

I. Sósav mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása (faktorozás).

A titrálás során oldatok hatóanyag-tartalmát (koncentrációját) határozzuk meg változatos kémiai reakciók segítségével, térfogatmérésen keresztül. A kérdéses töménységű oldat koncentrációja megfelelő pontossággal csak abban az esetben határozható meg, **ha a mérőoldat koncentrációját a lehető legpontosabban ismerjük.**

Nem minden anyag alkalmas arra, hogy belőle közvetlen beméréssel nagyon-nagy pontossággal ismert koncentrációjú oldatot készítsünk. Ennek több oka is lehet: pl. az anyag kémiai reakcióba léphet a környezetben lévő egyéb anyagokkal (vizet köt meg, elkarbonátosodik, oxidálódik...etc). Az igazán pontos bemérés kizárólag **tömegmérésen** keresztül történhet. Az anyag fizikai tulajdonságai közül a tömeg az, ami a legpontosabban mérhető. Az olyan szilárd anyagokat, melyek kémiailag, fizikailag megfelelően ellenállóak és ebből kifolyólag alkalmasak igen pontosan ismert koncentrációjú oldatok készítésére *primer analitikai alapanyagok*nak nevezzük. Sav-bázis titrálási gyakorlatok során tipikus ilyen anyagok pl. a kálium-hidrogén-karbonát (KHCO_3) és a higany(II)-oxid (HgO).

A primer analitikai alapanyagok segítségével más oldatok pontos koncentrációja is meghatározhatóvá válik. Higany(II)-oxid segítségével sav-oldatok pontos koncentrációjának meghatározására nyílik lehetőségünk.

Mérőoldatok faktora

A mérőoldatok koncentrációja kulcskérdés, így megkülönböztetünk, un. **névleges-(közelítő) és pontos koncentrációt.** A mérőoldatok faktora (f) egy olyan szám, mellyel a névleges koncentrációt megszorozva megkapjuk a mérőoldat pontos koncentrációját, amit a számolások során már felhasználhatunk. A faktor meghatározása primer analitikai alapanyagok segítségével történik a pontos koncentráció mérésén keresztül.

$$f = \frac{c_{\text{pontos}}}{c_{\text{névleges}}}$$

Példa:

$c_{\text{névleges}} = 0,02 \text{ mol/dm}^3$ (1 értékes jegy)

$c_{\text{pontos}} = 0,01988 \text{ mol/dm}^3$ (4 értékes jegy)

$f = 0,994$

A feladat: 0,1 mol/dm³-es névleges koncentrációjú sósav mérőoldat faktorának meghatározása.

Szükséges eszközök:

- ✓ titráló lombik
- ✓ büretta
- ✓ fehér csempe
- ✓ vegyszeres kanál
- ✓ analitikai mérleg

Szükséges vegyszerek:

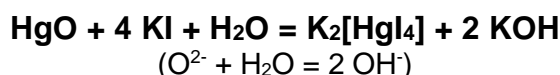
- ✓ HCl-mérőoldat
- ✓ HgO
- ✓ szilárd KI
- ✓ metilvörös indikátor
- ✓ kiforralt desztillált víz

Mérésleírás:

1. Mérd ki a titrálólombikba **körülbelül, de pontosan 0,09 g** higany(II)-oxidot!
Jegyeld fel a pontos tömeget!
2. Add hozzá a szilárd kálium-jodidot (nagyobb vegyszereskanálnyi)!
3. Oldd fel a keveréket nagyon kevés *kiforralt* desztillált vízben! *Rázogasd* folyamatosan! Amikor már nem látsz sárga csapadékot, hígítsd fel az oldatot *kiforralt* desztillált vízzel (kb. 25 cm³-re)!
4. Adj az oldathoz 1-2 csepp metilvörös-indikátort (nem többet)!
5. Töltsd jelre (0,00 cm³-re) a bürettát a sósavval!
6. Az oldatot lassan csepegtetve, az indikátor átmeneti színének megjelenéséig végezd el a titrálást!
7. Olvasd le és jegyzed fel a fogyást!
8. Ha szükséges végezz párhuzamos mérést!
9. Számítsd ki a HCl-oldat pontos koncentrációját és faktorát!

A meghatározás alapja:

A HgO vízben nem oldódik. KI jelenlétében azonban a jodidionok a higanyionokkal nagyon stabil, vízben jól oldódó, színtelen komplexet tetrajodo-merkurát(II)-iont alkotnak. Eközben a szabaddá váló oxidion protonálódik a vizes közegben. 1 mól HgO-ból 2 mól OH⁻-ion keletkezik.



A titrálás megkezdésekor tehát az oldat lúgos kémhatású a KOH-tól. A metilvörös indikátor sárga színű. A titrálás elvi alapja, hogy addig adagoljuk a sósavat, míg a hidroxidionokkal ekvivalens mennyiségű hidrogéniont (H⁺) nem juttatunk az oldatba (közömbösítés). A titrálás végét az indikátor színváltása (kémhatás-változás) jelzi (sárgából-vörösbe, *hagymahéj szín*).

A titrálás során bekövetkező közömbösítési reakció: **KOH + HCl = KCl + H₂O.**

J E G Y Z Ő K Ö N Y V I .

