

Cvičení z analytické chemie

Tereza Uhlíková

verze 2025

Titrační stechiometrie

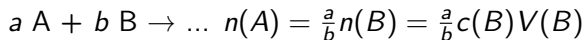
Titrace = odměrná analýza - metoda kvantitativní analýzy – zjišťuje se množství (V , n) odměrného činidla o známé koncentraci, které je nutné přidat ke stanovované složce, aby bylo dosaženo bodu ekvivalence

Odměrný roztok = roztok titračního činidla o přesně známé látkové koncentraci = titr (4 desetinná místa)

Základní látka = látka, která umožňuje přesné stanovení titru odměrného roztoku

Bod ekvivalence = stav, kdy veškerá stanovovaná látka právě zreagovala s titračním činidlem

prakticky určujeme tzv. **konec titrace**



Alikvotní podíl = přesně definovaná část celkového objemu roztoku vzorku (přesně definovaná část navážky)

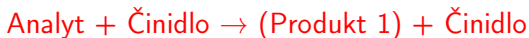
- spotřeba odměrného činidla odpovídá pouze příslušné části navážky tedy celkové $n(A) = \frac{a}{b} n(B) = \frac{a}{b} c(B) V(B) \cdot \frac{V}{V_a}$

Druhy titrací

Přímá titrace = roztok analytu je přímo titrován odměrným roztokem titračního činidla do bodu ekvivalence



Zpětná titrace = analyt se nechá zreagovat se známým nadbytkem odměrného činidla a poté se množství nezreagovaného činidla stanoví titrací jiným odměrným činidlem

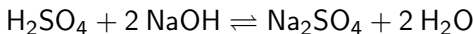


Nepřímá titrace = analyt, který nereaguje přímo s určitým odměrným činidlem, se vhodnou reakcí převede na produkt, který již reakci s činidlem poskytuje

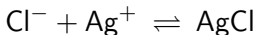


Druhy titrací II

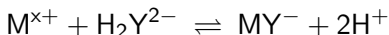
Acidobazické (stanovení kyselin / zásad) - alkalimetrie (titračním činidlem je zásada), acidimetrie (titračním činidlem je kyselina)



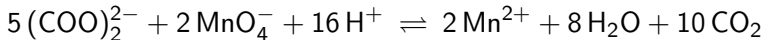
Srážecí - argentometrie



Komplexometrické - chelatometrické



Redoxní



Indikace konce titrace:

- Instrumentálně - registrací a vyhodnocením signálů zvolené přístrojové metody (potenciometrie, spektrofotometrie, ...)
- Vizuálně - sledováním vzhledu roztoku (vznik sraženiny, změna zabarvení, reakce analytu a titračního činidla , přidáním indikátoru)

Acidobazické indikátory

indikátor

meze

přechodu pH

thymolová modř	červené	1,2 - 2,8	žluté
dimethylová žlut'	červené	2,9 - 4,0	žluté
bromfenolová modř	žluté	3,0 - 4,6	modré
methylová oranž	červené	3,1 - 4,4	žluté
bromkresolová zeleň	žluté	3,8 - 5,4	modré
methylová červeně	červené	4,2 - 6,3	žluté
bromkresolový purpur	žluté	5,2 - 6,8	purpurové
bromthymolová modř	žluté	6,0 - 7,6	modré
neutrální červeně	červené	6,8 - 8,0	žluté
fenolová červeně	žluté	6,8 - 8,4	červené
thymolová modř	žluté	8,0 - 9,6	modré
fenolftalein	bezbarvé	8,3 - 10,0	červené
thymolftalein	bezbarvé	9,3 - 10,5	modré



Příklad 1

Plynný amoniak uvolněný z amonné soli byl jímán do předlohy s 50,0 ml H_2SO_4 o koncentraci $0,01 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Nadbytečná H_2SO_4 byla ztitrována 13,5 ml NaOH o koncentraci $0,015 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Vypočtěte pH v bodě ekvivalence.

