

Elektrická vodivost roztoků

Jak využít elektrickou vodivost roztoků ke stanovení koncentrace?

Obsah

Úvod	2	Příprava úlohy (praktická příprava)	12
Cíle	2	Postup práce	12
Teoretický úvod	3	Nastavení HW a SW	12
Praktické provedení	4	Příprava měření	12
Motivace studentů	5	Kalibrace konduktometru (je-li nezbytná)	12
Doporučený postup	5	Příprava roztoků	12
Příprava úlohy	7	Vlastní měření (záznam dat)	13
Materiály pro studenty	7	Analýza naměřených dat	14
Záznam dat	7	Pracovní list učitele	15
Analýza dat	7	Slovníček pojmů	15
Syntéza a závěr	7	Teoretická příprava úlohy	16
Hodnocení	7	Vizualizace naměřených dat	16
Internetové odkazy	8	Vyhodnocení naměřených dat	17
Pracovní návod	9	Závěr	17
Zadání úlohy	9	Pracovní list studenta	19
Pomůcky	9	Slovníček pojmů	19
Bezpečnost práce	10	Teoretická příprava úlohy	20
Teoretický úvod	10	Vizualizace naměřených dat	20
		Vyhodnocení naměřených dat	21
		Závěr	21

 **Zařazení do výuky**

Experiment je vhodné zařadit v rámci učiva o vlastnostech látek, v obecné chemii (vlastnosti roztoků), v elektrochemii (pojmy elektrolyt, neelektrolyt).

 **Časová náročnost**

Dvě hodiny (2 × 45 min).

Čas včetně přípravy, úvodní diskuze a vyhodnocení výsledků skupin se závěrečnou diskuzí.

 **Tip**

Úlohu lze rozšířit o stanovení celkového obsahu iontů v roztocích nebo ji koncipovat jako kontrolní metodu na zjištění skutečného složení fyziologického roztoku, který lze zakoupit v každé lékárně.

 **Chemikálie**• **Kyselina chlorovodíková HCl**

R 34–37

S 26–36/37/39–45

Souhrn:

Způsobuje poleptání. Dráždí dýchací orgány. Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít. V případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc.

Nebezpečnost: C

• **Kyselina octová (CH₃COOH)**

R 10–35

S 23–26–36/37/39–45

Souhrn:

Hořlavina, způsobuje těžké poleptání. Nevdechujte páry. Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít. V případě úrazu nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení).

Nebezpečnost: C

Úvod

V tomto laboratorním cvičení se studenti seznámí s měřením elektrické vodivosti v roztocích. K měření bude využíváno čidla na měření vodivosti (conductivity sensor). Studenti experimentálně zjistí, které z roztoků uvedených látek jsou elektricky vodivé a rozdělí je na elektrolyty a neelektrolyty. Dále zjistí závislost elektrické vodivosti roztoku NaCl na jeho rostoucí koncentraci. Na základě změřené elektrické vodivosti neznámého vzorku poté zjistí jeho koncentraci.

Cíle

Studenti by měli zvládnout:

- použít odpovídající instrumentální vybavení (čidlo vodivosti PASCO) k určení elektrické vodivosti v roztocích,
- na základě změřených hodnot rozhodnout, zda je zkoumaný roztok elektrolyt nebo neelektrolyt,
- připravit roztoky o různé koncentraci NaCl a změřit jejich hodnoty elektrické vodivosti,
- sestavit kalibrační křivku z naměřených hodnot elektrických vodivostí roztoků známých koncentrací,
- proměřit elektrické vodivosti vzorků o neznámé koncentraci a využít kalibrační křivku k určení koncentrace neznámého vzorku.

Teoretický úvod

Elektrická vodivost je fyzikální veličina popisující vodiče resp. schopnost elektrolytu vést elektrický proud. Čím větší je el. vodivost, tím silnější elektrický proud prochází vodičem, resp. elektrolytem, při stejném napětí. Dobrý vodič má vysokou hodnotu vodivosti, špatný vodič má nízkou hodnotu vodivosti. V případě roztoků elektrolytů je nezbytnou podmínkou přítomnost volných pohyblivých částic (elektrony, ionty), které si předávají elektrický náboj. Pohyblivé částice si mohou předávat el. náboj v roztoku nebo v tavenině.

Vodivost roztoku G je rovna převrácené hodnotě jeho odporu. Měří se v tzv. konduktometrické nádobce mezi dvěma elektrodami o plošné velikosti S a vzdálenosti l .

$$G = 1/R = \kappa \cdot (S/l) \quad (1)$$

kde G ... vodivost (S – Siemens nebo Ω^{-1})

R ... odpor (Ω – „omega“, Ohm)

l ... vzdálenost elektrod (cm)

S ... plošná velikost elektrod (cm^2)

κ ... měrná vodivost („kapa“, S/cm)

Měrná vodivost vodných roztoků je součtem měrné vodivosti destilované vody a měrné vodivosti rozpuštěné látky.

$$\kappa (\text{roztoku}) = \kappa (\text{H}_2\text{O}) + \kappa (\text{rozpuštěná látka}) \quad (2)$$

Měrná vodivost vztažená na jednotkovou molární koncentraci se nazývá **molární vodivost Λ** (Λ – „lamda“, v jednotkách $\text{S} \cdot \text{cm}^2/\text{mol}$).

