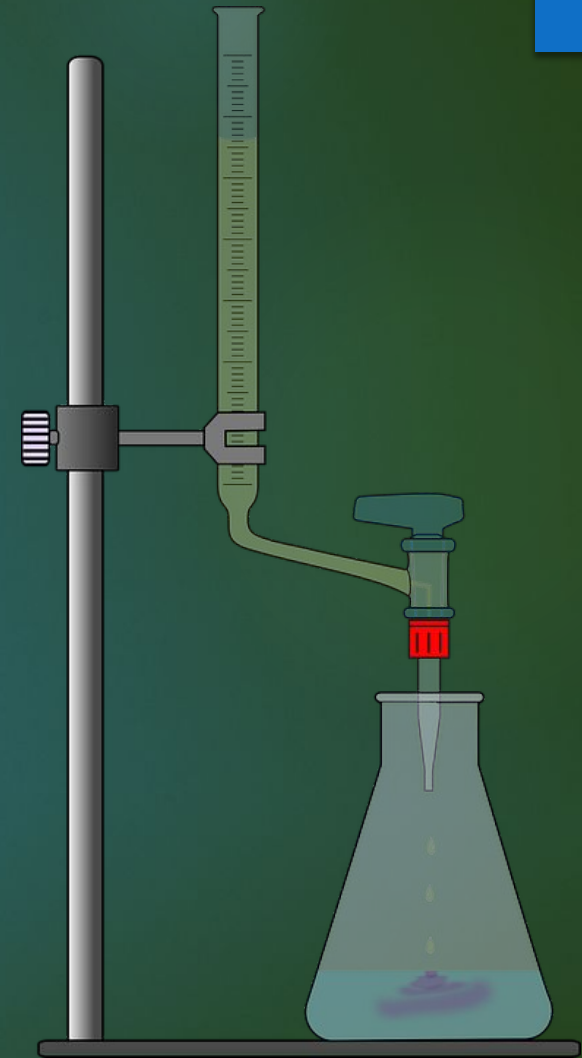


Titrácia

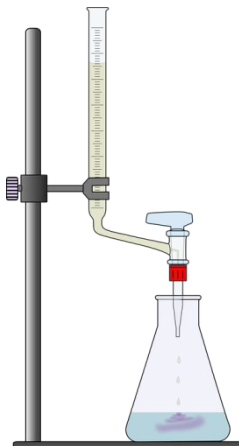
MGR. LUCIA BREZNIAKOVÁ

GVPT MARTIN



Titrácia

- ▶ Kvantitatívna analytická metóda
- ▶ **Stanovenie koncentrácie látky, na základe zisteného objemu skúmadla potrebného na úplné zreagovanie stanovovanej zložky v analyzovanom roztoku**
- ▶ Pridávanie odmerného roztoku (roztok so známou koncentráciou) do roztoku stanovovanej látky so známym roztokom, no bez známej koncentrácie



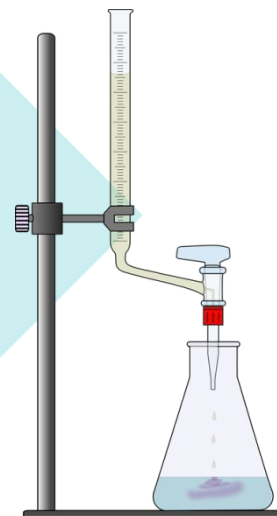
Typy titrácie

priama

- Stanovovanou látkou je priamo látka reagujúca s odmerným roztokom

spätná

- Stanovovanej látky, ktorá ostala v nadbytku ako nezreagovaná počas priebehu chemickej reakcie



