

## Laboratorní práce č. 6

### Téma: Kvantitativní analýza

- stanovujeme obsah (množství) jednotlivých látek v analyzované látce (vzorku)
- metody chemické jsou založeny na reakcích:
  - a) protolytických (neutralizace)
  - b) srážecích
  - c) komplexotvorných
  - d) redoxních
- metody instrumentální - pomocí přístroje měříme fyzikální vlastnosti látek (el.vodivost, pH...), např. potenciometrie, konduktometrie, polarografie, spektrofotometrie ... tyto metody jsou přesnější, rychlejší a objektivnější
- Chemické metody dále dělíme:
  1. **vážková analýza** (gravimetrie) - zkoumaný roztok vysrážíme, převedeme na málo rozpustnou sraženinu, kterou po vysušení nebo vyžihání zvážíme a vypočítáme obsah stanovované složky  
postup:
    1. odběr vzorku
    2. vážení vzorku
    3. rozpouštění
    4. srážení
    5. dekantace, filtrace a promývání
    6. sušení, spalování filtru a žihání
    7. vážení produktu, výpočet

2. **odměrná analýza** (volumetrie) - k roztoku analyzované látky přidáváme odměrný roztok o známé koncentraci až do bodu ekvivalence. Bod ekvivalence je okamžik, ve kterém zreaguje právě všechna stanovovaná látka s odpovídajícím množstvím činidla (poznáme změnou zbarvení přidaného indikátoru nebo použitím přístrojů). Ze spotřeby odměrného roztoku vypočítáme obsah stanovované látky.

Tento postup se nazývá **titrace**. Stanovujeme obsah určité složky ve vzorku. Podstatou je chemická reakce mezi odměrným roztokem, který přidáváme z byrety a daným objemem stanovované látky v titrační baňce.

#### Rozdělení podle druhu probíhající chemické reakce:

- a) neutralizační analýza - acidimetrie (odměrné roztoky kyselin, stanovujeme zásady)  
- alkalimetrie (odměrné roztoky zásad, stanovujeme kyselin)
- b) srážecí - např. argentometrie při stanovení chloridů (používá odměrný roztok  $\text{AgNO}_3$ )

- c) komplexotvorné - chelatometrie (odměrné roztoky chelatonu)
- d) redoxní - manganometrie (odměrný roztok  $\text{KMnO}_4$ ) nebo jodometrie ( $\text{I}_2$ )

### Základní výpočty:

**Příprava odměrného roztoku** - vypočítat hmotnost látky, kterou rozpustíme v daném objemu.

platí: molární koncentrace roztoku.....  $c$  (jednotka mol/l)       $c = n / V$

$n$  .... látkové množství rozpuštěné látky (počet molů, jednotka mol),

$V$  ... objem roztoku ( $\text{dm}^3$ , litr)

látkové množství  $n = m / M$

$m$  .... hmotnost navážené látky v gramech

$M$  .... molární hmotnost látky (g/mol)

používáme vztah:  $m = n \cdot M = c \cdot V \cdot M$

- Vypočítejte navážku NaCl na přípravu roztoku o koncentraci 0,5 mol/l

1 litr roztoku ..... 0,5 molu      tab.  $M(\text{NaCl}) = 58,443 \text{ g/mol}$

$m = n \cdot M = 0,5 \cdot 58,443 = 29,2215 \text{ g NaCl}$

na přípravu 250 ml roztoku  $m = 0,25 \cdot 0,5 \cdot 58,443$

např. 2 M roztok obsahuje 2 moly rozpuštěné látky v 1 litru roztoku (dvoumolární roztok)

- Vypočítejte hmotnost NaOH na přípravu roztoku o objemu 1 litr a koncentraci 1 molární

$m(\text{NaOH}) = c \cdot M \cdot V = 1 \cdot 40 \cdot 1 = 40 \text{ g}$

NaOH pohlcuje vlhkost ( $w = 0,95$ ) připočítáme navíc 5%

- Vypočítejte objem kyseliny chlorovodíkové na přípravu 0,1 M roztoku o objemu 500  $\text{cm}^3$

$V(\text{roztoku}) = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ l}$

konc. HCl ( $w = 36\%$ ) má hustotu  $\rho = 1,179 \text{ g/ml}$        $M(\text{HCl}) = 36,40 \text{ g/mol}$

$w = m(\text{konc.}) / m(\text{roztoku})$

$m(\text{konc.}) = c \cdot M \cdot V$

přepočet na HCl 36%:  $m(\text{roztoku}) = c \cdot M \cdot V / w = 0,1 \cdot 36,40 \cdot 0,5 / 0,36 = 5,064 \text{ gramů}$

