

Žákovská souprava Elektrochemie
Kat. číslo 113.3086



Obsah

Stránka

Úvod	4
Obsah pracovního kufříku pro elektrochemii	5
Sestavení a čištění bloku článků	6
Popis měřicího přístroje	7
Měření napětí galvanických článků – list pro učitele	8
Měření napětí galvanických článků – list pro žáky	9
Měření napětí Daniellova článku – list pro učitele	10
Měření napětí Daniellova článku – list pro žáky	11
Měření napětí na třech Daniellových člancích v paralelním zapojení – list pro učitele	12
Měření napětí na třech Daniellových člancích v paralelním zapojení – list pro žáky	13
Měření napětí na třech Daniellových člancích v sériovém zapojení – list pro učitele	14
Měření napětí na třech Daniellových člancích v sériovém zapojení – list pro žáky	15
Měření standardních potenciálů některých kovů – list pro učitele	16
Měření standardních potenciálů některých kovů – list pro žáky	17
Měření standardních potenciálů některých nekovů – list pro učitele	18
Měření standardních potenciálů některých nekovů – list pro žáky	19
Měření napětí Leclancheova článku – list pro učitele	20
Měření napětí Leclancheova článku – list pro žáky	21
Měření napětí při různých koncentracích roztoků elektrolytu – list pro učitele	22
Měření napětí při různých koncentracích roztoků elektrolytu – list pro žáky	23
Měření napětí při různých teplotách roztoků elektrolytu – list pro učitele	24
Měření napětí při různých teplotách roztoků elektrolytu – list pro žáky	25
Struktura, nabíjení a vybíjení ocelového akumulátoru – list pro učitele	26
Struktura, nabíjení a vybíjení ocelového akumulátoru – list pro žáky	27
Pokus s měřením pH – list pro učitele	28
Pokus s měřením pH – list pro žáky	29
Elektrochemická řada napětí	30
Pokyny k provádění pokusů a k likvidaci	31
Literatura	32

Úvod

Pracovní kuffík pro elektrochemii je učební pomůcka, která slouží výhradně pro žákovské pokusy v předmětech chemie a fyzika.

Samostatná činnost žáků zvyšuje jejich pochopení probíraných skutečností. Pokusy by se měly provádět v malých skupinkách žáků (2 až max. 3 žáci). Učitel musí přitom jen vykonávat dozor a poskytovat informace při cílených otázkách, na které žáci nedokážou sami odpovědět. Cíleným sestavením pracovních skupin tak lze podpořit výkonnost, pochopení a radost z experimentování všech žáků.

Příložená literatura minimalizuje dobu přípravy učitele na daný předmět, jež může být právě při pokusech žáků velmi dlouhá. Ke každému popsanému pokusu je k dispozici jeden list pro učitele a jeden list pro žáky. V listu pro učitele jsou popsána všechna fakta potřebná pro provedení pokusu. Při všech pokusech najde učitel na listu pro učitele očekávaný výsledek pokusu (který se může nepatrně lišit od teoretických výsledků v odborné literatuře). Informace získá učitel také k výrobě odpovídajících roztoků elektrolytu.

Listy pro žáky může učitel nakopírovat a rozdat žákům. Odpadá tak pracné vedení protokolu a žáci se mohou při pokusech soustředit na to důležité.

K bezpečnostním otázkám jsou u všech použitých chemikálií uvedeny R-věty a S-věty a výstražné symboly.

Na konci literatury najdete pokyny k likvidaci chemikálií. Ve smyslu úsporného zacházení s chemikáliemi doporučujeme odsát po skončení pokusů použité roztoky elektrolytů z komor vaničky pomocí příložené pipety a umístit je do popsané zásobní lahvičky pro opětovné použití při dalších pokusech. Přispějte tak k ochraně našeho životního prostředí.

Budeme Vám vděční za informace a změny (také případné chyby) pokusů. Obratě se prosím na dodavatele pracovního kuffíku pro elektrochemii.

