

DATABÁZE ÚLOHY PRO NADANÉ

Konstrukce titračních křivek a jejich srovnání PŘÍRODOVĚDNĚ BADATELSKÁ OBLAST

učivo pro střední školy

**Mgr. Vendula Provazníková, Gymnázium Židlochovice,
příspěvková organizace**



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



jihomoravský kraj

Cíl: Naučit se přesně titrovat, sestrojít a číst titrační křivku, rozlišovat silné/slabé kyseliny a zásady.

Pomůcky:

Byreta, pipeta, pipetovací nástavec, titrační baňka, stojan, kádinky, pH metr.

Chemikálie:

Kyselina chlorovodíková **HCl** (H 219, H314, H 335, P261, P 304, P 340, P280, P 305, P351, P338, P310) ^[3]

Hydroxid sodný **NaOH** (H 219, H314, P280, P 305, P351, P338, P310) ^[4]

Ocet **CH₃COOH** (8% roztok kyseliny octové)

Roztok amoniaku **NH₃** (H314, H 340, H 400, P 261, P 273, P280, P 305, P351, P338, P310) ^[5]

roztok indikátoru (nejuniverzálnější je **fenolftalein**).

Realizace

Teoretický úvod:

- Co je to titrace?
- Co k ní potřebujeme?
- Co je to bod ekvivalence a jak jej můžeme stanovit?
- Potřebujeme indikátor, když máme pH metr?
- Co nám říká titrační křivka?
- Mohu sledovat i jinou veličinu než pH?
- Liší se titrační křivky při různých typech titrace?
- Vypočítejte množství látek, která potřebujete k přípravě 500 cm³ 0,1M roztoků HCl, NaOH, NH₃ a CH₃COOH

Postup pokusu

Titrace silné zásady silnou kyselinou

- do titrační baňky odpipetujte přesně 10 cm³ roztoku NaOH (pomocí nástavce!!!)
- přidejte 3 kapky roztoku fenolftaleinu
- do byrety nalijte přesně po rysku roztok HCl
- k roztoku NaOH v titrační baňce přidávejte po 1 cm³ roztok kyseliny z byrety
- po každém přidání zamíchejte a změřte pH pomocí pH metru
- hodnoty запиšte do tabulky, sestrojte graf závislosti pH na objemu přidané kyseliny

Titrace slabé kyseliny silnou zásadou

- do titrační baňky odpipetujte přesně 10 cm³ roztoku kyseliny octové (pomocí nástavce!!!)
- přikápněte fenolftalein
- do byrety nalijte přesně po rysku roztok NaOH
- pokračujte stejně jako v předchozí titraci

Titrace silné kyseliny slabou zásadou

- do titrační baňky odpipetujte přesně 10 cm³ roztoku NH₃ (pomocí nástavce!!!)
- přikápněte fenolftalein
- do byrety nalijte přesně po rysku roztok HCl
- pokračujte stejně jako v předchozí titraci

Okomentujte nakreslené titrační křivky, pokuste se splnit následující úkol.

Jak budou vypadat titrační křivky

- titrace silné kyseliny silnou zásadou?
- titrace slabé zásady slabou kyselinou?
- vícesytné kyseliny silnou zásadou?

Řešení otázek a úkolů:

Teoretický úvod:

• Co je to titrace? **Metoda zjišťování koncentrace zkoumané látky pomocí reakce s odměrnou látkou. U odměrné látky známe koncentraci i objem, u zkoumané látky pouze objem.**

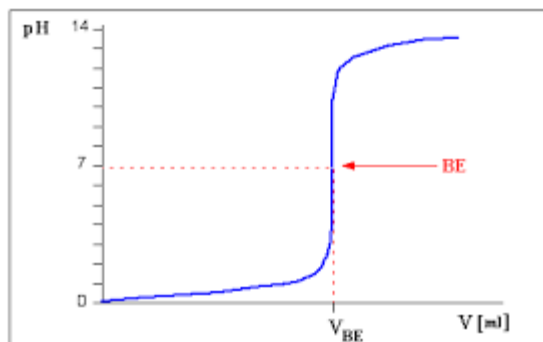
• Co k ní potřebujeme? **Pipetu, nástavec, byretu, titrační baňku.**

• Co je to bod ekvivalence a jak jej můžeme stanovit?
Fáze reakce, kdy jsou v titrační baňce ekvimolární množství zásady a kyseliny (tj. navzájem si odpovídající množství látek podle chemické rovnice reakce). Stanovujeme jej pomocí změny barvy indikátoru nebo sledováním změny některé veličiny (pH).

• Potřebujeme indikátor, když máme pH metr?