Má význam například pro výpočty koncentrace iontů ve vodném roztoku, protože platí vztah:

$$\begin{aligned} \kappa (\text{rozpuštěná látka}) &= \\ &= c(\text{kation}) \cdot \Lambda(\text{kation})/1000 + c(\text{anion}) \cdot \Lambda(\text{anion})/1000 \quad (3) \end{aligned}$$

nebo v případě, že koncentrace aniontů a kationtů jsou stejné:

$$\kappa (\text{rozpuštěná látka}) = c \cdot (\Lambda(\text{kation}) + \Lambda(\text{anion}))/1000$$

kde c ... koncentrace (mol/l).



Slovníček pojmů

ELEKTRICKÁ VODIVOST G
MĚRNÁ VODIVOST κ
PŘÍMÁ KONDUKTOMETRIE
ELEKTROLYT

Viz pracovní list (učitel).



Přehled pomůcek

- počítač s USB portem
- PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer
- PASPORT čidlo elektrické vodivosti
- software DataStudio
- 0,1 M roztok NaCl, 50 ml
- 0,1 M roztok HCl, 50 ml
- 0,1 M roztok $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (sacharosa), 50 ml
- 0,1 M roztok CH_3COOH , 50 ml
- zásobní 0,01 M roztok NaCl, 100 ml
- skleněná tyčinka
- zkumavky (7 ks), se širokým hrdlem, asi 20 cm vysoké
- pipety s balónkem (2 ks), 25 ml
- popisovač zkumavek (lihový fix)
- stojánek na zkumavky
- destilovaná voda, 100 ml
- buničina
- pracovní návod
- pracovní list
- ochranné pracovní pomůcky

Měření vodivosti lze realizovat jako tzv. *přímou konduktometrii*, kdy se měří v závislosti na koncentraci iontů nebo tzv. *nepřímou konduktometrii* resp. *konduktometrické titrace*, kdy se vodivosti využívá ke stanovení bodu ekvivalence.

Praktické provedení

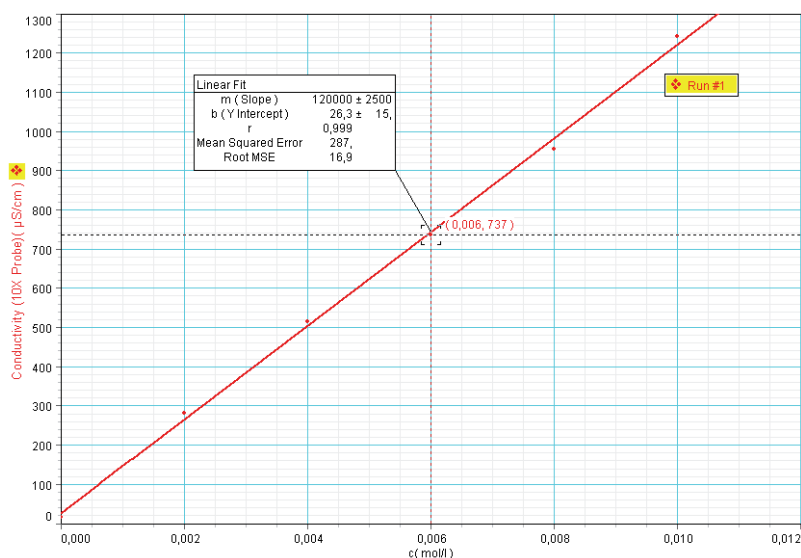
Měrná vodivost je úměrná počtu částic, které mohou přenášet elektrický náboj, je tedy úměrná koncentraci. Látky, které mají ve své struktuře přítomny ionty, které se po rozpuštění uvolňují, dosahují logicky vyšších hodnot měrných vodivostí. V případě různě silných elektrolytů tu bude svoji roli hrát i míra disociace.


Studenti na základě změřených hodnot měrných vodivostí rozhodnou, který z předložených vzorků je elektrolyt a porovnají své výsledky se strukturou dané látky.

Měrná vodivost κ je podle rovnice (3) přímo úměrná koncentraci. V oblasti vyšších koncentrací, však nemusí být vztah mezi koncentrací a měrnou vodivostí lineární.

Experimentální postup je v takovém případě následující:

1. Experimentátor změří hodnoty měrné vodivosti několika roztoků o známé koncentraci stanovované látky.
2. Tyto hodnoty jsou považovány za měrné vodivosti kalibračních roztoků (standardů) a jsou použity pro stanovení kalibrační křivky (graf závislosti měrné vodivosti na koncentraci).
3. Pomocí sestavené kalibrační křivky je následně možné určit neznámou koncentraci (viz následující graf).



