůcky verze B	➤ kádinka, lžička, keramická síťka, trojnožka, plynový kahan, zápalky, zkumavky (2 ks), stojánek na zkumavky, skleněná tyčinka, hodinové sklo					
Chemikálie verze B	➤ síran měďnatý CuSO_4 (w = 10 % → 16 g skalice na 94ml vody), hydroxid sodný NaOH (w = 10 %), kyselina sírová H_2SO_4 (w = 10 %), voda H_2O					
Postup verze B	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Pokud pokus provádějí žáci, pracují pod dohledem vyučujícího ➤ V kádince slijeme 20 ml 10 % roztoku síranu měďnatého a pomalu přiléváme za stálého míchání stejný objem 10 % hydroxidu sodného. ➤ Kádinku přikryjeme hodinovým sklem. ➤ Kádinku umístíme na keramickou sítku ležící na trojnožce, zapálíme kahan a začneme ji zahřívat. Sraženinu považíme, až změní barvu na černou. ➤ Sraženinu necháme zchladnout, slejeme roztok nad sraženinou, dvakrát promyjeme destilovanou vodou (asi 100 ml) a dekantujeme. ➤ Potom černou hmotu rozdělíme do dvou zkumavek. ➤ Do první přidáme 5 ml vody a do druhé stejný objem 10 % kyseliny sírové					
BOZP	➤ Pokud pokus provádějí žáci, pracují pod dohledem vyučujícího. Vyučující modifikuje postup a BOZP při práci s kyselinou podle věku a zručnosti žáků. ➤ K pokusu byly vybrány sloučeniny mědi pro významné barevné změny, ale vyučující musí počítat se zdravotními riziky práce s touto skupinou sloučenin.					
Didaktické poznámky	➤ Doba provedení pokusu je výrazně ovlivněna zručností žáků a stupněm připravenosti pomůcek k jednotlivým pokusům. Čas uvedený k pokusům je tedy pouze orientační. ➤ Pokud pracují v LP mladší žáci, doporučuj, použít místo 20 ml 10% H_2SO_4 - 40 ml pouze 5% kyseliny.					
Vysvětlení, rovnice	➤ Reakcí hydroxidu sodného se síranem měďnatým došlo k vysrážení modrého hydroxidu měďnatého. Zahříváním se tento hydroxid rozkládal na vodu a černý oxid měďnatý. ➤ Oxid měďnatý nereaguje s vodou, avšak rozpouští se v kyselině sírové za vzniku namodralého roztoku síranu měďnatého. $\text{CuSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$					
Otázky pro žáky:	Změny po slití obou roztoků: ➤ Jak lze urychlit rozpouštění látky za studena? (<i>mícháním</i>) ➤ Které látky jsou reaktanty první reakce? (<i>modrá skalice, hydroxid sodný</i>) ➤ Které látky jsou produkty první reakce? (<i>hydroxid měďnatý, síran sodný</i>) ➤ Která látka vytváří sraženinu? (<i>hydroxid měďnatý</i>) ➤ Zapiš probíhající první reakci chemickou rovnicí $(\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4)$ Změny po povaření: ➤ Jaké změny pozoruješ? (<i>modré zabarvení sraženiny se mění na černé</i>) ➤ Které látky jsou reaktanty této reakce? (<i>hydroxid měďnatý</i>) ➤ Které látky jsou produkty této reakce? (<i>oxid měďnatý a voda</i>) ➤ O jaký typ reakce se jedná (<i>rozklad</i>) ➤ Zapiš chemickou rovnici probíhající reakce					

	➤ $(\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O})$ Jaké změny proběhly ve zkumavkách: ➤ Zkumavka s vodou (žádná změna) ➤ Zkumavka s kyselinou sírovou: /vznikl modrý roztok – proběhla reakce: $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ /
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ Měď a její sloučeniny
Zdroje	➤ http://www.e-chembook.eu/databaze-pokusu/ ➤ https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/1275/PRIPRAVA-MEDNATYCH-SOLI-Z-OXIDU-MEDNATEHO.html/