Typy titrácie

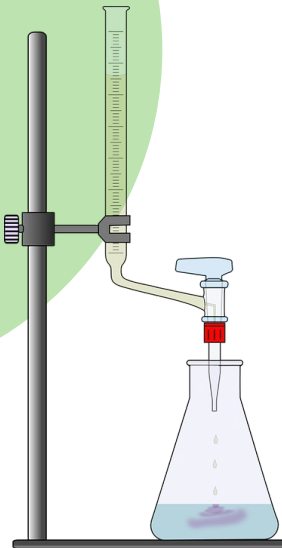
zrážacie

komplexotvorné

redoxné

acidobázické

Podľa typu reakcie medzi skúmadlom a stanovovanou
látkou



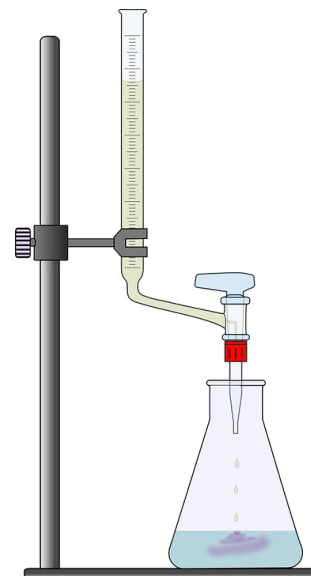
Redoxné titrácie

oxidimetria

- Odmerný roztok má oxidačné účinky
- **Jodometria** (vit. C), **manganometria** (k. štavelová, Fe^{2+})

reduktometria

- Odmerný roztok redukuje stanovovanú látku
- **Titanometria**(org. Látky, Fe^{3+} , Cu^{2+} ..)



Iné titrácie

Zrážacie

- ▶ Poskytujú málo rozpustnú zrazeninu
- ▶ **Argentometria (titrant AgNO_3)**

Komplexotvorné

- ▶ Vzniká komplex- chelát
- ▶ **Chelatometria (titrant EDTA), argentometria, merkurimeria**

Acidobázická(neutralizačná) titrácia

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



Bod ekvivalencie- zisťuje indikátorom zvoleným podľa funkčnej oblasti pH

Typy acidobázickej titrácie

alkalimetria

- **Titrujeme hydroxidom**
- **Stanovujeme kyselinu**
- Stanovenie kyseliny octovej v octe, $\text{Na}_2(\text{CO}_3)$, CaCO_3

acidimetria

- **Titrujeme kyselinou**
- **Stanovujeme zásaditú látku**
- Stanovenie $\text{Ca}(\text{OH})_2$, prechodnej tvrdosti vody

Potrebné údaje

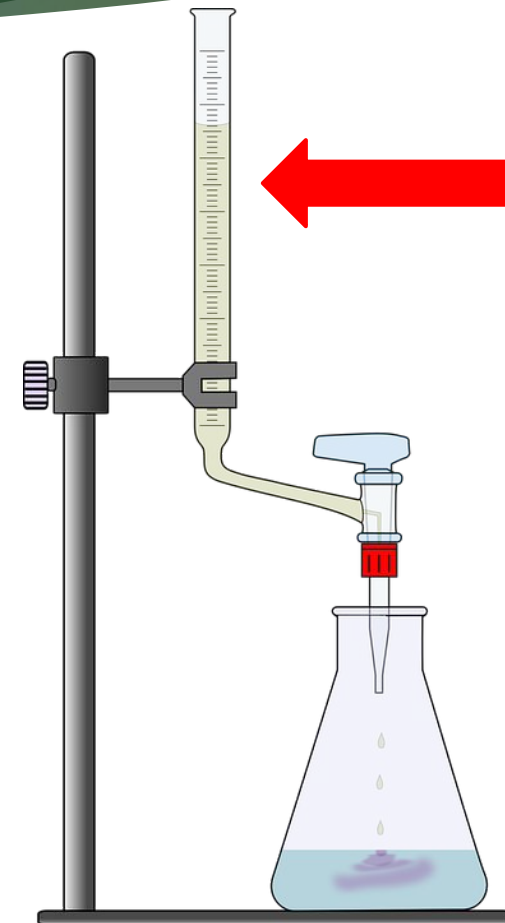
Koncentrácia odmerného roztoku

Objem odmerného roztoku zistený pri titrácii

Chemická rovnica

Odmerný roztok (titračné činidlo, skúmadlo, titrant)

- ▶ **roztok, ktorým stanovujeme látku**
- ▶ pridávaný z byrety
- ▶ **silná zásada alebo silná kyselina** NaOH, KOH, HCl, H₂SO₄, HClO₄ (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



Bod ekvivalencie(B_E , pT)

- ▶ **teoretický koncový bod titrácie** (*stechiometrický bod*)
- ▶ pridané látkové množstvo skúmadla je ekvivalentné látkovému množstvu prítomnej stanovovanej zložky
- ▶ bod, kedy odmerný roztok úplne zreaguje so stanovovanou látkou

Spôsoby zistenia bodu ekvivalencie

Vizuálne

- Zmena sfarbenie indikátora
- Vznik zákalu, zrazeniny

Meraním fyzikálnej veličiny

- **Potenciometria**-potenciál roztoku
- **Konduktometria**-vodivosť roztoku
- **Fotometrická titrácia**-absorbancia roztoku