4. Následně můžeme z naměřených měrných vodivostí velice jednoduše určit neznámé koncentrace. K určení použijeme nástroj **Smart Tool** () v **DataStudio**. Hodnotě y tj. měrné vodivosti odpovídá hodnota koncentrace, tj. souřadnice x .

Motivace studentů

Se studenty vedeme krátkou diskusí o tom, co je elektrická vodivost, čím je způsobena a k čemu by se jí dalo využít. Dále necháme studenty vyslovit hypotézu, který z uvedených roztoků látek bude vést elektrický proud, tedy bude vykazovat elektrickou vodivost. Zopakujeme pojmy elektrolyt a neelektrolyt s uvedením příkladů. Zeptáme se studentů jakou jinou alternativní metodu by bylo možné zvolit, abychom rozhodli, který z roztoků je elektrolytem.

Vysvětlíme, resp. zopakujeme, princip určování koncentrace prostřednictvím kalibrační křivky. Zmíníme se o matematickém vztahu mezi měrnou vodivostí a koncentrací. Poukážeme na lineární oblast křivky.

Doporučený postup

1. Každá pracovní skupina dostane „pracovní návod“ a každý člen skupiny „pracovní list“. Studenti si nejprve přečtou návod a teprve pak začnou s přípravou vlastního experimentu.
2. Doporučujeme, aby každý člen pracovní skupiny dostal svůj vlastní úkol. Pro čtyřčlennou skupinu například:
 - *student 1* – vedoucí týmu – dbá na to, že skupina bude při práci postupovat podle pracovního návodu,
 - *student 2* – koordinuje vyplňování pracovních listů a vyplněné pracovní listy vybírá (každý student si vyplní svůj pracovní list),
 - *student 3* – má na starosti sestavení/nastavení a obsluhu použitých přístrojů,
 - *student 4* – obsluhuje PC (SW pro získání a zpracování dat z použitých přístrojů).

3. Připojte zařízení (konduktometr) přes USB rozhraní k počítači (viz obrázek).



4. Vyberte odpovídající soubor DataStudia (**01 vodivost_roztoku_1.ds – pro 1. část; 01 vodivost_roztoku_2.ds – pro 2. část**) a pokračujte podle postupu uvedeného v „pracovním návodu“.

Příprava úlohy

Studenti vyplní (za domácí úkol nebo na začátku práce) slovníček pojmů a přípravnou část úlohy v „pracovním listě“. Je nezbytné, aby studenti tyto části vypracovali před vlastní experimentální činností. Zjistěte, jak studenti přípravnou část úlohy vypracovali.

Materiály pro studenty

„Pracovní návod“ postupně provede studenty („krok za krokem“) celou úlohou.

„Pracovní list“ slouží studentům k zaznamenání získaných dat, jejich analýze a pochopení.

Záznam dat

Postup při zaznamenávání dat je popsán v „pracovním listě“. Upozorněte studenty na to, že před vlastním započítáním měření je třeba úloze opravdu porozumět.

Analýza dat

Naměřená data studentům poslouží ke zodpovězení otázek v pracovním listu. Upozorněte studenty na souhrnné otázky. V učitelské verzi pracovního listu jsou uvedeny typické odpovědi studentů.

Syntéza a závěr

Poté, co studenti vyplní své pracovní listy, společně shrneme získané poznatky o konduktometrii, souvislost mezi strukturou látky a hodnotami vodivosti a možnostech využití kalibrační křivky ke stanovení koncentrace neznámé látky.

Hodnocení

(Viz dříve uvedené cíle.)

- Sestavili a použili studenti měřící zařízení správně?
- Postupovali korektně podle pracovního postupu?
- Pochopili studenti souvislost mezi strukturou látky a měřenou elektrickou vodivostí?

- Vypracovali studenti správně své pracovní listy?
- Rozdělili správně předložené vzorky na elektrolyty a neelektrolyty?
- Stanovili studenti koncentraci neznámého vzorku správně?
- Jsou studenti schopni zdůvodnit případné rozpory mezi svou hypotézou a případně mezi stanovenou a skutečnou koncentrací látky?



Pasco zdroje

Na stránkách www.pasco.com a www.pasco.cz naleznete řadu dalších zdrojů.



Internetové odkazy

http://store.pasco.com/pascostore/showdetl.cfm?&DID=9&Product_ID=51987&Detail=1

http://jan.safra.name/Sbirka_prikladu/Konduktometrie.htm

http://cs.wikipedia.org/wiki/Werner_von_Siemens



CHEMIE

laboratorní cvičení č. 1

1

• CHEMIE

Elektrická vodivost roztoků (návod)

Zadání úlohy

U předložených vzorků proměřte hodnoty měrných vodivostí a na základě změřených hodnot rozhodněte, který lze považovat za elektrolyt a který za neelektrolyt. Dále stanovte koncentraci NaCl v neznámém vzorku metodou kalibrační křivky.