$$pK_a(\text{NH}_4^+) = 9,245$$

[5,57]

Příklad 2

Jaké množství kyseliny šťavelové $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ musíme navážit, aby spotřeba $0,02 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ KMnO_4 při titraci v kyselém prostředí činila 25 ml?

$$M((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

oxidační čísla atomu uhlíku v organických sloučeninách např. zde:

<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2279>

www.poradte.cz/skola/20662-oxidacne-cislo-uhlika.html

[https:](https://courses.lumenlearning.com/suny-potsdam-organicchemistry2/chapter/19-1-definition-of-oxidation-state-for-carbon/)

[//courses.lumenlearning.com/suny-potsdam-organicchemistry2/
chapter/19-1-definition-of-oxidation-state-for-carbon/](https://courses.lumenlearning.com/suny-potsdam-organicchemistry2/chapter/19-1-definition-of-oxidation-state-for-carbon/)

[0,1575 g]

Příklad 3

Kapalný vzorek obsahující Bi^{3+} a Pb^{2+} ionty byl převeden do odměrné baňky 250 ml a po okyselení kyselinou dusičnou byl doplněn vodou po značku. Alikvotní podíl 25,00 ml tohoto roztoku byl titrován $0,02068 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ roztokem chelatonu 3 na indikátor xylenolová oranž. Spotřeba činila 13,65 ml. Poté bylo pH titrovaného roztoku upraveno hexamethylenetetraminem na hodnotu $\text{pH} = 5$ a v titraci se pokračovalo. Celková spotřeba odměrného roztoku byla 21,70 ml. Vypočtete hmotnosti Bi a Pb obsažené v původním kapalném vzorku.

$$M(\text{Bi}) = 208,98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(\text{Pb}) = 207,20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

[0,344 g Pb a 0,589 g Bi]

Příklad 4

Z navážky 0,9975 g měděné rudy byla izolována měď ve formě sulfidu. Po jeho rozpuštění v kyselině a úpravě pH získaného roztoku byl přidán přebytek KI. Na jod uvolněný měďnatou solí bylo spotřebováno 22,60 ml 0,04885 mol · l⁻¹ Na₂S₂O₃. Vypočtete procentový obsah Cu v rudě.
 $A_r(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

[7,03 %]

Příklad 5

Při stanovení čistoty peroxidu sodíku bylo do zředěného roztoku kyseliny sírové odváženo 0,5795 g vzorku. Po rozpuštění a doplnění roztoku na objem 250,00 ml bylo při titraci alikvotního podílu 50,00 ml spotřebováno 29,05 ml $0,01935 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ KMnO_4 . Vypočtěte procentový obsah Na_2O_2 ve vzorku. $M(\text{Na}_2\text{O}_2) = 77,978 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

[94,55 %]

Příklad 6

Vypočtete pH na počátku titrace a pT při následující titraci: 5,000 g 10% (m/m) kyseliny octové se rozpustí v 500 ml vody a 100,00 ml alikvotního podílu se titruje $0,0560 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ NaOH.

$$pK_A(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

[3,264; 8,429]

Příklad 7

Navážka 0,2005 g technického ZnO byla rozpuštěna v 50,00 ml 0,0512 mol · l⁻¹ H₂SO₄. Na titraci přebytké kyseliny bylo spotřebováno 8,56 ml 0,0624 mol · l⁻¹ NaOH. Vzorek obsahoval 2,12 % (m/m) CO₂ ve formě ZnCO₃. Vypočtěte procentové obsahy

a) ZnO

b) ZnCO₃

c) nečistot ve vzorku (nečistoty nereagují s kyselinou ani se zásadou).

$M(\text{ZnO}) = 81,38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{CO}_2) = 44,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

$M(\text{ZnCO}_3) = 125,38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

[6,04; 89,15; 4,81]