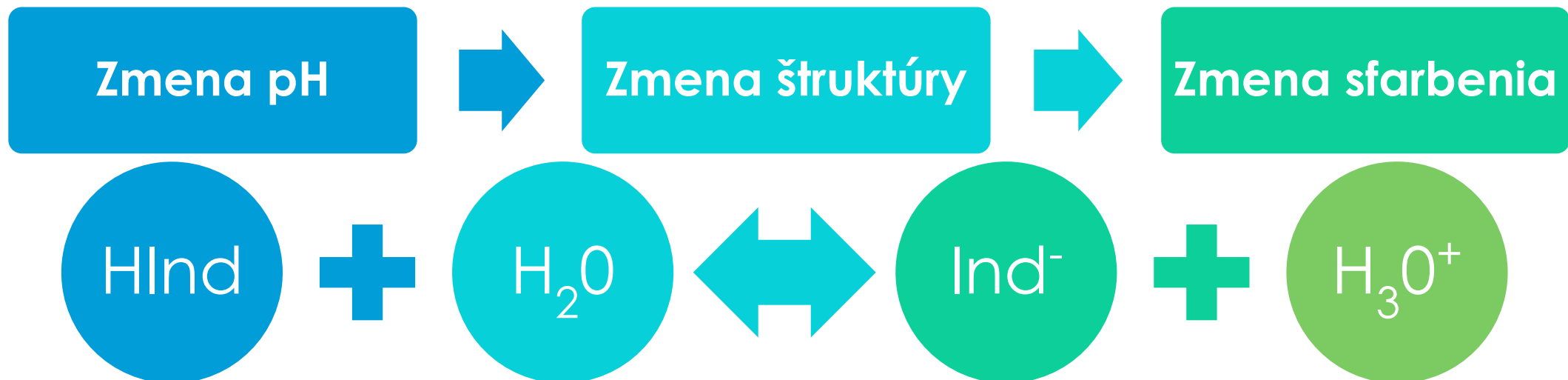
Indikátory

- ▶ *Lat. indicator- ukazovateľ*
- ▶ **Látka indukujúca bod ekvivalencie zmenou sfarbenia**
- ▶ dochádza k zmene štruktúry indikátora



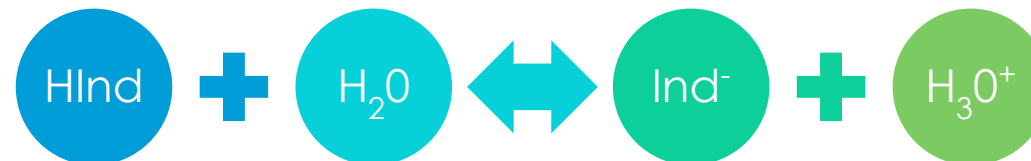
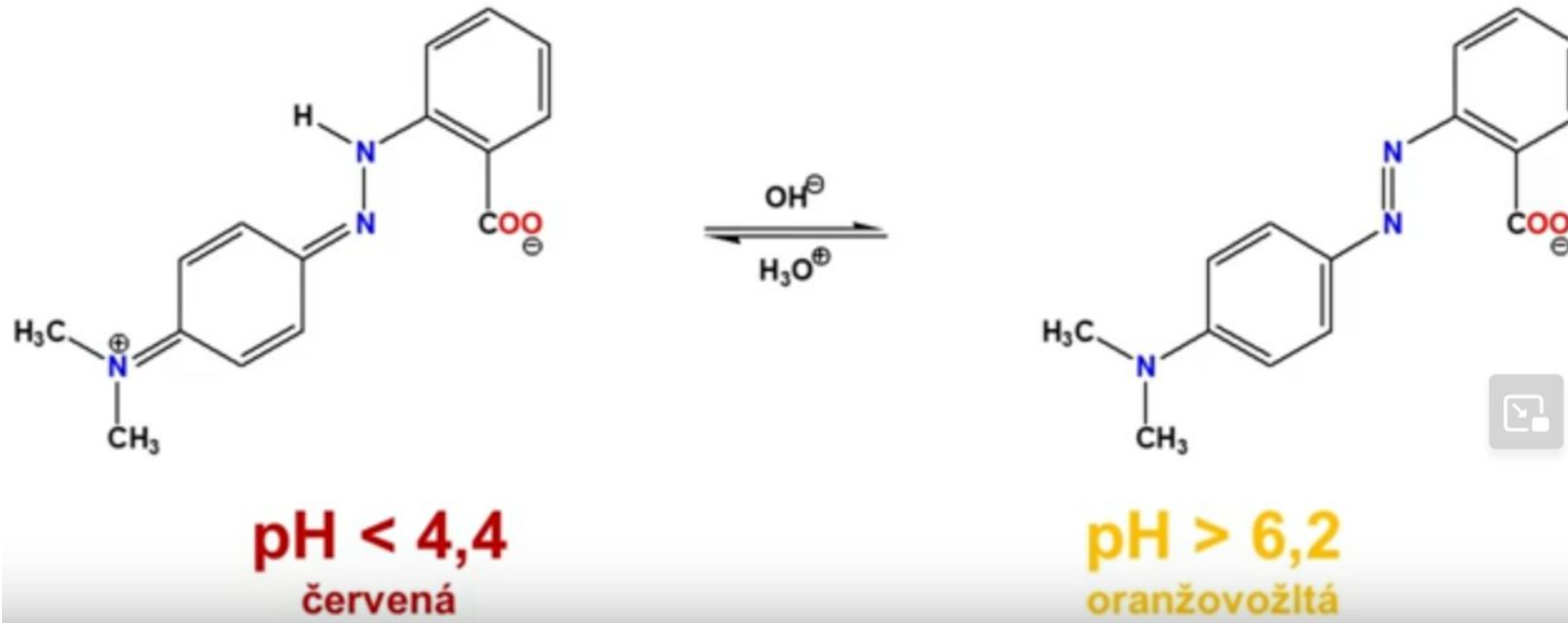
Acidobázické indikátory