$V = m / \rho = 5,064 / 1,179 = \mathbf{4,3 \text{ ml}}$

můžeme rovnou dosadit do vztahu pro objem:  $V(\text{konc.}) = c \cdot M \cdot V_r / w \cdot \rho$

### **Výpočet faktoru titrace      faktor $F_t = k(\text{s.s}) / k(\text{o.č.})$**

je dán poměrem koeficientů stanovované složky a odměrného činidla

např. stanovení roztoku NaOH odměrným roztokem HCl

$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$        $F_t = 1 / 1 = 1$

stanovení NaOH odměrným roztokem  $\text{H}_2\text{SO}_4$



stanovení  $\text{H}_2\text{SO}_4$  odměrným roztokem NaOH  $F_t = 1 / 2$

### Stanovení přesné koncentrace odměrného roztoku

- vypočtete přesnou koncentraci roztoku HCl, jestliže na titraci 25 ml roztoku  $\text{NaHCO}_3$  o koncentraci 0,1 mol / l bylo spotřebováno 24,5 ml HCl.

platí:  $n(\text{HCl}) = n(\text{NaHCO}_3) = c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$

$$c(\text{HCl}) = 25 \cdot c(\text{NaHCO}_3) / V(\text{HCl}) = 25 \cdot 0,1 / 24,5 = 0,1020 \text{ mol / l}$$

### Obsah stanovované látky ve vzorku

$$m = c \cdot V \cdot M \cdot F_t$$

m ..... hmotnost stanovované látky (g)

c ..... molární koncentrace odměrného roztoku (mol/l)

V ..... objem odměrného roztoku (l)

M .... molární hmotnost stanovované látky (g/mol)

$F_t$  .....faktor titrace

- vypočtete hmotnost NaOH v roztoku, jestliže jsme při jeho titraci spotřebovali 25,2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$$c = 0,1051 \text{ mol/l}$$



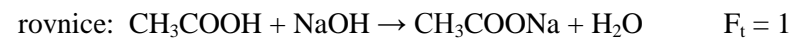
$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0252 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1051 \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{NaOH}) = 39,9971 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,0252 \cdot 0,1051 \cdot 39,9971 \cdot 2 = \mathbf{0,2118 \text{ g}}$$

- vypočtete % kyseliny octové v octu, jestliže jsme odvážili 32,2005 g octa, připravili 250 ml zásobního roztoku a pipetovali 50 ml vzorku. Spotřeba NaOH o  $c = 0,2050 \text{ mol/l}$  byla 44,5 ml.



$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot F_z$$

$$F_z \text{ ..... faktor zředění} \quad F_z = 250 / 50 = 5$$

$$m = 0,0445 \cdot 0,2050 \cdot 60,053 \cdot 5 = 2,7391 \text{ g}$$

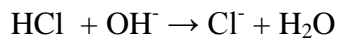
$$w = 2,7391 / 35,2005 = 0,0778 \quad (\mathbf{7,78 \%})$$

## Téma: Stanovení alkality pitné vody

### Úkol: Stanovte koncentraci hydroxidových iontů ve vzorku vody

rozběr:

alkalita pitné vody je koncentrace  $\text{OH}^-$  iontů v pitné vodě. Zjišťuje se titrací, což je metoda odměrné analýzy za použití odměrného roztoku o známé koncentraci. Konec titrace zjistíme acidobazickým indikátorem. Reakce probíhá jako neutralizace:



Pomůcky:

odměrný válec, nálevka, stojan, byreta, titrační baňka

Chemikálie:

odměrný roztok HCl ( $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ), roztok methylovaní (indikátor), vzorek pitné vody

### Postup:

- sestavte titrační aparaturu
- do titrační baňky odměřte odměrným válečkem zkoumanou vodu o objemu 100 ml a přidejte 3 kapky methylovaní
- byretu naplňte odměrným roztokem HCl pomocí nálevky přesně po rysku nula
- vzorek vody titrujte - z byrety přidávejte po kapkách odměrný roztok, za stálého míchání titrační baňkou
- do trvale "cibulového" zbarvení
- proveďte 3 krát, vypočítejte průměrnou spotřebu

### Výpočet alkality vody:

podle vzorce:  $c(\text{OH}^-) = a \cdot b / c \cdot 1000 = V(\text{HCl}) \cdot 0,1 \cdot 1000 / 100 = V(\text{HCl}) \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$

a ..... objem HCl (spotřeba odměrného roztoku v ml)

b ..... koncentrace odměrného roztoku  $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$

c ..... objem vzorku vody = 100 ml

např. spotřeba HCl byla 0,8 ml

$c(\text{OH}^-) = 0,8 \cdot 0,1 / 100 = 0,08 / 100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,0008 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 1000 = \mathbf{0,8 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}}$