

**Dr. Bánóczy Zoltán**

egyetemi adjunktus

ELTE TTK Kémiai Intézet

# Sztöchiometria – keverékek

---

**Minden komponens reakcióba lép**



# 1. feladat

Egy cink-magnézium ötvözet 8 g-ját sósavban oldjuk. Milyen az ötvözet tömegszázalékos összetétele, ha 3,645 dm<sup>3</sup> standard állapotú gáz fejlődött?

Írjuk ki az adatokat!

$$m(\text{ötvözet}) = 8,00 \text{ g}$$

$$V(\text{gáz}) = 3,645 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$$

$$V_M = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Írjuk fel a reakcióegyenleteket!



Számoljuk ki a keletkező hidrogén anyagmennyiségét!

$$n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_M} = \frac{3,645 \text{ dm}^3}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,149 \text{ mol}$$

A keletkezett hidrogén anyagmennyisége arányos (a reakcióegyenlet alapján) az egyes fémek anyagmennyiségével.

$$\text{a) } n(\text{Mg}) + n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) \text{ (1 mol Mg 1 mol H}_2\text{, és 1 mol Zn 1 mol H}_2\text{).}$$

$$n(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{M(\text{Mg})}$$

Ha  $m(\text{Mg}) = x$ , akkor  $m(\text{Zn}) = 8 - x$ . Mivel  $m(\text{Mg}) + m(\text{Zn}) = 8$

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})}$$

Írjuk fel az a) egyenletet ezekkel a kifejezésekkel és az ismert adatokkal, majd oldjuk meg az egyenletet:

$$\text{a) } n(\text{Mg}) + n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2)$$

$$\frac{x}{M(\text{Mg})} + \frac{8-x}{M(\text{Zn})} = n(\text{H}_2)$$

$$\frac{x}{24,3} + \frac{8-x}{65,4} = 0,149$$

$$x = 1,031 \text{ g}$$

$$m/m\%(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{m(\text{ötvözet})} * 100 = \frac{1,031}{8} * 100 = \mathbf{12,9\%}$$

## 2. feladat

Egy  $\text{MgCl}_2$  –  $\text{CaCl}_2$  porkeverék 13,0 g-jából készült oldathoz addig adagolunk  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  oldatot, amíg már csapadékleválás nem tapasztalható. A kiszűrt és megszáritott csapadék tömege 11,6 g lett. Mi a keverék tömegszázalékos összetétele?

Írjuk ki az adatokat!

$$m(\text{keverék}) = 13,0 \text{ g}$$

$$m(\text{csapadék}) = 11,6 \text{ g}$$

$$M(\text{MgCl}_2) = 95,3 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{MgCO}_3) = 84,3 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}$$

Írjuk fel a reakcióegyenleteket!



Milyen összefüggést tudunk megállapítani a porkeverék összetétele és a keletkező csapadék mennyisége között?

$$n(\text{MgCl}_2) = n(\text{MgCO}_3) \text{ és } n(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCO}_3)$$

Fejezzük ki a kiindulási anyagaink anyagmennyiségét!

$$n(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{M(\text{MgCl}_2)}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)}$$

Tudjuk, hogy  $m(\text{MgCl}_2) + m(\text{CaCl}_2) = 13,0 \text{ g}$ , ezért legyen

$m(\text{MgCl}_2) = x$  és  $m(\text{CaCl}_2) = 13,0 - x$ . Írjuk be ezeket az értékeket az anyagmennyiség meghatározásába!

$$n(\text{MgCl}_2) = \frac{x}{M(\text{MgCl}_2)}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{13,0-x}{M(\text{CaCl}_2)}$$

Írjuk fel a csapadék tömegét!

$$m(\text{MgCO}_3) + m(\text{CaCO}_3) = 11,6 \text{ g} = n(\text{MgCO}_3) * M(\text{MgCO}_3) + n(\text{CaCO}_3) * M(\text{CaCO}_3)$$

$$n(\text{MgCl}_2) * M(\text{MgCO}_3) + n(\text{CaCl}_2) * M(\text{CaCO}_3) = 11,6 \text{ g}$$

$$\frac{x}{M(\text{MgCl}_2)} * M(\text{MgCO}_3) + \frac{13,0-x}{M(\text{CaCl}_2)} * M(\text{CaCO}_3) = 11,6 \text{ g}$$

$$x = 6,67 \text{ g}$$

$$m/m\%(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{m(\text{keverék})} * 100 = \frac{6,67}{13} * 100 = 49,1\%$$

**Az egyes komponensek nem  
vagy eltérően reagálnak**

**2**

# 3. feladat

Egy alumínium-magnézium ötvözet 5,00 g-ját NaOH oldattal reagáltatjuk. Milyen az ötvözet tömegszázalékos összetétele, ha 3,74 dm<sup>3</sup> normál állapotú gáz fejlődött?

Írjuk ki az adatokat!

$$m(\text{ötvözet}) = 5,00 \text{ g}$$

$$V(\text{gáz}) = 3,735 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g/mol}$$

$$V_M = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Írjuk fel a reakcióegyenletet!



Számoljuk ki a keletkező hidrogén anyagmennyiségét!

$$n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_M} = \frac{3,74 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,167 \text{ mol}$$

A keletkezett hidrogén anyagmennyisége arányos (a reakcióegyenlet alapján) az alumínium anyagmennyiségével.

$$n(\text{Al}) = \frac{2}{3} * n(\text{H}_2) = 0,111 \text{ mol}$$

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) * M(\text{Al}) = 3,0 \text{ g}$$

$$m/m\%(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{ötvözet})} * 100 = \frac{3}{5} * 100 = \mathbf{60,0\%}$$



## 4. feladat

Levegőn tartott CaO egy része elkarbonátosodott. A karbonáttartalom meghatározásához 15 g-ot sósavban oldottunk. A pezsgés megszűnéséig 336 cm<sup>3</sup> normálállapotú gáz fejlődött. A CaO hány %-a alakult át karbonáttá, és mennyi a CaCO<sub>3</sub> tömegszázalékos mennyisége?