- ▶ slabé organické kyseliny a hydroxidy
- ▶ menia sfarbenie v závislosti od koncentrácie H_3O^+ (pH)



Deprotonizácia a protonizácia metyloranže

Metyloranž



Funkčná oblasť indikátora

- ▶ **farebný prechod indikátora**
- ▶ hodnota pH, kedy dochádza k zmene farby
- ▶ ovplyvnená teplotou roztoku, soľami, rozpúšťadlami (okrem vody)
- ▶ farebná zmena poznateľná ak premena množstva indikátora 10%-90% (začiatok a koniec vnímania zmeny farby indikátora)
- ▶ vnímanie závisí od citlivosti oka

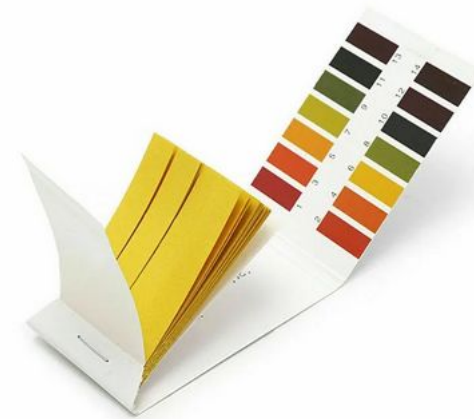
Typ indikátora	Farba kyslej formy	Farba zásaditej formy	Funkčná oblasť (pH) pri 20°C
metylová žltá	červená	žltá	2,9-4,0
bromfenolová modrá	žltá	modrá	3-4,6
metyloranž	červená	žltá	3,1-4,4
kongočerveň	modrofialové	červené	3-5,5
brómrezolová zelená	žltá	modrá	3,8-5,4
metylčerveň	červená	žltá	4,4-6,2
lakmus	červené	modré	5-8
brómtymolová modrá	žltá	modrá	6-7,6
neutrálna červená	červené	žltohnedá	6,8-8
fenoftaleín	bezfarebná	červená	8,2-10
tymoftaleín	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*)

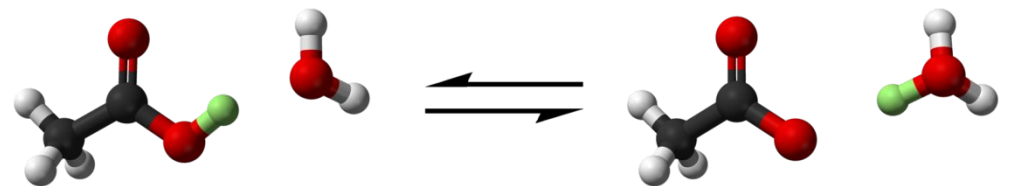


Tienený indikátor

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

Tlmivé roztoky (pufre)

