

# SZENNYEZETT KALCIUM-KARBONÁT SZÁZALÉKOS ÖSSZETÉTELÉNEK MEGHATÁROZÁSA

## Bevezetés

A gyakorlat során kalcium-karbonátból és homokból álló keveréket sósavval reagáltatunk, melynek eredményeképpen a kalcium-karbonátból szén-dioxid fejlődik az alábbi egyenlet szerint:



A fejlődő szén-dioxid térfogatának, hőmérsékletének és nyomásának ismeretében a kalcium-karbonát anyagmennyisége és így tömegszázalékos összetétele kiszámítható. A térfogatméréshez gázbürettát használunk, amely a közlekedőedények elvén működő, nem túl nagy mennyiségű (10-100 cm<sup>3</sup>) gáz térfogatának meghatározására szolgáló eszköz. A gyakorlat során a gázbüretta alapja egy metilvörös indikátorral megszínezett híg sósavoldattal töltött büretta, melynek egyik végén a mérendő gázt vezetjük be, a másik vége pedig rugalmasan csatlakozik egy nívóedényhez. A híg sósav arra szolgál, hogy elkerüljük a szén-dioxid beoldódását a folyadékba. A nívóedény mozgatható, hogy a térfogatok leolvasásánál mindig egyazon magasságba hozhassuk a belső és a külső folyadékszintet, mert így a belső nyomás megegyezik a barométerrel mérhető külső légköri nyomással.

A szén-dioxid parciális nyomását ( $p_{\text{CO}_2}$ ) megkapjuk, ha a gázbürettában levő gáz nyomásából kivonjuk a gázbürettában lévő sósavoldat  $p' = p_{\text{H}_2\text{O}} + p_{\text{HCl}}$  tenzióját adott hőmérsékleten (lásd az 1. táblázatot), azaz  $p_{\text{CO}_2} = p - p'$ . (Ha szükséges alkalmazzunk lineáris interpolációt a tenzió pontos meghatározásához.)

1. táblázat. Különböző koncentrációjú sósavoldatok tenziója (a vízgőz és a sósav parciális nyomása, valamint a két parciális nyomás összege) különböző hőmérsékleteken (Lengyel Béla: Általános és szerves kémiai praktikum XIV. táblázata alapján).

w/%	p <sub>15 °C</sub> /Hgmm			p <sub>20 °C</sub> /Hgmm			p <sub>25 °C</sub> /Hgmm			p <sub>30 °C</sub> /Hgmm		
	p <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	p <sub>HCl</sub>	p'	p <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	p <sub>HCl</sub>	p'	p <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	p <sub>HCl</sub>	p'	p <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	p <sub>HCl</sub>	p'
6	12	0	12	16	0	16	22	0	22	29	0	29
10	11	0	11	15	0	15	20	0	20	27	0	27
20	8	0	8	10	0	10	14	0	14	19	1	20
30	4	8	12	5	11	16	8	15	23	10	21	31

## Szükséges eszközök

50 cm<sup>3</sup>-es Erlenmeyer-lombik

bemérőedény

gázbüretta nívóedénnyel

tölcsér

gumicső

gumidugó

csipesz

Bunsen-állvány (2db)

hőmérő

spriccflaska

kémcsőfogó dióval

szűrőkarika dióval

## A gyakorlat kivitelezése

A nívóedényt szűrőkarikába állítjuk, a bürettát és az Erlenmeyer-lombikot is rögzítjük. A mérés előtt ellenőrizzük a gázbüretta zártságát: A reakcióedényt a nívóedény felső helyzetében rákötjük a gázbürettára, majd a nívóedényt lent rögzítjük. Ha a folyadékszint a gázbürettában számottevően nem változik 1-2 perc várakozás után, akkor jó az összeszerelés. Ha 0,1-0,2 cm<sup>3</sup>-nél nagyobb eltérést tapasztalunk, akkor ellenőrizni kell a csatlakozásokat. A bemérőedénybe – az ellenőrzés közben – bemérünk kb. 1,0 g keveréket (I.). A reakcióedénybe 15-20 cm<sup>3</sup> térfogatú 20 tömegszázalékos sósavoldatot öntünk és a bemérőedénykét csipesszel óvatosan belehelyezzük a reakcióedény horpasztott pereme közelébe, vigyázva arra, hogy közben ki ne szóródjon a keverék.

