

Elektrická vodivost elektrolytů

pracovní návod s metodickým
komentářem pro učitele
připravil M. Škavrada

chemie

01

úloha číslo

Cíle

Seznámit studenty s měřením elektrické vodivosti v roztocích pomocí senzoru vodivosti. Experimentálně zjistit, které z roztoků uvedených látek jsou elektricky vodivé a rozdělit je na elektrolyty a neelektrolyty.

Podrobnější rozbor cílů

- Použít odpovídající instrumentální vybavení (senzor vodivosti PASCO) k určení elektrické vodivosti v roztocích.
- Na základě změřených hodnot rozhodnout, zda je zkoumaný roztok elektrolyt nebo neelektrolyt.

Zadání úlohy

Proměřte hodnoty měrné elektrické vodivosti u vybraných roztoků látek. Na základě těchto hodnot je rozdělte na elektrolyty a neelektrolyty.

Technická úskalí, tipy a triky

Pro relevantní porovnání hodnot elektrické vodivosti u zvolených roztoků vždy volte stejné koncentrace látek, vyjádřeno nejlépe v jednotkách mol/l.

Pomůcky

počítač s USB portem; PASPORT USB Link (Interface) nebo Xplorer nebo SPARK jako Interface; PASPORT senzor elektrické vodivosti; software DataStudio; 0,1 M roztok HCl – 50 ml; 0,1 M roztok CH₃COOH – 50 ml; 0,1 M roztok NaOH – 50 ml; 0,1 M roztok NaCl – 50 ml; 0,1 M roztok sacharosu (C₁₂H₂₂O₁₁) – 50 ml; voda z vodovodního řádu – 50 ml; destilovaná voda – 50 ml; kádinka 25 ml; kádinka 150 ml s destilovanou vodou na oplach; míchadlo (doporučujeme magnetické); popisovač zkumavek (lihový fix); buničina; pracovní návod

Zařazení do výuky

Experiment je vhodné zařadit v rámci učiva o vlastnostech látek (základní škola), v obecné chemii (acidobazické reakce), v anorganické chemii (sloučeniny s¹-prvků, p⁵-prvků), eventuelně rozšířené učivo analytické chemie – střední škola (elektrochemické analytické metody).

Časová náročnost

Deset minut – vlastní provedení s již připravenými roztoky.

Návaznost experimentů

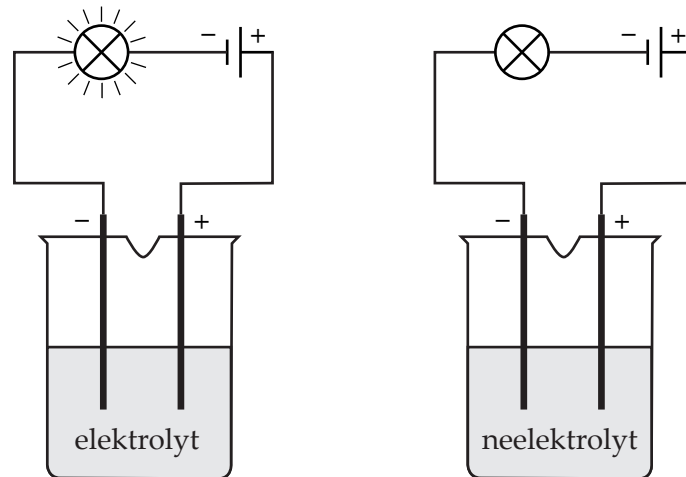
Tuto úlohu lze zařadit jako navazující na experimenty týkající se dalších vlastností látek (teplota, objem, tlak). Jako navazující experiment lze zařadit konduktometrické titrace.

Mezipředmětové vztahy

fyzika – elektrická vodivost v kapalinách

Teoretický úvod

Elektrická vodivost je fyzikální veličina popisující schopnost vodiče, resp. elektrolytu vést elektrický proud. Čím větší je elektrická 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 elektrický náboj v roztoku nebo v tavenině. Roztok elektrolytu tak může být součástí elektrického obvodu, což lze jednoduše indikovat pomocí žárovky.



Obr. 1: Jednoduchý test vodivosti roztoku

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 .

$$G = \frac{1}{R} = \kappa \cdot \frac{S}{l}, \quad (1)$$

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 (v jednotkách $\text{S}\cdot\text{cm}^2/\text{mol}$), která je určující pro vodivost jednotlivých iontů. Nejvyšších hodnot dosahují ionty H^+ a OH^- .

Motivace

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 vyslo-

vit 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 (vede elektrický proud).

Bezpečnost práce

Doporučujeme běžné ochranné pomůcky (ochranné brýle, plášť), případně další pomůcky v souladu se správnou laboratorní praxí.

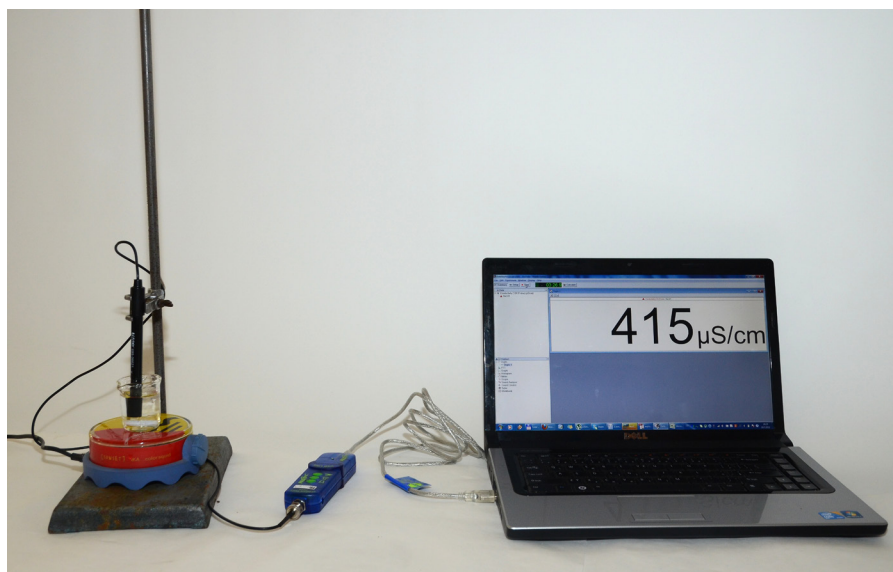
Příprava úlohy

Doporučujeme připravit roztoky před vlastním experimentem.