- ▶ **Roztoky udržiavajúce pH roztokov v určitom rozpätí aj po pridaní kyselín a zásad**
- ▶ Vodné roztoky zložené zo zmesi slabej kyseliny/zásady a jej soli so silnou zásadou/kyselinou
- ▶ **Pufrovacia kapacita krvi-** HCO_3^- a H_2CO_3 v plazme na reguláciu pH krvi 7,35-7,45 (mimo hodnôt alkalóza, acidóza= smrť)
- ▶ Napr. kalibrácia pH metrov, fermentácia, farbenie, biologické vzorky, chemická analýza



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

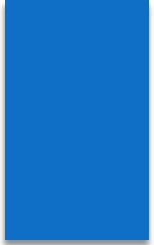


3kvapky/1ml

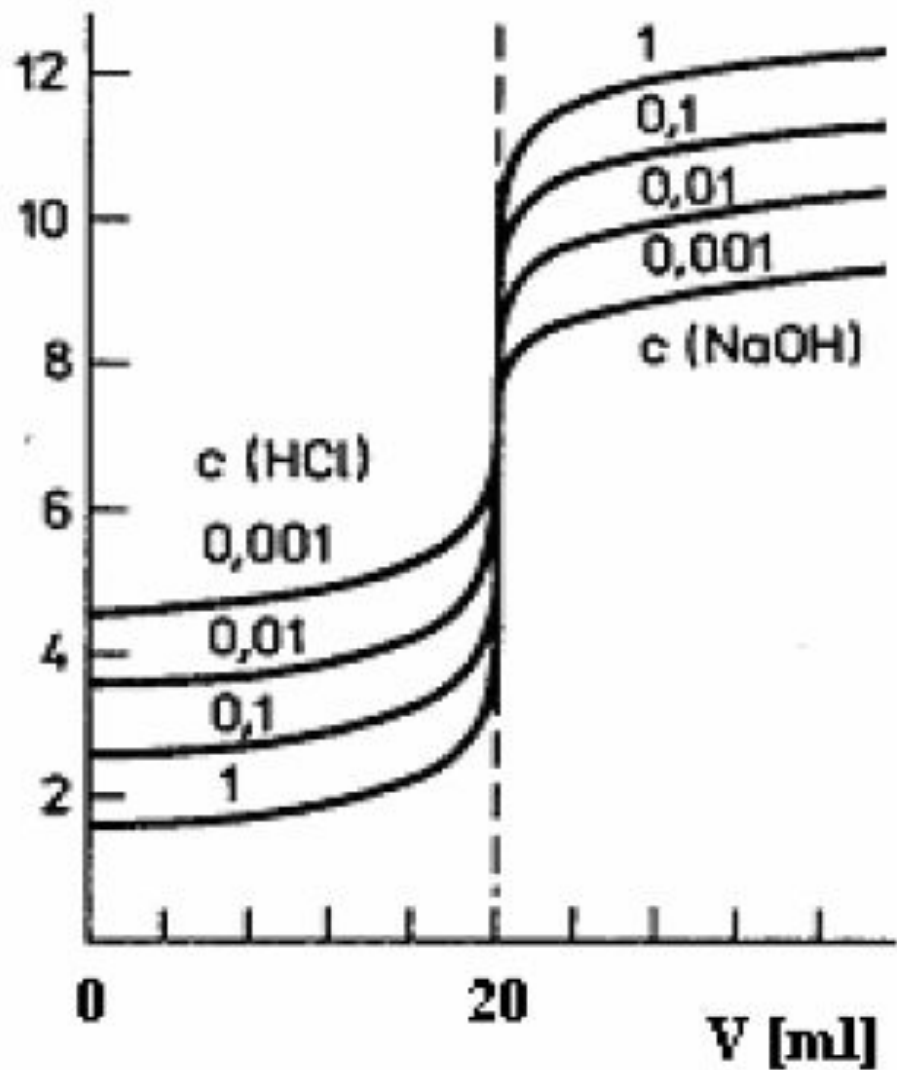
Výber indikátora

A. silných kyselín a silných zásad

- ▶ funkčná oblasť : 3-9
- ▶ pri veľmi zriedených roztokoch – úzky interval prechodu v blízkosti $\text{pH}=7$
- ▶ nežiadúca prítomnosť uhličitanov- posun B_E do nižších hodnôt pH



pH



┌─┐ metyloranž
┌─┐ metyličeveň
┌─┐ brómtymolová modrá
fenolftaleín ┌─┐
tymolftaleín ┌─┐

