

<b>SEC V.1</b>	<b>Chemické reakcie a chemické rovnice</b>
<b>SEC V.1.5</b>	<b>Titrácie</b>

**Cieľové požiadavky**

*Obsahový štandard: Titrácia, indikátor pH, hydrolyza*

*Výkonový štandard: Zrealizovať acidobázickú titráciu na základe zadania.*

**Titrácia**

- Kvantitatívna analytická metóda
- **Stanovenie koncentrácie látky, na základe zisteného objemu skúmadla potrebného na úplné zreagovanie stanovovanej zložky v analyzovanom roztoku**

**Typy titrácie**

Priama	Spätná
Stanovovanou látkou je priamo látka reagujúca s odmerným roztokom	Stanovovanej látky, ktorá ostala v nadbytku ako nezreagovaná počas priebehu chemickej reakcie

**Typy titrácií** podľa typu reakcie medzi titrantom a titrandom

Acidobázické	Redoxné	Zrážacie	Komplexotvorné
Reakcia H <sup>+</sup> a OH <sup>-</sup>	Prenos elektrónov	Vznik málo rozpustnej zrazeniny	Vznik komplexu
<i>Alkalimetria a acidimetria</i>	<i>Oxidimetria- Jodometria, Manganometria</i> <i>Reduktometria- Titanometria</i>	<i>Argentometria</i>	<i>Chelatometria</i> <i>Merkurimeria</i>

**Acidobázická ( neutralizačná) titrácia**

**Podstata:** reakcia oxóniových katiónov s hydroxidovými aniónmi za vzniku takmer nedisociovaných molekúl vody

**Typy acidobázickej titrácie**

Acidimetria	Alkalimetria
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titrujeme kyselinou</li> <li>• Stanovujeme zásaditú látku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titrujeme hydroxidom</li> <li>• Stanovujeme kyselinu</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Stanovenie Ca(OH)<sub>2</sub>, prechodnej tvrdosti vody</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Stanovenie kyseliny octovej v octe, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub></i></li> </ul>

**Potrebné údaje**

1. Koncentrácia odmerného roztoku
2. Objem odmerného roztoku zistený pri titrácii
3. Chemická rovnica

**Titrand ( stanovovaná látka)**

- Látka, ktorej množstvo/koncentráciu chceme stanoviť vo vzorke

**Odmerný roztok** ( titračné činidlo, skúmadlo, titrant)

- roztok, ktorým stanovujeme látku
- pridávaný z byrety
- **silná zásada alebo silná kyselina** NaOH, KOH, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HClO<sub>4</sub> (*slabé sa nepoužívajú- neúplná titrácia, správnosť titrácie a indikácia bodu ekvivalencie s chybami*)
- **so známou koncentráciou** ( *vplyvom prchavosti, pohlcovania plynov sa mení*)- štandardizujú sa základnými látkami

**Štandardizácia odmerného roztoku**

- Presné určenie skutočnej koncentrácie titrantu pomocou primárneho štandardu ( základnej látky)

**Primárny štandard (základná látka)**

- Vysoko čistá a stabilná látka so známym zložením a Mr, z ktorej možno pripraviť roztok o presne známej koncentrácie na štandardizáciu titrantu

**Vlastnosti**

- Vysoká čistota
- Stálosť na vzduchu ( bez hygroskopickosti)
- Definované zloženie ( bez hydrátovej variabilnosti)
- Vysoká Mr
- Neškodnosť a dostupnosť

**Príklady-** H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, KHP- *hydrogénftalan draselný, bezvodý Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ( pre kyseliny), (COOH)<sub>2</sub> pre zásady*

**Bod ekvivalencie (B<sub>E</sub>, pT)**

- **Teoretický koncový bod titrácie** (*stechiometrický bod*)
- **Bod, kedy látkové množstvo titrantu je stechiometricky ekvivalentné látkovému množstvu titrandu**
- Koniec reakcie medzi titrantom a titrandom