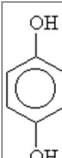
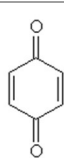
 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.				d-prvky d 15
Tématický celek	d-prvky				
Název úlohy	Přeměna mědi ve „stříbro“ a ve „zlato“				
Didaktický cíl	➤ Motivační pokus – ve středověku se snažili alchymisté vyrobit zlato.				
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 3z10/ 15-25 min.	Žáci SŠ	/ 6z10/ 20-35 min.	Žáci ZŠ
					NE
Pomůcky	➤ 2 kádinky, lžička, chemické kleště, odpařovací miska, trojnožka, azbestová síťka, kahan				
Chemikálie	➤ pevný NaCl, 5% CH ₃ COOH, plíšky Cu, práškový Zn, 20% NaOH, studená voda				
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Pokud pokus provádějí žáci, pracují pod dohledem vyučujícího ➤ Do menší kádinky nasypete 6 lžiček chloridu sodného a přidejte 60 ml 5% roztoku kyseliny octové, roztok zamíchejte. ➤ Do této směsi vložte očištěné měděné plíšky (staré mince). ➤ S plíšky míchejte tak dlouho, dokud se nezačnou lesknout. Plíšky následně vyjměte chemickými kleštěmi a usušte je – nedotýkejte se jich rukama. ➤ Do 400 ml kádinky nasypete asi 4 lžičky práškového zinku, a poté přilijte do poloviny 20% roztok hydroxidu sodného. Kádinku zahřívejte – roztok ovšem nesmí přijít k varu. ➤ Do horkého roztoku (uvolňují se bublinky) vložte měděné plíšky a zahřívejte asi 5 minut. ➤ Kleštěmi občas plíšky zamíchejte. ➤ Následně vyjměte kleštěmi plíšky z roztoku a ponořte je do kádinky se studenou vodou, plíšky v ní umyjte. ➤ Umyté a osušené plíšky uchopte kleštěmi a zahřívejte je ve vnější zóně plamene kahanu. ➤ Po změně barvy plíšku ochladte plíšek v kádince se studenou vodou. Plíšek osušte a vyleštěte. 				
BOZP	➤ nepotřísnit se hydroxidem sodným (žiravý), pracovat s ochranným štítem, nesahat na rozpálenou minci z plamene kahanu ➤ Pokud pokus provádějí žáci, pracují pod dohledem vyučujícího ➤ Vyučující upraví postup a práci s chemikáliemi (s NaOH) podle věku a způsobilosti studentů ➤				



Didaktické poznámky	➤ měděný plíšek je dobré nechat v roztoku NaOH se Zn alespoň 5 minut – po případě déle, pokud není plíšek celý pokrytý stříbrnou vrstvičkou ➤ plíšek je nutné pořádně očistit od zbytků práškového Zn ➤ plíšek nenechávejte v plameni kahanu celou dobu, ale projíždějte plíškem (mincí) plamenem, během cca 2 minut se mince zbarví do zlaté barvy ➤ zlatá barva je nejlépe patrná u čisté mědi, pokud použijete slitiny mědi, zlatá barva není až tak výrazná, ale je pozorovatelná ➤ pokus velmi efektní, motivační – vysvětlení pokusu bohužel není úplně známo a objasněno
Vysvětlení, rovnice	➤ Měděné plíšky mění při zahřívání v v kádince se zinkem a roztokem NaOH svoji barvu z oranžové na stříbrnou. Při zahřívání v plameni kahanu dochází k přeměně na zlatou barvu. ➤ Zinek se rozpouští v hydroxidu sodném za vzniku komplexu $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, přičemž se uvolňuje vodík. ➤ Jestliže umístíme do roztoku měď, začne se na jejím povrchu vylučovat elektrochemicky zinek. Tím plíšek mědi získá stříbrnou barvu. Chemická rovnováha reakce: ➤ Vysvětlení tohoto jevu není ještě úplně známo, toto je jedno z nejpříjemnějších objasnění průběhu této reakce. Při zahřívání v plameni kahanu zinek pronikne do vrstvy mědi a vytvoří slitinu s mědí – mosaz.
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky (měď, zinek) ➤ Historie chemie - alchymisté
Zdroje	➤ https://studiumchemie.cz/experiment/stibro-a-zlato-z-medi/