**Voľba indikátora
na základe
koncentrácie
silných kyselín a
zásad**

Výber indikátora

B. slabých kyselín a zásad

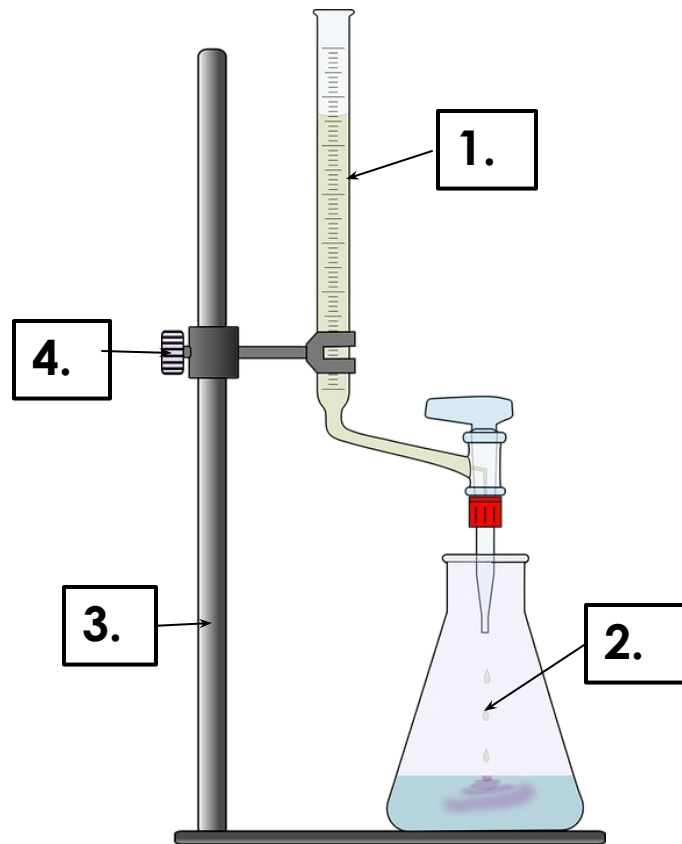
Stanovenie slabej kyseliny

- ▶ Vznik soli silnej zásady a slabej kyseliny
- ▶ $B_E > 7$
- ▶ Farebný prechod v zásaditej oblasti
- ▶ fenoftaleín, tymolová modrá

Stanovenie slabej zásady

- ▶ Vznik soli silnej kyseliny a slabej zásady
- ▶ $B_E < 7$
- ▶ Farebný prechod v kyslej oblasti
- ▶ metyloranž

Titračná aparatúra



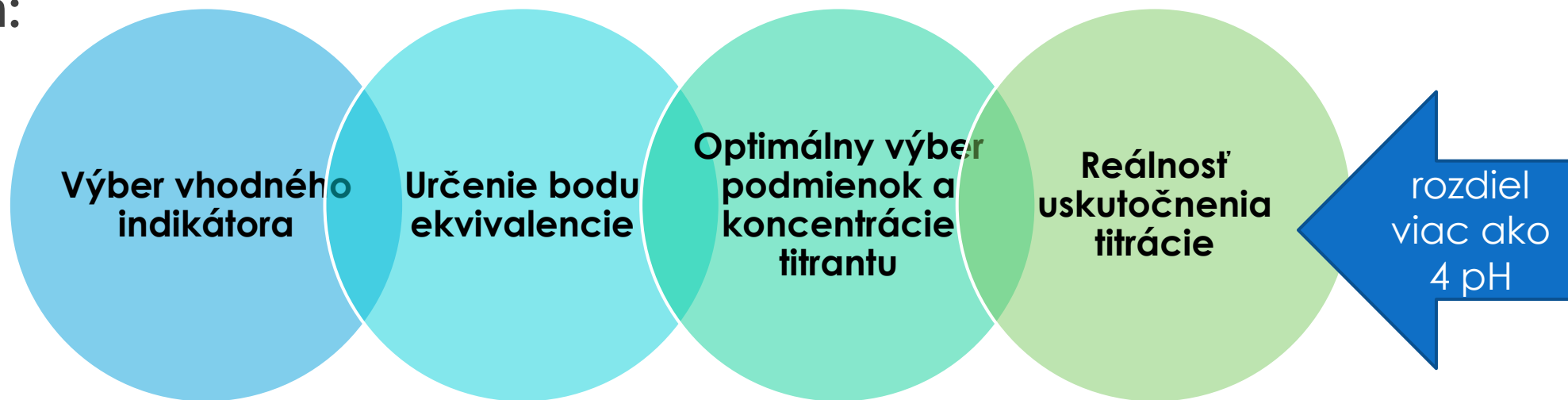
- 1- byreta s odmerným roztokom (so známou koncentráciou)
- 2- titračná banka so stanovovaným roztokom (so známym objemom) s indikátorom
- 3- laboratórny stojan
- 4- svorka s držiakom

