

Potenciometrie a konduktometrie

Jméno:

Skupina:

Jméno spolupracovníka:

Datum:

Úvod

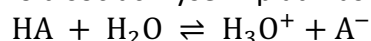
Vaši výzkumné skupině nestačilo v minulé stechiometrické úloze zkoumání počtu kyselých vodíků v molekule, na základě čehož jste vyčíslili acidobazickou reakci. Rozhodli jste se tento experiment ověřit pomocí konduktometrické a potenciometrické titrace. A proč zrovna kombinace těchto dvou metod? Vyzkoušíte si odvozování bodů ekvivalence a stanovení pK_a pomocí obou metod pro porovnání jejich vhodnosti a využitelnosti.

Cíle

- Pomocí potenciometrické a konduktometrické titrace stanovte pK_a vybrané slabé kyseliny.

Než začneme s laborováním

1. Disociační konstanta je rovnovážnou konstantou disociační reakce. Pokud se jedná o disociaci kyseliny, značíme disociační konstantu K_a a nazýváme ji konstanta acidity. Disociace kyselin v roztocích vede k ustálení protolytické rovnováhy. Pro disociaci kyselin platí následující obecná rovnice:



Zapiš vztah pro výpočet konstanty acidity:

2. Obvykle u slabých kyselin a zásad vychází hodnota disociační konstanty velmi malá. Používá se proto místo číselné hodnoty, záporné vzaty dekadický logaritmus této hodnoty (pK_a). Napište tento vztah pomocí matematické rovnice:

3. Při stanovení pK_a slabé kyseliny lze vyjít z Handerson–Hasellbachovy rovnice:

$$pH = pK_a + \log \frac{c_{A^-}}{c_{HA}}$$

kde c_{HA} je koncentrace nedisociované kyseliny v roztoku c_{A^-} je koncentrace vzniklé soli v roztoku. Pokud se $c_{A^-} = c_{HA}$, pak bude platit:

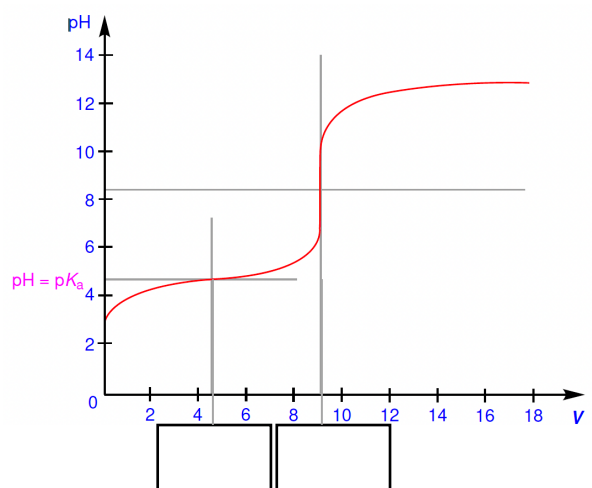
4. Lze si všimnout, že pK_a kyseliny má stejnou hodnotu jako pH roztoku v určitém bodě při alkalimetrické titraci kyseliny. Tento bod nastane tehdy, kdy koncentrace vzniklé soli bude stejná jako koncentrace kyseliny v titrační baňce. Z rovnice reakce je možné jednoduchým výpočtem určit, že $c_{A^-} = c_{HA}$ v roztoku nastane v polovině spotřeby odměrného roztoku NaOH potřebné k nastavení bodu ekvivalence. Platí:

$$pH = pK_a \leftrightarrow V_{NaOH} = \frac{1}{2} \cdot V_{ekv}$$

Doplň popisky titrační křivky do vynechaných polí:

$$\frac{1}{2} \cdot V_{ekv}$$

$$V_{ekv}$$



Pomůcky

kádinka 250ml, byreta 25ml, nedělená pipeta 20ml, elektromagnetická míchačka, magnetické míchadlo, Vernier pH čidlo, Vernier konduktometrické čidlo, notebook s programem *Graphical Analysis*