Írjuk ki az adatokat!

$$m(\text{keverék}) = 15,0 \text{ g}$$

$$V(\text{gáz}) = 0,336 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{CaO}) = 56,0 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,0 \text{ g/mol}$$

$$V_M = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

Írjuk fel a reakcióegyenletet!



A szén-dioxid mennyisége megadja a kalcium-karbonát mennyiségét!

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3)$$

Számoljuk ki a keletkező szén-dioxid anyagmennyiségét!

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_M} = \frac{0,336 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,015 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) * M(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) * M(\text{CaCO}_3) = 0,015 * 100 = 1,5 \text{ g}$$

Az átalakulás mértékének meghatározásához tudnunk kell, hány g CaO alakult át karbonáttá!



$n(\text{CaO}) = n(\text{CaCO}_3)$ , tehát

$$m(\text{CaO}) = n(\text{CaO}) * M(\text{CaO}) = n(\text{CaCO}_3) * M(\text{CaO}) = 0,015 * 56 = 0,84 \text{ g}$$

Az átalakulás mértékének meghatározásához ismernünk kell, mennyi volt a CaO tömege az átalakulás előtt!

A 15 g keverékben  $15,0 - 1,5 = 13,5$  g CaO van most. Ha tudjuk, hogy 0,84 g átalakult kalcium-karbonáttá, akkor eredetileg  $13,5 + 0,84 = 14,34$  g volt.

**Az átalakult CaO %-os mennyisége:**  $\frac{0,84}{14,34} \text{ g} * 100 = 5,86\%$

$$m/m\%(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{keverék})} * 100 = \frac{1,5}{15} * 100 = 10,0\%$$

# 5. feladat

Egy szennyezőt tartalmazó elkarbonátosodott CaO mintát vizsgálunk. 1,50 g-ját 50,0 cm<sup>3</sup> 1,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavban oldottuk. A pezsgés megszűnéséig 73,5 cm<sup>3</sup> standard állapotú gáz fejlődött. A szén-dioxid kiűzése után az oldatot 0,980 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH oldattal titráltuk, és a fogyás 17,55 cm<sup>3</sup> volt. Adja meg a porkeverék tömegszázalékos összetételét! Az ismeretlen szennyező nem reagál sem sósavval, sem a NaOH oldattal.

Írjuk ki az adatokat!

$$m(\text{keverék}) = 1,50 \text{ g}$$

$$V(\text{gáz}) = 0,0735 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{CaO}) = 56,0 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,0 \text{ g/mol}$$

$$V_M = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$V(\text{HCl}) = 50,0 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 1,00 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{NaOH}) = 17,55 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,980 \text{ mol/dm}^3$$

Írjuk fel a reakcióegyenletet!



A szén-dioxid mennyisége megadja a kalcium-karbonát mennyiségét!

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3)$$

Számoljuk ki a keletkező szén-dioxid anyagmennyiségét!

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_M} = \frac{0,0735 \text{ dm}^3}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,003 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) * M(\text{CaCO}_3) =$$

$$= n(\text{CO}_2) * M(\text{CaCO}_3) = 0,003 * 100 = 0,3 \text{ g}$$

**A CaO mennyiségét a vele reagáló HCl anyagmennyiségéből tudjuk meghatározni! Mennyi HCl reagált el a porkeverék oldása során?**

$$n(\text{HCl, összes}) = c(\text{HCl}) * V(\text{HCl}) = 1 * 0,05 = 0,05 \text{ mol}$$

**Mennyi maradt feleslegben az oldás után? A NaOH-dal való titrálás adja meg!**



$$n(\text{HCl, felesleg}) = n(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH}) * c(\text{NaOH}) = 0,01755 * 0,98 = 0,0172 \text{ mol}$$

**A kettő különbsége adja az elreagált HCl mennyiségét!**

$$n(\text{HCl, reagált}) = n(\text{HCl, összes}) - n(\text{HCl, felesleg}) = 0,05 - 0,0172 = 0,0328 \text{ mol}$$

**Az elreagált mennyiség a karbonáttal és az oxiddal való reakcióból tevődik össze!**

$$n(\text{HCl, reagált}) = n(\text{HCl, CaO}) + n(\text{HCl, CaCO}_3)$$

$$n(\text{HCl, CaCO}_3) = 2 * n(\text{CaCO}_3) = 2 * 0,003 = 0,006 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl, CaO}) = n(\text{HCl, reagált}) - n(\text{HCl, CaCO}_3) = 0,0328 - 0,006 = 0,0268 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaO}) = \frac{n(\text{HCl, CaO})}{2} = \frac{0,0268}{2} = 0,0134 \text{ mol}$$

$$m(\text{CaO}) = n(\text{CaO}) * M(\text{CaO}) = 0,0134 * 56 = 0,750 \text{ g}$$

$$m/m\%(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{keverék})} * 100 = \frac{0,3}{1,5} * 100 = 20,0\%$$

$$m/m\%(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{m(\text{keverék})} * 100 = \frac{0,75}{1,5} * 100 = 50,0\%$$

$$m/m\%(\text{szennyező}) = 100 - 50 - 20 = 30,0\%$$