Důležitá upozornění:

Přečtěte si, prosím, všechny pokyny v bezpečnostních listech, které jsou dodány společně s chemikáliemi, a bezpodmínečně je dodržujte.

H-věty (nahrazují dřívější R-věty):

Označují nebezpečí, která vycházejí z chemických látek nebo jejich směsí.

P-věty (nahrazují dřívější S-věty):

Poskytují bezpečnostní pokyny, které je nutno dodržovat při manipulaci s chemickými látkami.

Staré baterie se nesmí vyhazovat do komunálního odpadu! Použité baterie je nutno odevzdat do místní sběrný odpadu nebo vrátit prodejci.

Přejeme Vám mnoho úspěchů při provádění experimentů!



Obsah pracovního kufříku pro elektrochemii



- 1 měřicí přístroj, napájený z 9V baterie nebo síťového adaptéru (je součástí dodávky), pro elektrochemické pokusy a měření pH a pro napájení napětím 3 V DC.
Upozornění: 3V výstup je k dispozici jen při síťovém provozu (při připojení síťového adaptéru).
- 1 síťový adaptér Prim: **230 VAC** , **50-60 Hz** Sek.: **12 V–500 mA**
- 1 kombinovaná elektroda pro měření pH, elektroda se skladovací lahvičkou
- 2 plastové kádinky 25 ml
- 2 pipety s kapátkem
- 1 úložná schránka s:
 - 2 Ag elektrodami, 4 Zn elektrodami, 2 Fe elektrodami, 2 uhlíkovými elektrodami, 2 Al elektrodami, 2 Ni elektrodami, 4 Cu elektrodami, 1 Mg elektrodou (magnéziový pásek pro ovinutí plastové destičky), 1 Pt síťovou elektrodou
 - 2 půlčlánky, vždy pro 4 elektrody, 1 sada filtračních papírových proužků,
 - 1 sada kabelů pro elektrochemii (složení: 3 kabely s krokosvorkami, červené, délka vždy 20 cm, 1 kabel s krokosvorkou a konektorem, červený, délka 30 cm, 3 kabely s krokosvorkami, modré, délka vždy 20 cm, 1 kabel s krokosvorkou a konektorem, modrý, délka 30 cm),
 - 1 smirkový špalíček
- 1 návod na provádění pokusů

Sestavení a čištění bloku článků

Blok článků je při dodání kompletně smontovaný a lze jej přímo použít pro první pokus. Nachází se v úložné schránce pracovního kufříku.

Po použití bloku článků musíte blok po skončení pokusu kompletně vyjmout, a to tak, že po odsátí elektrolytické kapaliny a vyjmutí elektrod povolíte oba šrouby s rýhovanou hlavou, aby bylo možné oba půlčlánky od sebe oddělit. Po odstranění filtračního papíru byste měli oba půlčlánky vymýt vodou a poté dobře vysušit.

Blok článků opětovně smontujte pro provádění dalších experimentů. Přitom mezi oba půlčlánky vložte přibalený filtrační papírový proužek a zarovnejte jej do jedné roviny. Nyní zatlačte nejprve jeden a poté druhý šroub s rýhovanou hlavou skrz filtrační papír a oba půlčlánky pevně sešroubujte. (Upozornění: 4 vnitřní otvory musí vždy směřovat k filtračním papírovým proužkům – viz obrázek.)

Filtračním papírem, který se při naplnění roztokem elektrolytu zvlhčí, je současně vzájemně elektricky propojeno 8 komor.

Nezapomeňte, prosím:

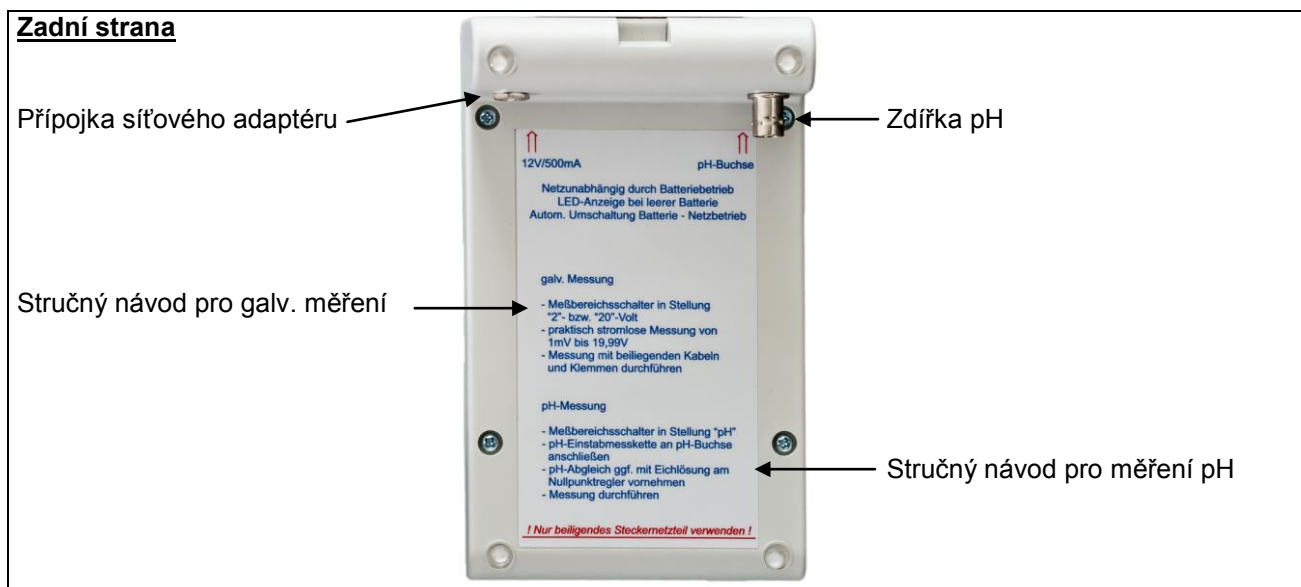
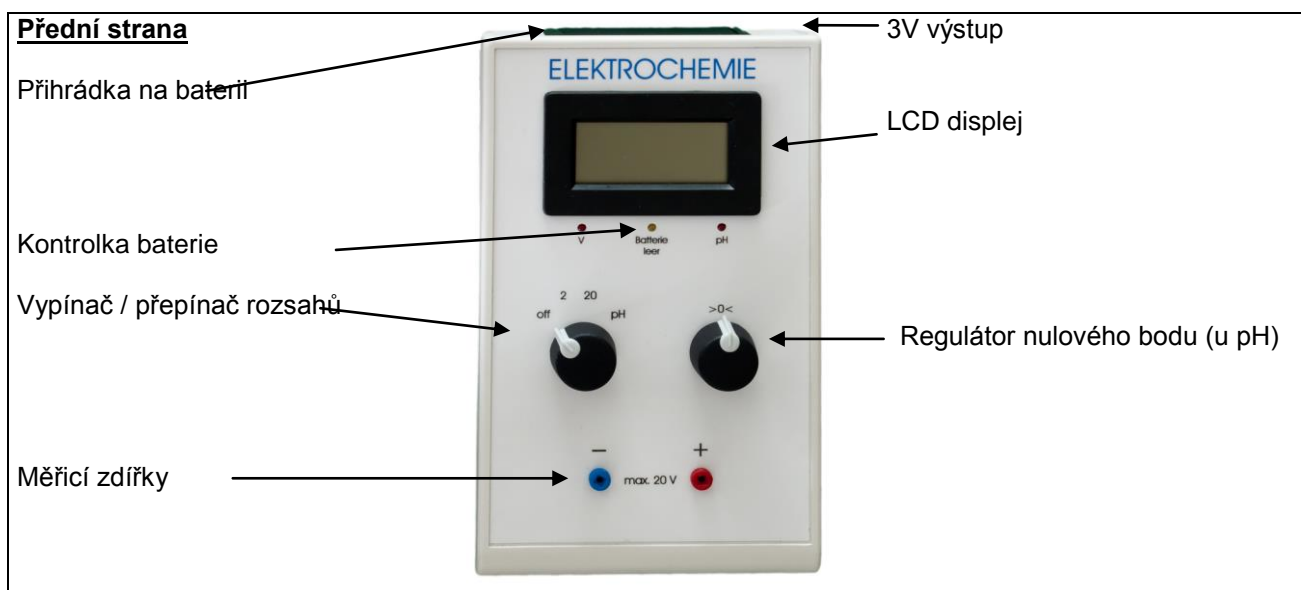
Po použití pracovního kufříku musíte všechny použité díly důkladně očistit a poté usušit.