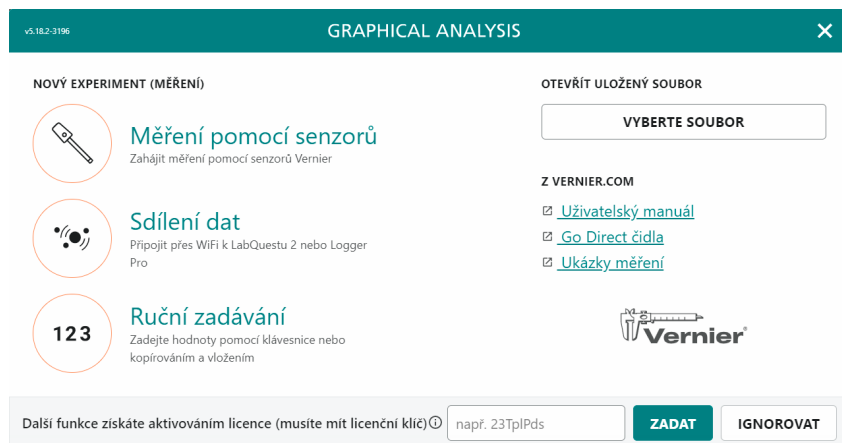
Chemikálie

vodný roztok slabé kyseliny (.....), odměrný roztok NaOH ($c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$)

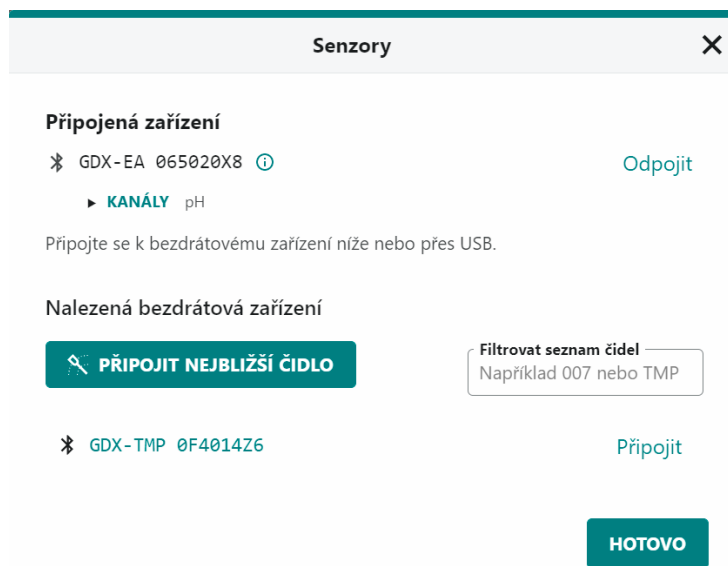
Postup práce

Připojení čidla a nastavení měření

1. Čidla zapněte delším stiskem vypínače. Zapnutí je indikováno blikáním červené diody.
2. Na počítači spusťte program *Graphical Analysis*. Na úvodním okně kliknete na „Měření pomocí senzoru“.



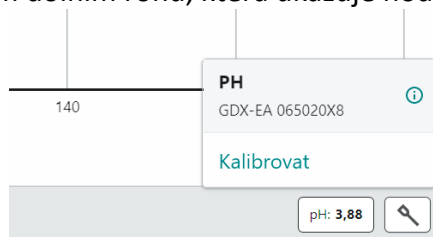
3. Program vyhledá dostupná čidla a zobrazí jejich seznam, případně také automaticky připojí naposledy použité čidlo. Připojte obě čidla k počítači.



Identifikační číslo konkrétního čidla najdete na jeho štítku.



4. Proved'te kalibraci pouze pH čidla. Čidlo ponořte do prvního kalibračního roztoku. V programu *Graphical Analysis* klikněte na ikonu v pravém dolním rohu, která ukazuje hodnotu pH. Zvolte „Kalibrovat“.



5. V horním rozbalovacím seznamu zvolte, zda budete provádět kalibraci se dvěma, nebo třemi kalibračními puframi. Do aktivního okna vložte hodnotu pH pufru a kliknete na „Zachovat“.

Kalibrovat pH

Provést Třibodová kalibrace

Zadejte první známou hodnotu: 4,00 ZACHOVAT

Zadejte druhou známou hodnotu: 7,03 ZACHOVAT

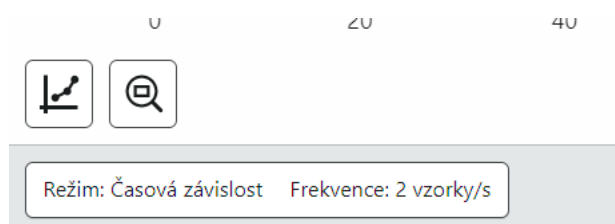
Zadejte třetí známou hodnotu: 10,08 ZACHOVAT

Kontrolní hodnota stavu elektrody: 7244

Poslední kalibrace proběhla 18. 11. 2023 16:41:10

OBNOVIT VÝCHOZÍ HODNOTY STORNO POUŽIT

6. Čidlo vyjměte, opláchněte demineralizovanou vodou a ponořte do dalšího pufru. Postup opakujte. Kalibraci ukončete kliknutím na „Ukončit“.
7. V levém spodním rohu kliknete na ikonu nastavení režimu měření.