Pomůcky

- počítač s USB portem
- PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer
- PASPORT čidlo elektrické vodivosti
- software DataStudio
- 0,1 M roztok NaCl, 50 ml
- 0,1 M roztok HCl, 50 ml
- 0,1 M roztok $C_{12}H_{22}O_{11}$ (sacharosa), 50 ml
- 0,1 M roztok CH_3COOH , 50 ml
- zásobní 0,01 M roztok NaCl, 100 ml
- skleněná tyčinka
- zkumavky (7 ks), se širokým hrdlem, asi 20 cm vysoké
- pipety s balónkem (2 ks), 25 ml
- popisovač zkumavek (lihový fix)
- stojánek na zkumavky
- destilovaná voda, 100 ml
- buničina
- *pracovní návod*
- *pracovní list*
- *ochranné pracovní pomůcky*

PRACOVNÍ NÁVOD



Bezpečnost práce

Pracujte pečlivě a v souladu s pracovním návodem. S chemikáliemi zacházejte vždy dle instrukcí pedagoga. Nikdy nepipetujte ústy (vždy používejte balónek). V laboratoři používejte ochranné brýle, plášť a případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí.

Teoretický úvod

Elektrická vodivost je fyzikální veličina popisující vodiče, resp. schopnost elektrolytu vést elektrický proud. Čím větší je el. vodivost, tím silnější elektrický proud prochází vodičem, resp. elektrolytem, při stejném napětí. Dobrý vodič má vysokou hodnotu vodivosti, špatný vodič má nízkou hodnotu vodivosti. V případě roztoků elektrolytů je nezbytnou podmínkou přítomnost volných pohyblivých částic (elektrony, ionty), které si předávají elektrický náboj. Pohyblivé částice si mohou předávat el. náboj v roztoku nebo v tavenině.

Vodivost roztoku G je rovna převrácené hodnotě jeho odporu. Měří se v tzv. konduktometrické nádobce mezi dvěma elektrodami o plošné velikosti S a vzdálenosti l .

$$G = 1/R = \kappa \cdot (S/l) \quad (1)$$

kde G ... vodivost (S – Siemens nebo Ω^{-1})

R ... odpor (Ω – „omega“, Ohm)

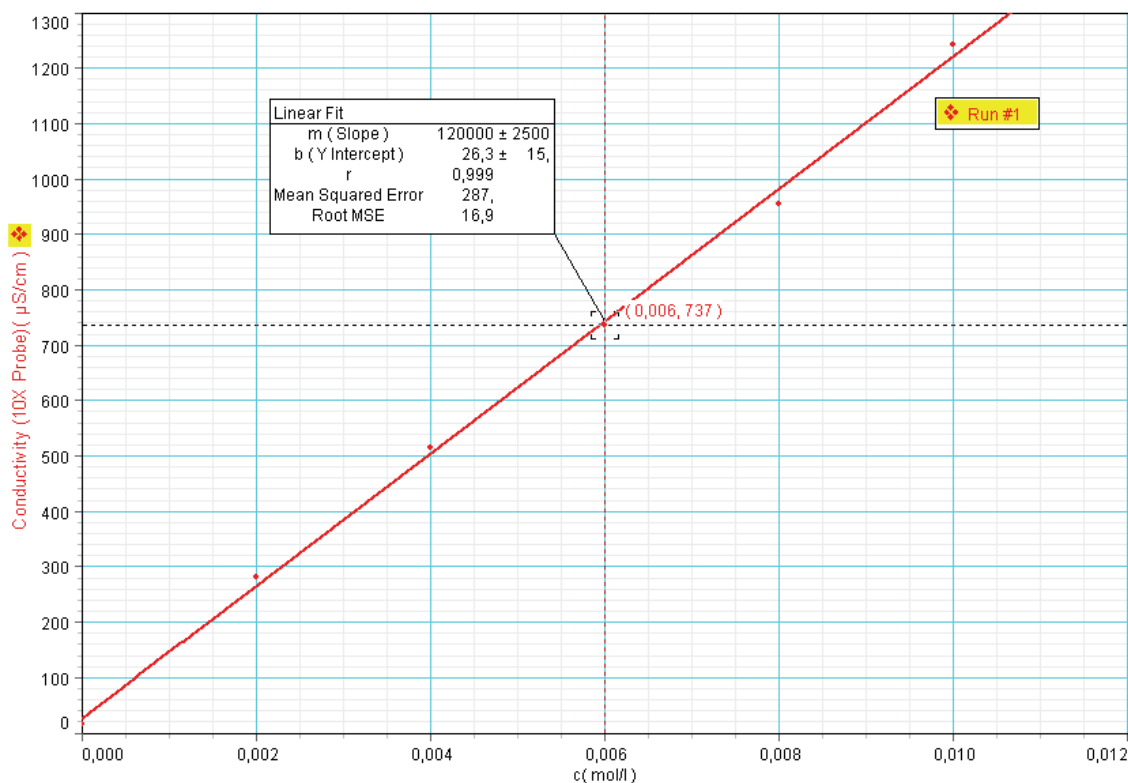
l ... vzdálenost elektrod (cm)

S ... plošná velikost elektrod (cm^2)

κ ... měrná vodivost („kapa“, S/cm)

Měření vodivosti lze realizovat jako tzv. *přímou konduktometrii*, kdy se měří v závislosti na koncentraci iontů nebo tzv. *nepřímou konduktometrii* neboli *konduktometrické titrace*, kdy se vodivosti využívá ke stanovení bodu ekvivalence.