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 3x** (*spotreba je aritmetickým priemerom z 3 titrácií*)
- ▶ **použiť čo najmenšie množstvo indikátora** 3kvapky/1ml

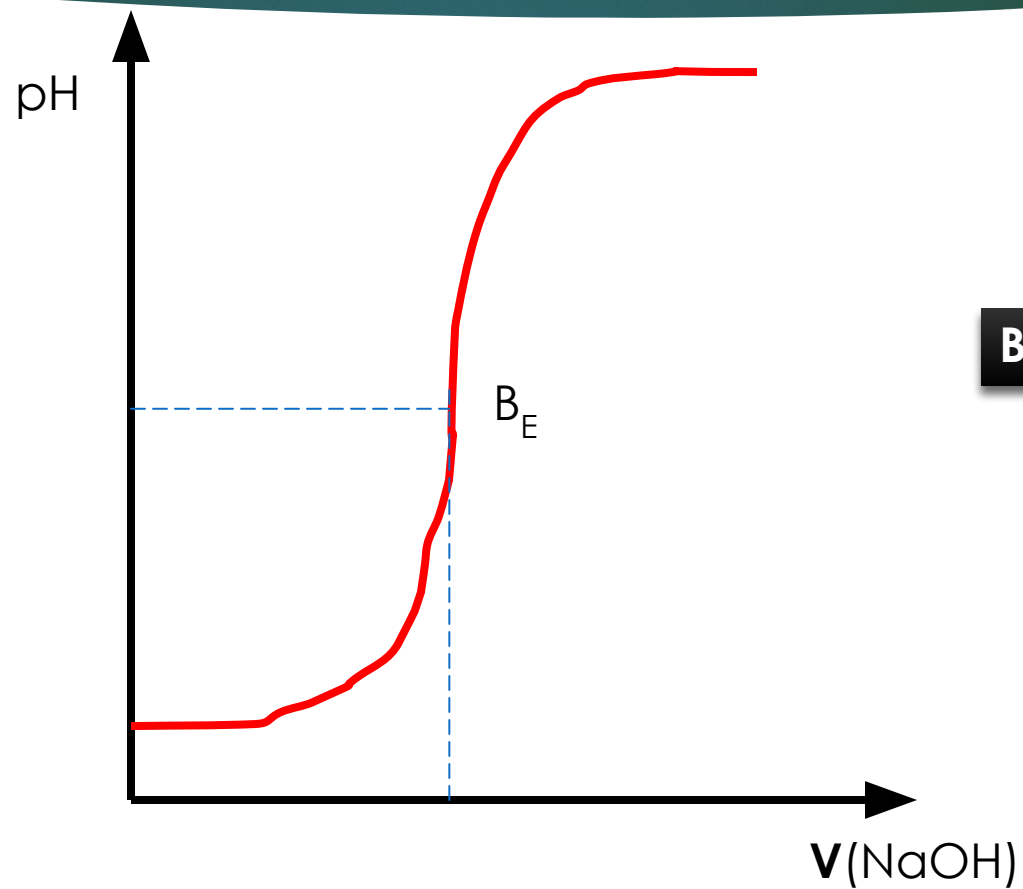
Titračná krivka

- ▶ Znáznornenie zmeny hodnoty pH od objemu (ml) titračného činidla
- ▶ Čím silnejšia kyselina a zásada, tým ostrejšia krivka
- ▶ **Význam:**