8. V horním rozbalovacím seznamu zvolte „Události a hodnoty“.

✕
Nastavení měření

Režim Časová závislost ▼

Časová závislost

Události a hodnoty

Počítání kapek

Optická závora

Jednotky času

Frekvence 2 vzorky/s

Interval 0,5 s/vzorek

Zahájit měření Ručně
 Hodnotou měřené veličiny

Zastavit měření Po 180 s trvání experimentu
 Ručně

Celkový počet naměřených bodů 361

Označování dat ? Zakázáno
 Povoleno

STORNO HOTOVO

9. V okně označte položku „Události a hodnoty“. Do pole „Jednotky“ můžete doplnit informaci o veličině na ose y (v našem případě objem odměrného roztoku).

✕
Nastavení měření

Režim Události a hodnoty ▼

Režim jednotlivých událostí Události a hodnoty
 Vybrané události

Veličina Událost

Jednotky objem / ml

Průměrná hodnota během 10 sekund

STORNO HOTOVO

Provedení měření

1. Do kádinky o objemu 150 cm³ napipetujte 20 cm³ roztoku vámi zvolené slabé kyseliny.
2. Sestavte aparaturu pro titraci. Na stojan připevníme byretu. Pod byretu umístíme na elektromagnetickou míchačku kádinku s roztokem kyseliny. Obě čidla upevníte ke stojanu tak, aby byla měřicí část čidla vždy pod hladinou roztoku v kádince a zároveň bylo možné kádinkou míchat.
3. Byretu naplníte odměrným roztokem hydroxidu sodného a hladinu nastavte na nulu.
4. V programu *Graphical Analysis* spustíte experiment kliknutím na ikonu „Zahájit měření“ na horní liště okna.

ZAHÁJIT MĚŘENÍ

5. Zaznamenejte první bod titrační křivky – kliknete na „Zachovat“ na horní liště okna.



6. Do aktivní buňky v prvním sloupci tabulky запиšte celkový přidaný objem odměrného roztoku NaOH, což je v prvním bodě 0 cm³. Hodnotu pak potvrďte („Zachovat hodnotu“).

Zachovat hodnotu			X
	Událost (0,5 ml)	pH	
4	<input type="text" value="1,5"/>	3,42	

STORNO **ZACHOVAT HODNOTU**

7. K roztoku kyseliny v kádince přidejte z byrety 0,5 cm³ roztoku NaOH a roztok promíchejte. Následně uložte bod pomocí tlačítka „Zachovat“ na horní liště okna. Do buňky zadejte celkový přidaný objem odměrného roztoku NaOH.
8. Postup opakujte až do okamžiku, kdy bude celkový přidaný objem roztoku NaOH o cca 5 cm³ vyšší, než je hodnota V_{ekv} .
9. Měření ukončete kliknutím na tlačítko „Zastavit“ na horní liště okna. Naměřená data uložíme kliknutím na „Nepojmenováno“ a volbou „Uložit jako“.
10. Čidla vyjměte a opláchněte demineralizovanou vodou.
11. Čidlo pH uchovávejte ponořené v roztoku KCl o pH = 4.

Vyhodnocení

- Do grafu vyneste vámi naměřenou titrační křivku. – přiložit online
- Uvedte stanovené hodnoty pKa vámi vybrané slabé kyseliny a srovnajte jejich hodnotu s tabelovanými hodnotami.
- Při titraci slabé kyseliny roztokem NaOH vzniká tlumivý roztok, který brání dalšímu rychlému růstu pH. Ukažte na titrační křivce, která její část leží v tzv. pufracní oblasti. – přiložit online
- Uvažujte pufr složený z vodného roztoku kyseliny octové a octanu sodného. Při jakém poměru koncentrací soli a kyseliny bude mít pufr největší kapacitu, tedy bude nejlépe bránit změnám pH po přidání silné kyseliny nebo silné báze? Jaká bude teoretická hodnota pH této směsi?
- Hodnota pH lidské krve je udržována jiným pufrem na bázi slabé kyseliny a její soli. Uvedte o jakou kyselinu a sůl se jedná.

Závěr

Zformulujte závěr z tohoto cvičení:

Doplňující otázky

Které kyselině pravděpodobně patří který z následujících grafů?

Nabídka:

kyselina octová, kyselina citronová, kyselina šťavelová

	potenciometrie	konduktometrie
Graf		
Kyselina		
Graf		
Kyselina		
Graf		
Kyselina		