Stanovení koncentrace provedeme pomocí tzv. metody kalibrační křivky, kdy změříme hodnoty měrné vodivosti několika roztoků o známé koncentraci stanovované látky. Tyto roztoky nazýváme kalibrační roztoky (standarty). Známé koncentrace a změřené hodnoty měrných vodivostí roztoků zaznamenáme do tabulky a následně z nich sestrojíme graf závislosti měrné vodivosti na koncentraci – kalibrační křivku. Potom změříme měrnou vodivost roztoku o neznámé koncentraci stejné látky. Po vynesení změřené měrné vodivosti do grafu můžeme pomocí sestrojené kalibrační křivky velice jednoduše určit neznámou koncentraci.



Ukázkový kalibrační graf

1. V této úloze nejprve u předložených vzorků proměříme hodnoty měrných vodivostí a na základě změřených hodnot určíme, který lze považovat za elektrolyt a který za neelektrolyt.
2. Dále stanovíme koncentraci NaCl v neznámém vzorku metodou kalibrační křivky.

Příprava úlohy (praktická příprava)

Nejprve zpracujte slovníček a teoretickou přípravu na „pracovním listě“ a teprve potom začněte pracovat v laboratoři.

Postup práce

Nastavení HW a SW

1. Připojte zařízení (konduktometr) přes USB rozhraní k počítači (viz obrázek).



2. Vyberte a otevřete odpovídající konfigurační soubor DataStudia

01 vodivost_roztoku_1.ds – pro 1. část;

01 vodivost_roztoku_2.ds – pro 2. část

a pokračujte podle postupu uvedeného v „pracovním návodu“.

***Poznámka:** Konfigurační soubory automaticky otevřou potřebná okna a nastaví výchozí parametry (rychlost snímání atd.).*

Příprava měření

Kalibrace konduktometru (je-li nezbytná)

1. Klikněte na záložku **SETUP** a poté zvolte tlačítko **CALIBRATE**.
2. Zapište známou hodnotu měrné vodivosti standardu (např. 0,01M KCl odpovídá vodivosti $1413 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ při 25 °C) do textového pole.
3. Vložte vodivostní celu do roztoku standardu.
4. Klikněte na tlačítko **SET**.
5. Klikněte na tlačítko **OK**.

Příprava roztoků

1. Ze zásobních roztoků si odlijte asi 20 ml do měřících nádobek (zkumavka s širším hrdlem). Budete potřebovat 5 zkumavek na – 0,1M HCl; 0,1M CH₃COOH; 0,1M NaCl; 0,1M C₁₂H₂₂O₁₁ (sacharosa) a destilovanou vodu.
2. Odměřte asi 75 ml 0,01 M zásobního roztoku chloridu sodného NaCl do 100 ml kádinky. Do druhé kádinky o objemu 100 ml odměřte asi 75 ml destilované vody.
3. Označte šest zkumavek s širším hrdlem o objemu minimálně 30 ml čísly (1–6) a umístěte je do stojánku na zkumavky. Přidejte sedmou zkumavku pro neznámý vzorek.





- Postupně napipetujte první pipetou 0, 4, 8, 12, 16 a 20 ml 0,01 M zásobního roztoku chloridu sodného do zkumavek označených čísly 1–6.
- Druhou pipetou přidejte do kádinek 1–6 postupně 20, 16, 12, 8, 4 a 0 ml destilované vody.
- Každý roztok pečlivě protřepejte, případně promíchejte tyčinkou. Před vložením do dalšího roztoku tyčinku vždy pečlivě opláchněte a důkladně osušte.
- V sedmé zkumavce obdržíte od vyučujícího vzorek o neznámé koncentraci.