A bemért higany(II)-oxid tömege:

$M(\text{HgO}) = 216,6 \text{ g/mol}$

$m_1 = \dots\dots\dots$

$m_2 = \dots\dots\dots$

$m_3 = \dots\dots\dots$

A mért fogyások:

$V_1 = \dots\dots\dots$

$V_2 = \dots\dots\dots$

$V_3 = \dots\dots\dots$

A sósav névleges koncentrációja:

$c = \dots\dots\dots$

A sósav pontos koncentrációja (külön-külön az egyes fogyásokból számolva):

$c_1 = \dots\dots\dots$

$c_2 = \dots\dots\dots$

$c_3 = \dots\dots\dots$

A faktorok:

$f_1 = \dots\dots\dots$

$f_2 = \dots\dots\dots$

$f_3 = \dots\dots\dots$

ÁTLAG: $f = \dots\dots\dots$

CSOPORTÁTLAG:

$f = \dots\dots\dots$

Rendhagyó események, megjegyzések:

.....
.....
.....
.....

II. Nátrium-hidroxid-oldat koncentrációjának meghatározása acidimetriásan.

A feladatot az I. mérés során faktorozott HCl-mérőoldat segítségével hajtjuk végre.

Szükséges eszközök:

- ✓ titráló lombik
- ✓ büretta
- ✓ fehér csempe
- ✓ hasas pipetta
- ✓ pipettalabda

Szükséges vegyszerek:

- ✓ HCl-mérőoldat
- ✓ ismeretlen NaOH-oldat
- ✓ metilvörös indikátor
- ✓ kiforralt desztillált víz

Mérésleírás:

1. Pipettával, körültekintően mérj ki a titrálólombikba az NaOH-oldatból!
2. Hígítsd fel kevés *kiforralt* desztillált vízzel!
3. Adj az oldathoz 1-2 csepp metilvörös-indikátort!
4. Töltsd jelre a bürettát a mérőoldattal!
5. Az oldatot lassan csepegtetve, az indikátor átmeneti színének megjelenéséig végezd el a titrálást!
6. Olvasd le és jegyzed fel a fogyást!
7. „Egy mérés nem mérés.” **2-3 párhuzamos mérést végezz!**
8. Számítsd ki az NaOH-oldat koncentrációját!

A meghatározás alapja:

A nátrium-hidroxid egyértékű, erős bázis. Sósavval közömbösíthető, maradéktalanul, gyorsan reagál.

A titrálás során bekövetkező közömbösítési reakció: $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

Az ekvivalenciapontban a lombikban lévő oldat kémhatása semleges. A titrálás végét az indikátor színváltása mutatja (sárgából-vörösbe, *hagymahéj szín*).

J E G Y Z Ő K Ö N Y V I I .

A mért fogyások:

$$V_1 = \dots\dots\dots$$

$$V_2 = \dots\dots\dots$$

$$V_3 = \dots\dots\dots$$

ÁTLAGFOGYÁS:

$$\bar{V} = \dots\dots\dots$$

A sósav névleges koncentrációja:

$$c = \dots\dots\dots$$

A sósav faktora (az I. mérés csoportátlaga):

$$f = \dots\dots\dots$$

A kiméréshez használt pipetta pontos térfogata:

!!!

$$V_1 = \dots\dots\dots$$

$$V_2 = \dots\dots\dots$$

$$V_3 = \dots\dots\dots$$

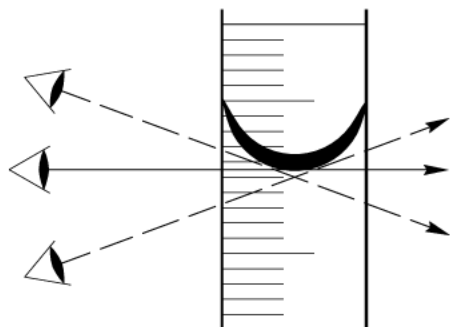
A nátrium-hidroxid-oldat koncentrációja mol/dm³-ben:

$c = \dots\dots\dots \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$
--

Rendhagyó események, megjegyzések:

.....
.....
.....
.....

III. Kiegészítések.



Parallaxis-hiba (büretta- és pipetta leolvasásakor)

Példafeladat eredményszámításra

I. mérés (faktorozás)

$$\left. \begin{array}{l} m(\text{HgO}) = 0,0875 \text{ g} \\ V(\text{fogyás}) = 8,10 \text{ cm}^3 \end{array} \right\} \text{mért adatok!}$$

$$n(\text{HCl}) = n(\text{OH}^-) = 2 \cdot n(\text{HgO}) = 2 \cdot \left(\frac{0,0875}{216,6} \right) \text{ mol} = 8,0794 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$c(\text{pontos}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{fogyás})} = \frac{8,0794 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,00810 \text{ dm}^3} = 0,0998 \text{ mol/dm}^3$$

$$f = \frac{c_{\text{pontos}}}{c_{\text{névleges}}} = \frac{0,0998 \text{ mol/dm}^3}{0,1 \text{ mol/dm}^3} = \underline{\underline{0,998}}$$

II. mérés (NaOH-oldat)

$$\left. \begin{array}{l} V_1(\text{fogyás}) = 11,05 \text{ cm}^3 \\ V_2(\text{fogyás}) = 10,90 \text{ cm}^3 \\ V_3(\text{fogyás}) = 10,95 \text{ cm}^3 \end{array} \right\} \text{mért adatok!}$$

$$V(\text{átlagfogyás}) = 10,97 \text{ cm}^3$$

$$\left. \begin{array}{l} V(\text{pipetta}) = 10,00 \text{ cm}^3 \\ f_{\text{HCl}} = 1,002 \end{array} \right\} \text{ismert adatok!}$$

$$c(\text{HCl, pontos}) = c_{\text{névleges}} \cdot \text{faktor} = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,002 = 0,1002 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = (1,097 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1002) \text{ mol} = 1,09886 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{pipetta})} = \frac{1,09886 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,01000 \text{ dm}^3} = \underline{\underline{0,1099 \text{ mol/dm}^3}}$$