Odstraňte filtrační papír, který se nachází mezi bloky článků a osušte přitom také oba šrouby s rýhovanou hlavou.

Použité elektrody očistěte pod tekoucí vodou a osušte, abyste zamezili korozi. Doporučujeme také přebrousit elektrody před odložením do kufříku smirkovým špalíčkem, abyste důkladně odstranili ulpělé zbytky chemikálií.

Pokud budete tyto pokyny dodržovat, zachováte dlouhou životnost pracovního kufříku.

Měřicí přístroj



Měřicí přístroj je napájen prostřednictvím přibalného síťového adaptéru. Kabel síťového adaptéru se zasune na spodní straně měřicího přístroje.

Alternativně lze vložit 9V baterii. Při nedostatečném napětí baterie se rozsvítí kontrolní LED žlutě.

Vedle galvanického měření lze pomocí měřicího přístroje provádět také měření pH.

1. Galvanické měření:

Při galvanickém měření se měřicí přístroj zapne přepínačem rozsahů a nachází se ihned v rozsahu měření 0–2 V. Chcete-li měřit vyšší napětí, můžete zobrazení na měřicím přístroji rozšířit dalším přepnutím přepínače rozsahu. Před měřením připojte elektrody pomocí 2mm zdířek k měřicímu přístroji (modrá/červená).

2. Měření pH:

Chcete-li měřit pH, připojte přibalenu elektrodu pH ke zdířce pH na spodní straně přístroje. Nyní přepněte přepínač rozsahu na „pH“. Pro kalibraci elektrody pH použijte puřový roztok (pH 4 nebo pH 9). Zde se jedná o jednobodovou kalibraci, při níž se po ponoření elektrody pH do příslušného puřového roztoku regulátor nulového bodu nastavuje tak dlouho, dokud se na displeji nezobrazuje hodnota puřového roztoku. Nyní lze provádět měření pH, na regulačních knoflíčích se však již nesmí provádět žádné změny.

Pokus 1: Měření napětí galvanických článků

List pro učitele

Chemikálie	Výstražné symboly	H-věty	P-věty
Pentahydrát síranu měďnatého		302, 319, 315, 410	273, 302+352, 305+351+338
Heptahydrát síranu zinečnatého		302, 318, 410	280, 273, 305+531+338, 301+330+331
Dusičnan stříbrný		272, 314, 410	273, 280, 301+330+331, 305+351+338
Heptahydrát síranu železnatého		302, 315, 319	302+352, 305+351+338
Sextahydrát síranu nikelnatého		350i, 341, 360D, 372, 302+332, 315, 334, 317, 410	201, 280, 273, 308+313, 342+311, 302+352
Dest. voda		---	---

Přístroje
Měřicí přístroj
Elektrody: 1 Cu, 1 Zn, 1 Ag, 1 Fe, 1 Ni
2 kabely pro provádění pokusů 2 snímací svorky
2 pipety s kapátkem

Varování: Pamatujte, prosím: Soli těžkých kovů jsou jedovaté!