Pipetované objemy a výsledné koncentrace roztoků jsou přehledně shrnuty v následující tabulce:

Zkumavka č.	Objem 0,01 M NaCl	Objem destilované vody	Látková koncentrace [mol/l]
1	0 ml	20 ml	0,000
2	4 ml	16 ml	0,002
3	8 ml	12 ml	0,004
4	12 ml	8 ml	0,006
5	16 ml	4 ml	0,008
6	20 ml	0 ml	0,010






Vlastní měření (záznam dat)

Měření měrné vodivosti u různých vzorků


- Před každým měřením pečlivě opláchněte vodivostní celu destilovanou vodou a osušte buničinou. Vložte vodivostní celu do zkumavky označenou číslem 1 (HCl).
- Zaznamenávání dat zahajte kliknutím na tlačítko **Start** ( Start).
 - Tlačítko **Start** ( Start) se změní na tlačítko **Keep** ( Keep). V prvním řádku tabulky měrné vodivosti a příslušného vzorku (1 – HCl; 2 – CH₃COOH; 3 – NaCl; 4 – C₁₂H₂₂O₁₁ (sacharosa) a 5 – destilovaná voda) se po stisknutí tlačítka **Keep** zobrazí odpovídající hodnota měrné vodivosti. Na číslicovém displeji se zobrazí změřená měrná vodivost.
- Po vyjmutí vodivostní cely z měřené zkumavky ji opět opláchněte destilovanou vodou a osušte buničinou. Vložte vodivostní celu do zkumavky označenou číslem 2 a celý postup opakujte.
- Po ukončení měření vodivostí roztoků klikněte na tlačítko **Stop** ( Stop).

Měření měrné vodivosti u kalibračních roztoků

- Před každým měřením pečlivě opláchněte vodivostní celu destilovanou vodou a osušte buničinou. Vložte vodivostní celu do zkumavky označenou číslem 1 (destilovaná voda).

- Zaznamenávání dat zahajte kliknutím na tlačítko **Start** ( Start).
 - Tlačítko **Start** ( Start) se změní na tlačítko **Keep** ( Keep). V prvním řádku tabulky měrné vodivosti a koncentrace se zobrazí první hodnota koncentrace (0,00 M) a odpovídající hodnota měrné vodivosti.
 - Kliknutím na tlačítko **Keep** ( Keep) zaznamenejte hodnotu měrné vodivosti prvního vzorku.
- Po vyjmutí vodivostní cely z měřené zkumavky ji opět opláchněte destilovanou vodou a osušte buničinou. Vložte vodivostní celu do zkumavky označenou číslem 2 a celý postup opakujte.
- Po změření všech kalibračních roztoků o známé koncentraci klikněte na tlačítko **Stop** ( Stop).
- Pečlivě opláchněte vodivostní celu destilovanou vodou a řádně osušte buničinou.


Měření měrné vodivosti neznámých vzorků

- Opláchnutou a osušenou vodivostní celu vložte do neznámého vzorku 1.
- Klikněte na volbu **Experiment** a zvolte možnost **Monitor Data**. Sledujte hodnotu měrné vodivosti na číslicovém displeji. Jakmile se hodnota ustálí, zaznamenejte ji do „pracovního listu“. Zaznamenávání dat ukončete kliknutím na tlačítko **Stop** ( Stop).

Analýza naměřených dat

Naměřené hodnoty vodivosti přepište do tabulky svého pracovního listu.

- Pomocí kalibrační křivky určete koncentraci neznámého vzorku.
- Klikněte na tlačítko funkce **Fit** a zvolte možnost „Linear Fit“.

Tip: Klikněte na tlačítko funkce **Smart Tool** (). Umístěte kurzor do kalibračního grafu tak, aby hodnota na ose **y** odpovídala naměřené měrné vodivosti neznámého vzorku a odečtěte neznámou koncentraci na ose **x**.
- Zaznamenejte zjištěnou hodnotu koncentrace do „pracovního listu“.
- Své výsledky v **DataStudios** uložte (nabídka File → Save Activity As...) na místo, které máte vyhrazeno k ukládání svých souborů.
- Odpovězte na otázky v „pracovním listu“.
- Dle instrukcí učitele uklidte své pracovní místo.

CHEMIE

1

• CHEMIE

laboratorní cvičení č. 1

Elektrická vodivost roztoků pracovní list (učitel)

Slovníček pojmů



S využitím dostupných zdrojů vysvětlete následující pojmy:

Elektrická vodivost G:

Vodivost roztoku je převrácená hodnota elektrického odporu, udává se v jednotkách S (Siemens) popřípadě Ω^{-1} . Je přímo úměrná měrné vodivosti a plošné velikosti elektrod, nepřímo úměrná vzdálenosti elektrod.

Měrná vodivost κ :

Je charakteristickou vlastností měřeného roztoku, závisí na koncentraci všech iontů v roztoku. Můžeme ji měřit v závislosti na koncentraci.

Přímá konduktometrie:

Je založena na měření vodivosti, která je závislá na koncentraci iontů. Slouží k určení koncentrace jednosložkového roztoku nebo k určení celkového obsahu iontů.

Elektrolyt:

Elektrolyt je roztok nebo tavenina, který vede elektrický proud. Vzniká obvykle rozpuštěním iontových sloučenin v polárních rozpouštědlech. V elektrolytech nepřenášejí proud elektrony jako u kovů, ale ionty. Ionty jsou proti elektronům větší, jejich pohyblivost je menší, takže vodivost je u elektrolytů nižší než u kovů.