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.				d-prvky d 16	
Tématický celek	d-prvky					
Název úlohy	Oxidace síranu manganatého					
Didaktický cíl	➤ Ukázka pokusu, který ukazuje, že neprobíhají pouze redukce manganistanových iontů na nižší oxidační čísla, ale že proces může proběhnout i opačně – oxidací síranu manganatého mohou vzniknout ionty manganistanové.					
bezpečnost/čas	Učitel:	/ 5z10/ 8-12 min.	Žáci SŠ	NE	Žáci ZŠ	NE
Pomůcky	➤ Kádinka 100 ml, odměrný válec, kahan, trojnožka, sítko, lžička, skleněná tyčinka					
Chemikálie	➤ MnSO_4 (w = 5 %), koncentrovaná HNO_3 , PbO_2					
Postup	➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Pracujeme v digestoři ➤ K 5 ml 5% roztoku síranu manganatého přidáme 15 ml konc. kyseliny dusičné a cca třetinu lžičky oxidu olovičitého. ➤ Směs krátce povaříme a potom přidáme cca 20 ml vody. ➤ Promícháme a necháme zchladnout a pevnou složku sednout. ➤ Pak vyhodnotíme zbarvení roztoku.					
BOZP	➤ Pracujeme velmi opatrně a vaříme za mírného zahřívání. ➤ Pouze jako demonstrační pokus.					

Didaktické poznámky	➤ Redukce manganistých sloučenin na sloučeniny s nižším oxidačním číslem probíhají obvykle poměrně snadno ➤ Oxidace manganatých sloučenin na manganisté probíhá pouze obtížně, pomocí velmi silných oxidačních činidel.
Vysvětlení, rovnice	➤ $2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{PbO}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{Pb}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ redoxní reakce
Zdroje	➤ Čtrnáctová a kol.: Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost. Prospektrum, Praha 2000.

 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI		Katedra chemie FPE Plzeň ŠKOLNÍ POKUSY Mgr. Milan Klečka, Ph.D.				d-prvky d 17	
Tématický celek		d-prvky					
Název úlohy		Základy fotografické chemie					
Didaktický cíl		➤ Seznámit žáky s principy černobílé fotografie					
bezpečnost/čas		Učitel: / 3z10/ 5-6 min.		Žáci SŠ / 6z10/ 5-10 min.		Žáci ZŠ NE	
Pomůcky		➤ lžička, zkumavky, pipetka, odměrná zkumavka, stojánek na zkumavky, skleněná tyčinka, zátka					
Chemikálie		➤ Roztoky - KBr (5%), AgNO ₃ (1%), Na ₂ S ₂ O ₃ (10%), Hydrochinon (10%)					
Postup		➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Nasadíme ochranné rukavice a ochranné brýle ➤ Pokud pokus provádějí žáci, pracují pod dohledem vyučujícího ➤ Do zkumavky nalijeme 10 ml 5% roztoku KBr. ➤ Po kapkách přidáváme 1% roztok dusičnanu stříbrného, dokud vzniká žlutá sraženina ➤ Vzniklou sraženinu rozdělíme do dvou zkumavek ➤ Do jedné zkumavky přidáme roztok hydrochinonu, uzavřeme zátkou a protřepeme ➤ Do druhé zkumavky přidáme roztok thiosíranu sodného, uzavřeme zátkou a protřepeme ➤ Pozorujeme změny ve zkumavkách					
BOZP		➤ Zkontrolujeme bezpečnost práce s látkami, se kterými pracujeme. ➤ Pokud provádějí pokus studenti, přizpůsobí postup a opatření vyučující podle věku a zkušeností studentů					
Didaktické poznámky		➤ Vhodná je ukázka negativu a pozitivu černobílé fotografie a vysvětlení principu práce fotoaparátu a následně práce s pořizováním pozitivu. ➤ Vhodné je rovněž zadat žákům referát o historii fotografie					
Vysvětlení, rovnice		➤ $\text{KBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr} + \text{KNO}_3$ 1. zkumavka ➤ Podle doby osvitů potom ve vývojce reagují osvětlená místa za redukce stříbra – čím větší osvětlení, tím tmavší místo (tím více se zde vyredukuje stříbra):  hydrochinon $+ 2\text{AgBr} + 2\text{OH}^{-1} \longrightarrow$  p-benzochinon $+ 2\text{Ag} + 2\text{Br}^{-1} + 2\text{H}_2\text{O}$					

	2. Zkumavka ➤ Zbývající AgBr se odstraní rozpuštěním v ustalovači: ➤ $\text{AgBr} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaBr} + \text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ / bis(thiosulfato)stříbrnan sodný /
Možnost použití u tematických celků	➤ d-prvky ➤ halogeny
Zdroje	➤ Čtrnáctová a kol.: Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost. Prospektrum, Praha 2000.