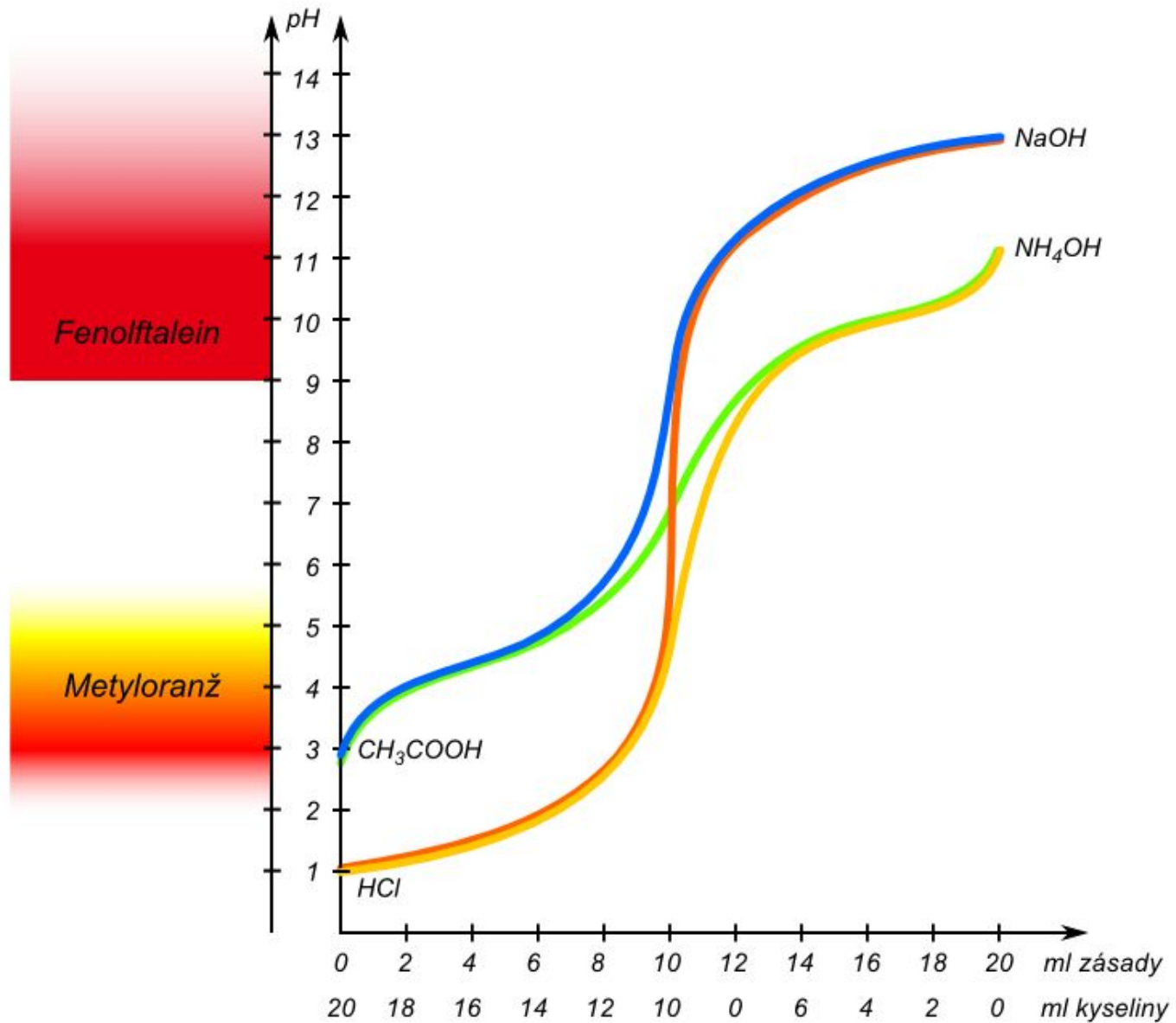
Titračná krivka

pH stanovovaného
roztoku



B_E - bod ekvivalencie

Spotrebovaný
objem titračného
skúmadla



Titrační křivky

- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$
- $\text{HCl} + \text{NaOH}$
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH}$
- $\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH}$

Slabá kyselina a silná zásada

Silná kyselina a silná zásada

Slabá kyselina a slabá zásada

Silná kyselina a slabá zásada

Výpočet stanovované látky



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

Tf = Titrační
(prepočítavací) **faktor**

A- stanovovaná látka (titrand)

B- odměrný roztok (titrant)

$$n(B) = c(B) \cdot V(B) \quad m(A) = n(A) \cdot M(A)$$

Zdroje

- ▶ <https://chemickaolympiada.sk/wp-content/uploads/2019/11/Kr%C3%A1tky-kurz-odmernej-analyzy.pdf>
- ▶ <https://pixabay.com/sk/vectors/kadi%C4%8Dka-kvapalina-%C4%8D%C3%ADslo-%C4%8D%C3%ADta%C5%A5-1300638/>
- ▶ <https://www.wikiskripta.eu/w/Titra%C4%8Dn%C3%ADk%C5%99ivka>
- ▶ <https://forum.matweb.cz/viewtopic.php?id=46699>