Teoretická příprava úlohy

1. Jakým způsobem lze rozhodnout, zda je daná látka elektrolytem nebo neelektrolytem?

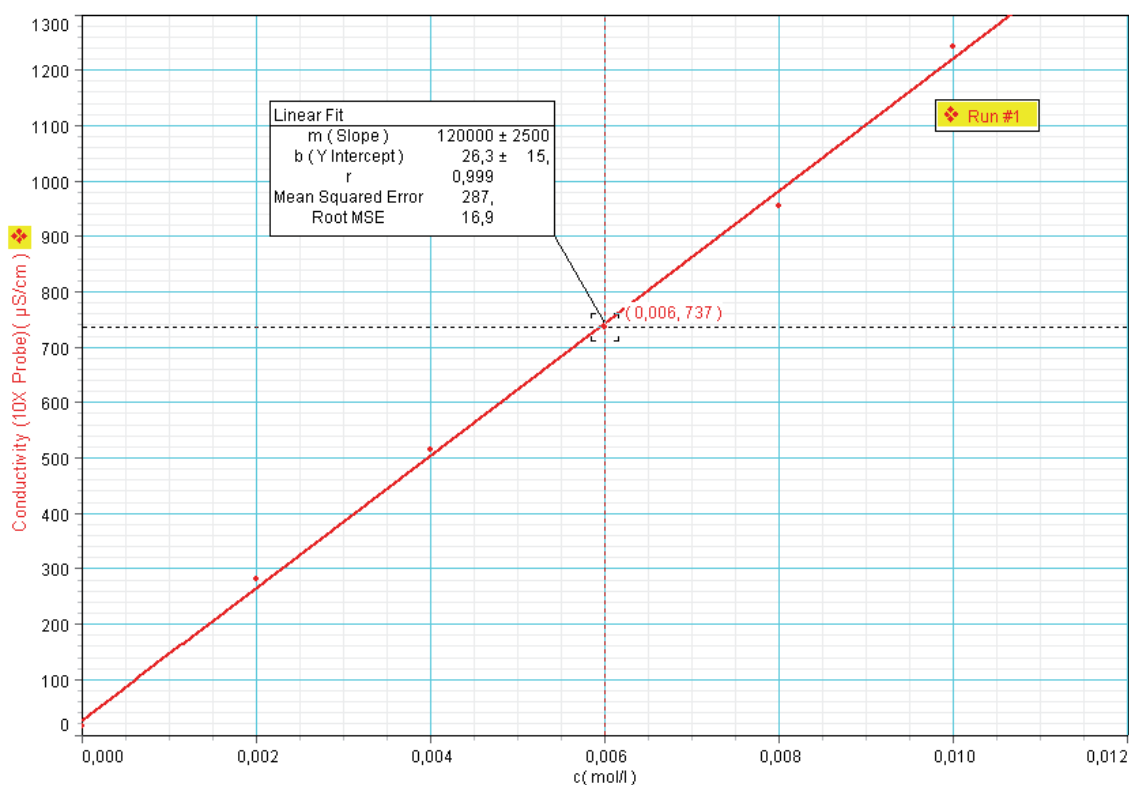
Jedna z možných odpovědí: Elektrolyt je látka, která se v roztoku nebo v tavenině rozpadá na ionty. Roztoky elektrolytů budou mít hodnoty měrných vodivostí výrazně vyšší než roztoky neelektrolytů.

2. Jak můžeme využít k určení neznámé koncentrace vztah mezi měrnou vodivostí a koncentrací látky v roztoku?

Jedna z možných odpovědí: Neznámou koncentraci látky v roztoku můžeme zjistit pomocí kalibrační křivky, ve které máme vynesenu měrnou vodivost proti známé koncentraci. Jednoduše tak můžeme odečíst hodnotu koncentrace pro naměřenou hodnotu měrné vodivosti vzorku o neznámé koncentraci.

Vizualizace naměřených dat

1. Zkonstruuje graf závislosti měrné vodivosti na koncentraci. Zaznamenejte všechny potřebné údaje a graf správně popište (osy, jednotky, ...).



Ukázkový kalibrační graf

Vyhodnocení naměřených dat

1. Do připravené tabulky zaznamenejte naměřené hodnoty měrných vodivostí jednotlivých roztoků a rozhodněte, zda je daná látka elektrolyt.

Zkumavka č.	Vzorek	Měrná vodivost [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	Elektrolyt
1	HCl	9678	ano
2	CH ₃ COOH	494	ano
3	NaCl	5261	ano
4	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	14	ne
5	H ₂ O	14	ne

2. Do připravené tabulky zaznamenejte naměřené hodnoty měrných vodivostí kalibračních roztoků a neznámého vzorku.

Zkumavka č.	Látková koncentrace [mol/l]	Měrná vodivost [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]
1	0,000	17
2	0,002	281
3	0,004	515
4	0,006	737
5	0,008	955
6	0,010	1243
neznámý vzorek	0,007	862

3. Určete koncentraci stanovované látky v neznámém roztoku.

*Koncentrace látky v neznámém roztoku je **0,007 mol/l**.*

Závěr

1. Na základě změřených hodnot měrných vodivostí rozhodněte, který z uvedených vzorků je elektrolyt. Své tvrzení vysvětlete!