Postup práce

Nastavení HW a SW

Připojte PASCO senzor vodivosti přes USB link k počítači nebo využijte propojení přes zařízení SPARK (obrázek 2) a otevřete odpovídající soubor Data-Studio s nastavením parametrů (**ch01_elektricka_vodivost_roztoku.ds**). Tento dokument je dostupný na webu <http://www.expoz.cz>.



Obr. 2: Zapojení měřicí soustavy

Příprava měření

Kalibrace konduktometru (je-li nezbytná):

- 1) Klikněte na záložku *SETUP* a poté zvolte tlačítko *CALIBRATE*.
- 2) Zvolte 1 bodovou kalibraci (*1 Point*).
- 3) 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.
- 4) Vložte senzor vodivosti do roztoku standardu.
- 5) Klikněte na tlačítko *READ FROM SENSOR*.
- 6) Klikněte na tlačítko *OK*.
- 7) Zavřete okno *Experiment Setup*.

Technická úskalí, tipy a triky

Kyselina chlorovodíková (HCl)

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.

Třída nebezpečnosti C.

R 34-37

S 26-36/37/39-45

Hydroxid sodný (NaOH)

způsobuje těžké poleptání. 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).

Třída nebezpečnosti C.

R 35

S 26-36/37/39-45

Kyselina octová (CH₃COOH)

je 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).

Třída nebezpečnosti C.

R 10-35

S 23-26-36/37/39-45

Technická úskalí, tipy a triky

Uvedený soubor lze modifikovat zavřením příslušných oken, např. *Table 1*. Další okna, např. časový záznam měrné vodivosti, lze přidat po stisknutí tlačítka *Summary* a přetažením dané volby na pracovní plochu.

Technická úskalí, tipy a triky

Jako sacharosu lze použít běžný potravinářský cukr (krupice).

Pokud budete měřit v jedné nádobce, kterou budete vyplachovat, je dobré začít měřit od roztoků s nejnižší vodivostí směrem k roztokům s vyššími hodnotami z důvodu kontaminace, která by se projevila vyššími hodnotami elektrické vodivosti.

Při ponoření senzoru dbejte na to, aby byl ponořen alespoň 2–3 cm od hladiny a zároveň, aby se magnetické míchadélko nedostalo do kontaktu se senzorem.

Technická úskalí, tipy a triky

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 různých silných elektrolytů tu bude svoji roli hrát i míra disociace.

Syntéza a závěr

Ukázkové výsledky měření s vyhodnocením elektrolyt/neelektrolyt naleznete na webu www.expoz.cz.

Příprava roztoků

- 1) Připravte si 50 ml následujících roztoků 0,1 M HCl; 0,1 M NaOH; 0,1 M CH₃COOH; 0,1 M NaCl; 0,1 M C₁₂H₂₂O₁₁ (sacharosa), vodu z vodovodu a destilovanou vodu.
Z těchto zásobních roztoků si odlijte asi 25 ml do měřících kádinek (kádinka 50 ml).
- 2) Do připravené kádinky si odlijte první roztok, vhodte míchadélko magnetického míchadla a kádinku umístěte na plochu magnetického míchadla. Celý postup opakujete i pro zbývající roztoky.

Vlastní měření a záznam dat

- 1) Před každým měřením pečlivě opláchněte senzor vodivosti destilovanou vodou a osušte buničinou. Vložte senzor vodivosti do kádinky s roztokem 1.
- 2) Zaznamenávání dat zahajte kliknutím na tlačítko *START*.
 - Tlačítko *START* se změní na tlačítko *KEEP*. Po ustálení hodnoty měrné vodivosti stiskněte tlačítko *KEEP*. Do dialogového okna zapíše název nebo číslo vzorku.
V prvním řádku tabulky měrné vodivosti a příslušného vzorku se zapíše hodnota. Doporučené číslování vzorků (1 – destilovaná voda; 2 – voda; 3 – C₁₂H₂₂O₁₁ (sacharosa); 4 – NaCl; 5 – CH₃COOH; 6 – NaOH a 7 – HCl).
- 3) Po vyjmutí senzoru vodivosti ho opět opláchněte destilovanou vodou a osušte buničinou. Vložte senzor do zkumavky označenou číslem 2. Celý postup opakujte pro zbývající vzorky.
- 4) Po ukončení měření vodivosti roztoků klikněte na tlačítko *STOP*.

Analýza naměřených dat

Diskutujte se studenty dosažené výsledky. Na základě naměřených hodnot nechte studenty rozdělit měřené roztoky na elektrolyty a neelektrolyty.

Informační zdroje

- <http://www.pasco.com/family/datastudio/index.cfm>
- http://www.pasco.com/prodcatalog/ps/ps-2008_spark-science-learning-system/index.cfm
- http://www.pasco.com/prodCatalog/PS/PS-2116_pasport-conductivity-sensor/
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Konduktivita>