Provedení pokusu:

- Poskytněte žákům připravené 1,0 a 0,1 molární roztoky elektrolytu. Každý žák potřebuje maximálně 10 ml příslušného roztoku.
- Sestavte blok článků dle popisu.
- Do komor nakapejte pipetou (je součástí pracovního kufříku) roztoky elektrolytu a vložte příslušné elektrody. Pipetu s kapátkem po naplnění dalšího roztoku elektrolytu dobře vyčistěte.
- Poté, co jsou komory (minimálně 2, maximálně 8) připraveny na pokus dle popisu, začněte s měřením napětí. V tomto pokusu je 5 komor vždy s jedním roztokem elektrolytu a příslušnou elektrodou konstruováno jako galvanický článek:
Cu / CuSO₄ , Zn / ZnSO₄ , Ag / AgNO₃ , Fe / FeSO₄ , Ni / NiSO₄
- Pro měření napětí připojte dva kabely pro provádění pokusů (červený/modrý s 2mm zdičkami – jsou obsaženy v pracovním kufříku) k měřicím zdičkám na měřicím přístroji. Pomocí snímacích svorek vytvořte propojení mezi oběma elektrodami a měřicím přístrojem.
- Na měřicím přístroji lze odečíst napětí odevzdávané galvanickým článkem. Při záporné zobrazené hodnotě změňte polaritu elektrod.

Pozorování a vyhodnocení:

U galvanických článků tvoří obecný kov vždy záporný pól.

Elektrony proudí vždy ze záporného pólu ke kladnému pólu, to znamená, že u kombinace zinek/měď ze zinku k mědi a u kombinace měď/stříbro z mědi ke stříbru.

U kombinací se zinkem je zinek vždy záporný pól a u kombinací se stříbrem je stříbro kladný pól galvanických článků. Z toho vyplývá galvanická řada napětí kovů s následujícím pořadím:



Jaké elektrody tvoří záporný pól, lze zjistit přepólováním.

Galvanický článek	Napětí (V) Roztok elektrolytu 1,0 mol/l	Napětí (V) Roztok elektrolytu 0,1 mol/l
Cu / Zn	cca 1,086	cca 1,086
Cu / Ag	cca 0,383	cca 0,383
Cu / Fe	cca 0,670	cca 0,670
Cu / Ni	cca 0,044	cca 0,044
Zn / Ag	cca 1,416	cca 1,416
Zn / Fe	cca 0,378	cca 0,378
Zn / Ni	cca 1,095	cca 1,095
Fe / Ag	cca 1,089	cca 1,089
Fe / Ni	cca 0,700	cca 0,700
Ag / Ni	cca 0,290	cca 0,290

Výpočet hmotností pro vytvoření 0,1 molárních roztoků:

Roztoky elektrolytů by měl vyrobit učitel před vyučováním v přiměřeně dostatečném množství (osvědčil se 1 litr).

- 1 litr 1,0 molárního roztoku CuSO₄: 249,50 g CuSO₄ · 5 H₂O v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.
- 1 litr 1,0 molárního roztoku ZnSO₄: 287,40 g ZnSO₄ · 7 H₂O v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.
- 1 litr 1,0 molárního roztoku AgNO₃: 169,88 g AgNO₃ v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.
- 1 litr 1,0 molárního roztoku FeSO₄: 277,90 g FeSO₄ · 7 H₂O v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.
- 1 litr 1,0 molárního roztoku NiSO₄: 262,70 g NiSO₄ · 6 H₂O v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.

Pro výrobu 0,1 molárních roztoků použijte prosím z uvedených množství (pro výrobu 1 molárního roztoku) jen 1/10 a doplňte je vodou v odměrné baňce do 1 litru.

Pokus 1: Měření napětí galvanických článků

List pro žáky

Chemikálie	Výstražné symboly	H-věty	P-věty	Přístroje
Pentahydrát síranu měďnatého		302, 319, 315, 410	273, 302+352, 305+351+338	Měřicí přístroj
Heptahydrát síranu zinečnatého		302, 318, 410	280, 273, 305+531+338, 301+330+331	Elektrody: 1 Cu, 1 Zn, 1 Ag, 1 Fe, 1 Ni
Dusičnan stříbrný		272, 314, 410	273, 280, 301+330+331, 305+351+338	2 kabely pro provádění pokusů 2 snímací svorky
Heptahydrát síranu železnatého		302, 315, 319	302+352, 305+351+338	2 pipety s kapátkem
Sextahydrát síranu nikelnatého		350i, 341, 360D, 372, 302+332, 315, 334, 317, 410	201, 280, 273, 308+313, 342+311, 302+352	
Dest. voda		---	---	

Varování: Pamatujte, prosím: Soli těžkých kovů jsou jedovaté!