Nepotřebujeme.

• Co nám říká titrační křivka? **Jak se mění sledovaná veličina (v našem případě pH) v závislosti na objemu přidávané odměrné látky.**



Obr. 1 Bod ekvivalence^[2]

- Mohu sledovat i jinou veličinu než pH? **Ano, mění se například i vodivost roztoku (u srážecích reakcí).**
- Liší se titrační křivky při různých typech titrace? **Uvidíme, to zjistíme pokusem.**

Výpočty

Příprava 0,1M roztoku HCl

Prodává se v laboratorních potřebách jako 36,5% roztok o hustotě 1,181 g/cm³ [3].

V₁ označuje požadovaný objem připraveného roztoku, V₂ objem roztoku použitého k přípravě.

c = 0,1 M

V₁ = 500 cm³

M_m(HCl) = 36,46 g/mol

w = 36,5 %

$\rho = 1,181 \text{ g/cm}^3$

$$V_2 = \frac{m_c}{\rho} = \frac{m_c}{w \cdot \rho} = \frac{n \cdot M_m}{w \cdot \rho} = \frac{c \cdot V_1 \cdot M_m}{w \cdot \rho}$$

V₂ = 4,23 cm³

Příprava 0,1M roztoku NaOH (pevná látka)^[4]

c = 0,1 M

V₁ = 500 cm³

M_m(NaOH) = 40 g/mol

m = c · V · M_m

m = 2 g

Příprava 0,1M roztoku NH₃

Prodává se v laboratorních potřebách jako 25% roztok o hustotě 0,91 g/cm³ [5].

V₁ označuje požadovaný objem připraveného roztoku, V₂ objem roztoku použitého k přípravě.

c = 0,1 M

V₁ = 500 cm³

M_m(NH₃) = 17 g/mol

w = 25 %

$\rho = 0,91 \text{ g/cm}^3$

V₂ = 3,74 cm³

Příprava 0,1M roztoku CH₃COOH

c = 0,1 M

V₁ = 500 cm³

M_m(CH₃COOH) = 60 g/mol

w = 8 %

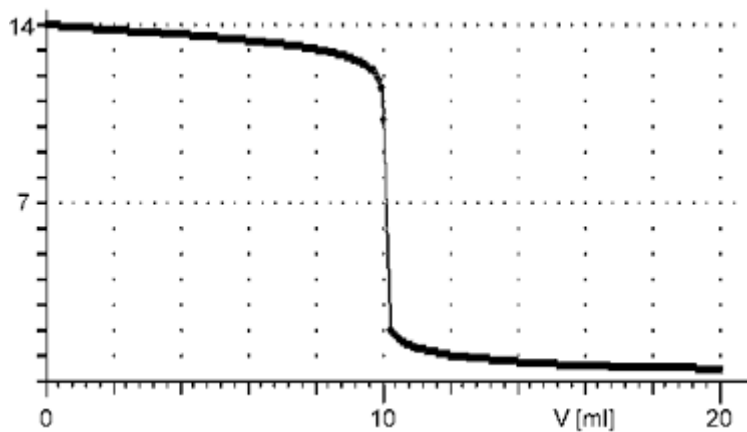
$\rho = 1,01 \text{ g/cm}^3$ [5]

V₂ = 37,5 cm³

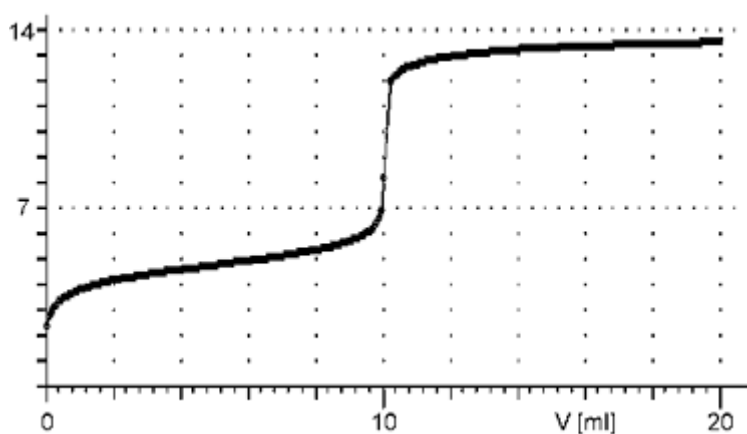
Vyhodnocení pokusu:

Po sestrojení titračních křivek necháme žáky, aby popsali rozdíly mezi nimi.