A nívóedényt felemelve összeszereljük készülékünket, majd ellenőrizzük a készülék zártságát az előbbi módszerrel. Ha nincs tömítési probléma, akkor leolvassuk az induló térfogatot (II.) úgy, hogy a folyadék szintje a bürettában és a nívóedényben egyforma magasságban legyen. A nívóedény leengedett állapotában a reakcióedényt megrázva a port a savba öntjük, folyamatosan rázogatójuk és a reakció befejeződése, általában 1-2 perc, után megismételjük a térfogat leolvasását. (A nívóedény és a büretta folyadékszintje ismét azonos magasságban legyen.) A térfogat leolvasása után néhányszor ismét megrázzuk a reakcióedényt, hogy az oldott CO<sub>2</sub> teljes mennyisége eltávozzon az oldatból. A térfogat leolvasását is mindaddig ismételjük, amíg térfogatváltozást tapasztalunk. Végső térfogatnak (III.) a legnagyobb térfogatértéket fogadjuk el.

A mérést még 2-3-szor megismételjük, de a bemérésnél figyelembe vesszük az első térfogatmérés eredményét és annyi anyagot mérünk be, hogy a következő kísérletekben a keletkező gáz térfogata (IV.) 35–40 cm<sup>3</sup> legyen.

A mérés befejezése után feljegyezzük a barométerről leolvasott légköri nyomásértéket (V.) és a szobahőmérsékletet (VI.). Leírjuk a gázbürettában levő sósavoldat tömegszázalékos összetételét (VIII.).



1. ábra. A kísérleti elrendezés.

## Mintaszámolás

VI. Szobahőmérséklet:	$t = 24,3 \text{ }^\circ\text{C}$
V. Barométer állás:	$p = 1007,1 \text{ mbar}$
VII. Külső nyomás:	$p = 1007,1 \text{ mbar} \cdot \frac{760 \text{ Hgmm}}{1013,25 \text{ mbar}} = 755,4 \text{ Hgmm}$
VIII. Sósavoldat tömegszázalékos összetétele: Sósavoldat (6 w%) tenziója $t = 24,3 \text{ }^\circ\text{C}$ -on	$w\% = 6 \%$
az 1. táblázatból lineáris interpolációval	$p' = p'_{20} + \frac{t - 20 \text{ }^\circ\text{C}}{25 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}} \cdot (p'_{25} - p'_{20}) =$
a 20 és a 25 °C-on mért adatokból:	$\left[ 16 + \frac{24,3 - 20}{5} \cdot (22 - 16) \right] \text{ Hgmm} = 21,2 \text{ Hgmm}$
IX. Szén-dioxid nyomása:	$p_{\text{CO}_2} = p - p' = 734,2 \text{ Hgmm} = 97890 \text{ Pa}$
I. Keverék tömege:	$m = 1,30 \text{ g}$
II. Kezdeti térfogat:	$V_i = 0,6 \text{ cm}^3$
III. Végterfogat:	$V_v = 34,7 \text{ cm}^3$
IV. Fejlődött gáz térfogata:	$V = V_v - V_i = 34,1 \text{ cm}^3 = 34,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
Abszolút hőmérséklet:	$T = (273,15 + 24,3) \text{ K} = 297,45 \text{ K}$
X. Szén-dioxid anyagmennyisége:	$n_{\text{CO}_2} = \frac{p_{\text{CO}_2} V}{RT} = \frac{97890 \text{ Pa} \cdot 34,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 297,45 \text{ K}} =$
	$= 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
Kalcium-karbonát anyagmennyisége:	$n_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CO}_2}$
XI. Kalcium-karbonát tömege:	$m_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CaCO}_3} M_{\text{CaCO}_3} =$
	$= 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 100,09 \text{ g/mol} = 0,135 \text{ g}$
XII. Keverék kalcium-karbonát tartalma:	$m_{\text{CaCO}_3} / m \cdot 100\% = 0,135 / 1,30 \cdot 100\% = 10,4 \%$