Mezi elektrolyty patří HCl, NaCl, CH₃COOH – mají velké hodnoty měrných vodivostí. Roztok C₁₂H₂₂O₁₁ a H₂O jsou neelektrolyty – mají velmi nízké hodnoty měrných vodivostí. Hodnota 14 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ souvisí s nižší kvalitou destilované vody.

2. Jaká je zjištěná koncentrace neznámého vzorku?

Na základě změřené hodnoty měrné vodivosti 862 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ je zjištěná hodnota koncentrace 0,007 mol/l.

3. Je vaše stanovená hodnota koncentrace ve shodě s hodnotou udanou vyučujícím? Vypočítejte o kolik procent se vaše hodnota liší od správného výsledku.

Ano je. Vyučující uvedl, že jím připravený roztok neznámého vzorku měl opravdu koncentraci 0,007 mol/l.

4. Jak vysvětlíte případné odchylky stanovené koncentrace od hodnoty uvedené vyučujícím?

Některé z možností zanesení chyb:

- špatně připravené kalibrační roztoky (chyby při pipetování, špatné promíchání, ...)
- špatně připravený „neznámý roztok“ (chybu zanesl pedagog :-))
- nelinearita kalibrační křivky (příliš vysoká koncentrace měřených roztoků)

5. Zjistěte, po které významné osobnosti je pojmenována jednotka elektrické vodivosti.

Ernst Werner von Siemens (13. 12. 1816 – 6. 12. 1892) byl německý vynálezce a průmyslník. Narodil se v pruském městečku Lenthe blízko Hannoveru. Navštěvoval rok měšťanskou školu v Schönbergu, tři roky ho učil soukromý učitel a tři roky studoval na gymnáziu Katharineum v Lübecku. Studium skončil předčasně, ale i přesto se chtěl vzdělávat dále na univerzitě. Zajímaly ho hlavně přírodní vědy, ale na univerzitu nenastoupil, protože rodině se nedostávalo prostředků. Proto mladý Werner Siemens nastoupil jako devatenáctiletý do armády, kde sloužil celých 14 let. Díky tomu mohl na Dělostřelecké a technické akademii v Berlíně tři roky studovat fyziku, chemii, matematiku a balistiku. Svůj první pruský patent dostal Siemens v roce 1842 za objev principu galvanického postříbřování a pozlacování.

Pracovní list studenta

skupina:.....

jméno:..... třída:..... datum:.....

Slovníček pojmů

S využitím dostupných zdrojů vysvětlete následující pojmy:

Elektrická vodivost G:

Měrná vodivost κ :

Přímá konduktometrie:

Elektrolyt:

Teoretická příprava úlohy

1. Jakým způsobem lze rozhodnout, zda je daná látka elektrolytem nebo neelektrolytem?

2. Jak můžeme využít k určení neznámé koncentrace vztah mezi měrnou vodivostí a koncentrací látky v roztoku?

Vizualizace naměřených dat

1. Zkonstruuje graf závislosti turbidance na koncentraci. Zaznamenejte všechny potřebné údaje a graf správně popište (osy, jednotky, ...).



Vyhodnocení naměřených dat

1. Do připravené tabulky zaznamenejte naměřené hodnoty měrných vodivostí jednotlivých roztoků a rozhodněte, zda je daná látka elektrolyt.

Zkumavka č.	Vzorek	Měrná vodivost [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	Elektrolyt
1	HCl		
2	CH ₃ COOH		
3	NaCl		
4	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁		
5	H ₂ O		

2. Do připravené tabulky zaznamenejte naměřené hodnoty měrných vodivostí kalibračních roztoků a neznámého vzorku.

Zkumavka č.	Látková koncentrace [mol/l]	Měrná vodivost [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]
1	0,000	
2	0,002	
3	0,004	
4	0,006	
5	0,008	
6	0,010	
neznámý vzorek		

3. Určete koncentraci stanovované látky v neznámém roztoku.

Koncentrace látky v neznámém roztoku je mol/l.

Závěr

1. Na základě změřených hodnot měrných vodivostí rozhodněte, který z uvedených vzorků je elektrolyt. Své tvrzení vysvětli!

2. Jaká je zjištěná koncentrace neznámého vzorku?

3. Je vaše stanovená hodnota koncentrace ve shodě s hodnotou udanou vyučujícím? Vypočítejte o kolik procent se vaše hodnota liší od správného výsledku.

4. Jak vysvětlíte případné odchylky stanovené koncentrace od hodnoty uvedené vyučujícím?

5. Zjistěte, po které významné osobnosti je pojmenována jednotka elektrické vodivosti.