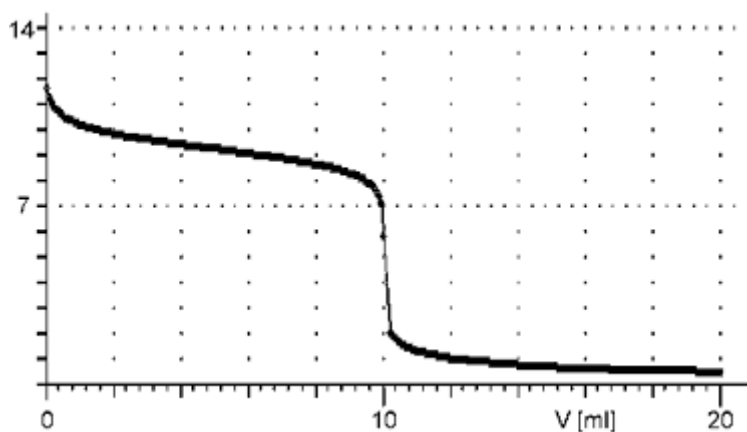
Jak by měly vypadat titrační křivky:



Obr. 2: Titrační křivka titrace silné zásady silnou kyselinou^[1]



Obr. 3 Titrační křivka titrace slabé kyseliny silnou zásadou^[1]



Obr. 4 Titrační křivka titrace slabé zásady silnou kyselinou^[1]

Na všech obrázcích vidíme skok na titrační křivce. Odpovídá tzv. bodu ekvivalence. Titrační křivka je tedy jednou z možností, jak indikovat bod ekvivalence. V oblasti tohoto skoku také změni fenolftalein barvu (další možnost indikace bodu ekvivalence).

Titrační křivky, kdy sledujeme změny pH v závislosti na objemu přidávané látky, mají specifický tvar písmene S (nebo obráceného S). U křivek, kdy titrujeme kyselinu zásadou (tzn. v titrační baňce je kyselina a v byretě zásada), směřuje křivka od nízkých hodnot pH k vysokým. U křivek, kdy titrujeme zásadu kyselinou, směřuje křivka od vysokých hodnot k nízkým.

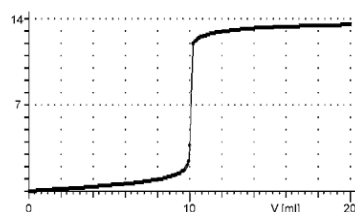
U křivek, kdy používáme silnou kyselinu i silnou zásadu, začínáme na extrémních hodnotách pH (0 a 14), pH se mění zpočátku pomalu, pak prudkým skokem, pak opět pomalu.

U křivek, kdy je jedna z látek slabší, nezačínáme na extrémním pH (2,5 a 11,5), skok je menší.

Odpovědi na úkol Jak budou vypadat titrační křivky

a) titrace silné kyseliny silnou zásadou?

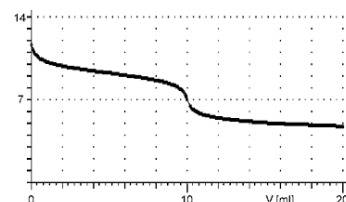
Křivka bude začínat i končit při extrémním pH (0 a 14) a bude na ní velký skok.



Obr. 5 Titrační křivka titrace silné kyseliny silnou zásadou^[1]

b) titrace slabé zásady slabou kyselinou?

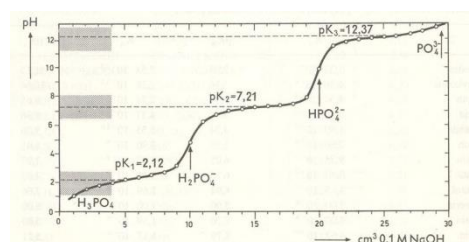
Křivka nebude začínat ani končit extrémním pH, ale o něco bližším neutrálnímu (2,5 a 11,5), skok bude malý.



Obr. 6 Titrační křivka titrace slabé kyseliny slabou zásadou^[1]

c) vícesytné kyseliny silnou zásadou?

Křivka bude mít více skoků, které indikují bod ekvivalence.



Obr. 7 Titrační křivka titrace vícesytné kyseliny silnou zásadou^[1]

Zdroje:

1. Obr. 1 Bod ekvivalence https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/145/9991.pdf
2. Obr. 2-7 Titrační křivky <https://edu.uhk.cz/titrace/ucebnice.html>
3. Bezpečnostní list HCl https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/kyselina_chlorovodikova_35.pdf
4. Bezpečnostní list NaOH https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/hydroxid_sodny_pecky.pdf
5. Hustota octu <http://www.sila-nadrze.cz/objemove-hmotnosti.html>