Provedení pokusu:

1. Poskytněte žákům připravené 1,0 a 0,1 molární roztoky elektrolytu. Každý žák potřebuje maximálně 10 ml příslušného roztoku.
2. Sestavte blok článků dle popisu.
3. Do komor nakapejte pipetou (je součástí pracovního kufříku) roztoky elektrolytu a vložte příslušné elektrody. Pipetu s kapátkem po naplnění dalšího roztoku elektrolytu dobře vyčistěte.
4. Poté, co jsou komory (minimálně 2, maximálně 8) připraveny na pokus dle popisu, začněte s měřením napětí.

V tomto pokusu je 5 komor vždy s jedním roztokem elektrolytu a příslušnou elektrodou konstruováno jako galvanický článek:



5. Pro měření napětí připojte dva kabely pro provádění pokusů (červený/modrý s 2mm zdíčkami – jsou obsaženy v pracovním kufříku) k měřicím zdíčkám na měřicím přístroji. Pomocí snímacích svorek vytvořte propojení mezi oběma elektrodami a měřicím přístrojem.
6. Na měřicím přístroji lze odečíst napětí odevzdávané galvanickým článkem. Při záporné zobrazené hodnotě změňte pólování elektrod.

Pozorování a vyhodnocení:

Výsledky pokusu sestavte do tabulky a vyhodnoťte.

Galvanický článek	Napětí	
	Roztok elektrolytu 1,0 mol/l	Roztok elektrolytu 0,1 mol/l
Cu / Zn		
Cu / Ag		
Cu / Fe		
Cu / Ni		
Zn / Ag		
Zn / Fe		
Zn / Ni		
Fe / Ag		
Fe / Ni		
Ag / Ni		

Pokus 2: Měření napětí Daniellova článku

List pro učitele

Chemikálie	Výstražné symboly	H-věty	P-věty
Pentahydrát síranu měďnatého		302, 319, 315, 410	273, 302+352, 305+351+338
Heptahydrát síranu zinečnatého		302, 318, 410	280, 273, 305+531+338, 301+330+331
Dest. voda		---	---

Přístroje
Měřicí přístroj
Elektrody: 1 Cu, 1 Zn
2 kabely pro provádění pokusů
2 snímací svorky
2 pipety s kapátkem

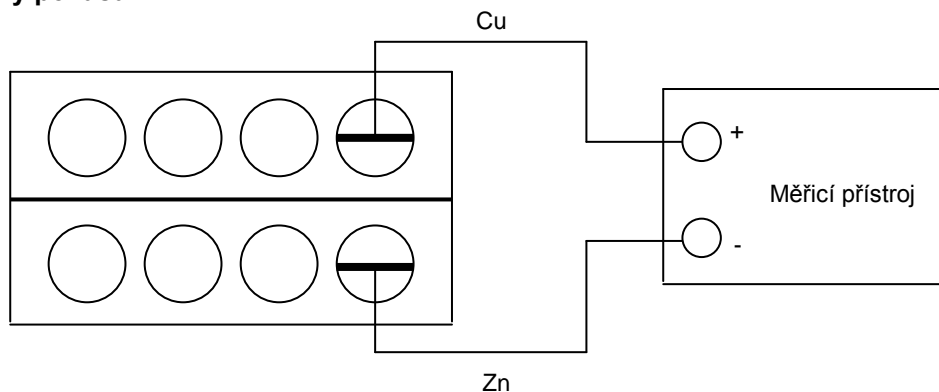
Varování: Pamatujte, prosím: Soli těžkých kovů jsou jedovaté!