**Spôsoby zistenia bodu ekvivalencie**

Vizuálne	Meraním fyzikálnej veličiny
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zmena sfarbenie indikátora</li> <li>• Vznik zákalu, zrazeniny</li> </ul>	<b>Potenciometria-</b> potenciál roztoku <b>Konduktometria-</b> vodivosť roztoku <b>Fotometrická titrácia-</b> absorbanca roztoku

**Koncový bod titrácie**

- **Bod, kedy zreaguje prvé prebytočné množstvo titrantu s indikátorom**
- Stav, kedy dochádza k farebnej zmene indikátora
- Môže byť totožné alebo sa líšiť s bodom ekvivalencie

**Indikátory**

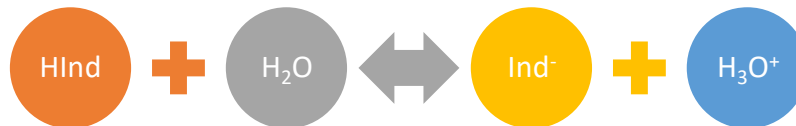
- *Lat. indicator- ukazovateľ*
- **Látka indukujúca bod ekvivalencie zmenou sfarbenia**

- dochádza k zmene štruktúry indikátora

### Acidobázické indikátory

- **Látky, ktoré menia farbu v závislosti od koncentrácie  $\text{H}_3\text{O}^+$  iónov v roztoku**
- Slabé organické kyseliny alebo zásady

zmena pH  $\rightarrow$  zmena štruktúry  $\rightarrow$  zmena sfarbenia



HInd nedisociovaná( protonizovaná forma)	Ind <sup>-</sup> disociovaná(deprotonovaná) forma
pH < 8,3	8,3 < pH < 10
Fenoftaleín bezfarebný	Fenoftaleín ružovofialový

- Reagujú s prvým nadbytočným množstvom skúmadla
- Menia výrazne vzhľad približne v bode ekvivalencie
- Pridávanie v čo najmenších množstvách ( aby neskreslili spotrebu skúmadla)
- Nepresné určenie bodu ekvivalencie ( subjektívne zachytenie farebnej zmeny)
- Vratné ( pridaním  $\text{H}^+/\text{OH}^-$  sa farba vráti)

### Funkčná oblasť indikátora

- **oblasť farebného prechodu indikátora**
- rozpätie pH, kedy dochádza k zmene farby indikátora vnímanej okom
- ovplyvnená teplotou roztoku, soľami, rozpúšťadlami ( okrem vody)
- farebná zmena poznateľná ak:
  1. premena 10%- 90% indikátora ( začiatok a koniec vnímania zmeny farby indikátora)
  2. 10x prebytok disociovej formy nad nedisociovanou a naopak

### Prehľad indikátorov

Typ indikátora	Farba kyslej formy	Farba zásaditej formy	Funkčná oblasť (pH) pri 20°C
Metylová žltá	červená	žltá	2,9-4,0
Bromfenolová modrá	žltá	modrá	3-4,6
Metyloranž	červená	žltá	3,1-4,4
Kongočerveň	modrofialové	červené	3-5,5
Brómrezolová zelená	žltá	modrá	3,8-5,4
Metylčerveň	červená	žltá	4,4-6,2
Lakmus	červené	modré	5-8
Brómtymolová modrá	žltá	modrá	6-7,6
Neutrálna červená	červené	žltohnedá	6,8-8
Fenoftaleín	bezfarebná	červená	8,2-10
Tymofoaleín	bezfarebná	modrá	9,3-10,5

### Zmiešané indikátory

- Zmes indikátorov s približne rovnakou funkčnou oblasťou zvolené tak, aby výsledná farebná zmena bola výraznejšia

### Univerzálny indikátor

- typ zmiešaného indikátora zložený s indikátorov s nadväzujúcimi funkčnými oblasťami (*plynulá zmena farby 0 -14*)
- Iba približné určovanie pH (*nepoužívajú sa pri titráciách*)

### Tienený indikátor

- Indikátor obsahujúci látku, ktorá má doplnkové sfarbenie k farbe pôvodného indikátora
- *napr. k metylčerveni sa pridá metylénová modrá*

### Tlmivé roztoky (pufre)

- **Roztoky schopné v roztoku udržiavať konštantnú hodnotu pH**

Napr.