Provedení pokusu:

1. Poskytněte žákům připravené 0,1 molární roztoky elektrolytu. Každý žák potřebuje maximálně 10 ml příslušného roztoku.
2. Sestavte blok článků dle popisu.
3. Do každé komory nakapejte pipetou (je obsažena v pracovním kuffíku) roztoky elektrolytů. Pipetu s kapátkem po naplnění dalšího roztoku elektrolytu dobře vyčistěte.
4. Do roztoku elektrolytu vložte příslušnou elektrodu, $\text{CuSO}_4 / \text{Cu}$ a $\text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$.
5. Poté, co jsou obě komory připraveny na pokus dle popisu, připojte je pomocí kabelů pro provádění pokusů k měřicím zdílkám měřicího přístroje a začněte s měřením napětí. Pokud se zobrazí záporné hodnoty, musíte přípojky na elektrodách přepólovat.
6. Pokus lze také opakovat s 1,0 molárním roztokem síranu měďnatého a síranu zinečnatého.

Pozorování a vyhodnocení:

Nákres struktury pokusu:



Roztoky elektrolytů by měl vyrobit učitel před vyučováním v přiměřeně dostatečném množství (osvědčil se 1 litr).

Výpočet hmotností pro vytvoření 0,1 molárních roztoků:

1. 1 litr 0,1 molárního roztoku CuSO_4 : 24,95 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.
2. 1 litr 0,1 molárního roztoku ZnSO_4 : 28,74 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.

Výpočet hmotností pro vytvoření 1,0 molárních roztoků:

1. 1 litr 1,0 molárního roztoku CuSO_4 : 249,50 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.
2. 1 litr 1,0 molárního roztoku ZnSO_4 : 287,40 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ v odměrné baňce doplňte vodou do 1 litru.

Při připojení měřicího přístroje k Daniellovu článku $\text{Cu} / \text{CuSO}_4 // \text{Zn} / \text{ZnSO}_4$ lze měřit napětí, které je při koncentraci elektrolytu 0,1 mol/l teoreticky 1,08 V. Výsledek měření zůstává zpravidla trochu pod teoretickou hodnotou a činí cca 1,06 V. Použijete-li v Daniellově článku 1,0 molární roztok, lze rovněž naměřit napětí 1,06 V.

Pokus 2: Měření napětí Daniellova článku

List pro žáky

Chemikálie	Výstražné symboly	H-věty	P-věty
Pentahydrát síranu měďnatého		302, 319, 315, 410	273, 302+352, 305+351+338
Heptahydrát síranu zinečnatého		302, 318, 410	280, 273, 305+531+338, 301+330+331
Dest. voda		---	---

Přístroje
Měřicí přístroj
Elektrody: 1 Cu, 1 Zn
2 kabely pro provádění pokusů
2 snímací svorky
2 pipety s kapátkem

Varování: Pamatujte, prosím: Soli těžkých kovů jsou jedovaté!

Provedení pokusu:

1. Poskytněte žákům připravené 0,1 molární roztoky elektrolytu. Každý žák potřebuje maximálně 10 ml příslušného roztoku.
2. Sestavte blok článků dle popisu.
3. Do každé komory nakapejte pipetou (je obsažena v pracovním kufříku) roztoky elektrolytů. Pipetu s kapátkem po naplnění dalšího roztoku elektrolytu dobře vyčistěte.
4. Do roztoku elektrolytu vložte příslušnou elektrodu, $\text{CuSO}_4 / \text{Cu}$ a $\text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$.
5. Poté, co jsou obě komory připraveny na pokus dle popisu, připojte je pomocí kabelů pro provádění pokusů k měřicím zdírkám měřicího přístroje a začněte s měřením napětí. Pokud se zobrazí záporné hodnoty, musíte přípojky na elektrodách přepólovat.
6. Pokus lze také opakovat s 1,0 molárním roztokem síranu měďnatého a síranu zinečnatého.

Pozorování a vyhodnocení:

Nákres struktury pokusu:

Výsledek měření napětí:

1. Daniellův článek s 1,0 molárními roztoky $\text{CuSO}_4 / \text{Cu} // \text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$:

V

2. Daniellův článek s 0,1 molárními roztoky $\text{CuSO}_4 / \text{Cu} // \text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$:

V