1. roztok slabej kyseliny a jej soli so silnou zásadou (acetátový pufer- octová s octanom sodným)
2. roztok slabej zásady a jej soli so silnou kyselinou

### Využitie

- Pufrovacia kapacita krvi- zmes  $\text{H}_2\text{CO}_3$  a  $\text{HCO}_3^-$  v krvnej plazme ( udržiavanie pH krvi 7,35-7,45)- ak sa poruší.... acidóza, alkalóza- hrozí smrť
- Fosfátový pufer ( pH 7,4) pre udržiavanie pH biologických vzoriek vo výskume, aby nedošlo k denaturácii enzýmov
- Kalibrácia pH metrov
- Chemická analýza
- Správne použitie farbív pri farbení látok
- Fermentačné procesy

### Výber vhodného indikátora

- **bode ekvivalencie titrácie vo funkčnej oblasti indikátora**
- ak kritériám vyhovuje viac indikátorov vyberáme s najužšou funkčnou oblasťou
- Najvhodnejšie indikátory s farebnou zmenou v modrej oblasti spektra (*najmenej v žltej*)
- Závisí od koncentrácie titračného činidla

### Výber indikátora

#### A. silných kyselín a silných zásad

- funkčná oblasť : 3-10,  $B_E$  v  $\text{pH}=7$
- nežiadúca prítomnosť uhličitanov- posun  $B_E$  do nižších hodnôt pH ( zahrievanie- odstránenie  $\text{CO}_2$ )
- napr.fenofaleín, metyloranž a metylčerveň, neutrálna červená

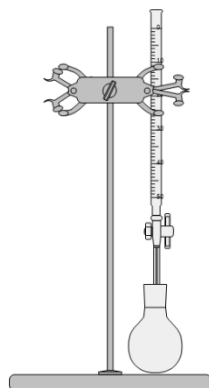
#### B. slabých kyselín a zásad

##### a. Stanovenie slabej kyseliny silnou zásadou

- Vznik soli silnej zásady a slabej kyseliny,,  $B_E > 7$  ( zásaditá hydrolýza)
- Farebný prechod v zásaditej oblasti  $\text{pH}= 7,8-10$

- *napr. fenoftaleín, tymolová modrá*
- b. Stanovenie slabej zásady silnou kyselinou**
- Vznik soli silnej kyseliny a slabej zásady,  $B_E < 7$  (kyslá hydrolyza)
  - Farebný prechod v kyslej oblasti  $pH = 4-6,2$
  - *napr. metyloranž, metylčerveň*

### Titračná aparatúra



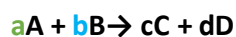
### Zásady titrovania

- plniť byretu pomocou lievika
- odmerný roztok prikvapkávať po kvapkách (*aby sme zachytili farebnú zmenu*)
- stanovovaný roztok premiešavať krúživým pohybom
- biely papier pod titračnou bankou (*presnejší postreh farby*)
- opakovanie titrácie 4x (*prvý orientačný, spotreba je aritmetickým priemerom z 3 titrácií*)
- použiť čo najmenšie množstvo indikátora 3kvapky/1ml

### Titračná krivka

- **Znázornenie zmeny hodnoty pH od objemu (ml) titračného činidla**
- Čím silnejšia kyselina a zásada, tým ostrejšia krivka
- **Význam:**
  1. Výber vhodného indikátora
  2. Určenie bodu ekvivalencie
  3. Optimálny výber podmienok a koncentrácie titrantu
  4. Reálnosť uskutočnenia titrácie

### Výpočet stanovovanej látky



$$\frac{n(A)}{n(B)} = \frac{a}{b}$$

**A**- stanovovaná látka (titrand)

**B**- odmerný roztok (titrant)