

**Dr. Szalai István**

egyetemi tanár

ELTE TTK Kémiai Intézet

# Koncentráció- számítás 2

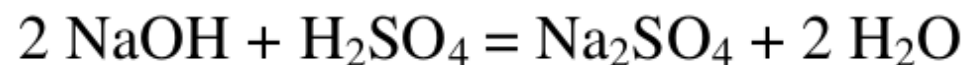
---

# 1. feladat

1,60 g NaOH-ból  $0,400 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot készítünk. Az elkészült oldathoz 50,0g 9,80 tömeg%-os ( $\rho = 1,06 \text{ g/cm}^3$ ) kénsavoldatot öntünk. A reakció után mekkora lett az oldat koncentrációja a keletkező sóra, illetve a feleslegben lévő reagensre nézve?

# 1. feladat

1,60 g NaOH-ból  $0,400 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot készítünk. Az elkészült oldathoz 50,0g 9,80 tömeg%-os ( $\rho = 1,06 \text{ g/cm}^3$ ) kénsavoldatot öntünk. A reakció után mekkora lett az oldat koncentrációja a keletkező sóra, illetve a feleslegben lévő reagensre nézve?



$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}, M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}.$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{1,60}{40} \text{ mol} = 0,04 \text{ mol}$$

$$V(\text{NaOH oldat}) = \frac{0,04}{0,400} \text{ dm}^3 = 100 \text{ cm}^3$$

# 1. feladat

1,60 g NaOH-ból  $0,400 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot készítünk. Az elkészült oldathoz 50,0g 9,80 tömeg%-os ( $\rho = 1,06 \text{ g/cm}^3$ ) kénsavoldatot öntünk. A reakció után mekkora lett az oldat koncentrációja a keletkező sóra, illetve a feleslegben lévő reagensre nézve?

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = (50 \cdot 0,098) \text{ g} = 4,9 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{4,9}{98} = 0,05 \text{ mol}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ oldat}) = \frac{50,0}{1,06} = 47,17 \text{ cm}^3$$

0,04 mol NaOH-ot 0,02 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  közömbösít.

A kénsav feleslegben van, marad 0,03 mol.

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,02 \text{ mol.}$$

# 1. feladat

1,60 g NaOH-ból  $0,400 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatot készítünk. Az elkészült oldathoz 50,0g 9,80 tömeg%-os ( $\rho = 1,06 \text{ g/cm}^3$ ) kénsavoldatot öntünk. A reakció után mekkora lett az oldat koncentrációja a keletkező sóra, illetve a feleslegben lévő reagensre nézve?

$$V(\text{oldat}) = (100 + 47,17) \text{ cm}^3 = 147,17 \text{ cm}^3 = 147,17 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{0,02}{147,17 \cdot 10^{-3}} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,136 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,03}{147,17 \cdot 10^{-3}} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,204 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

## 2. feladat

200 g 80°C-on telített alumínium-szulfát-oldat készítéséhez hány g kristályvizes só  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}]$  szükséges? Az így elkészített meleg oldatot hagyjuk kihűlni. Bizonyos idő eltelte után lemérjük a 20°C-os oldat alján kivált kristályok tömegét, amely 133,2 g.

Mennyi víz párolgott el közben? 80°C-on 73,0 g, 20°C-on 36,4 g vízmentes só oldódik 100 g vízben.  $\text{Ar}(\text{H}) = 1,0$ ;  $\text{Ar}(\text{Al}) = 27,0$ ;  $\text{Ar}(\text{O}) = 16,0$ ;  $\text{Ar}(\text{S}) = 32,0$ ;

## 2. feladat

200 g 80°C-on telített alumínium-szulfát-oldat készítéséhez hány g kristályvizes só  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}]$  szükséges? Az így elkészített meleg oldatot hagyjuk kihűlni. Bizonyos idő eltelte után lemérjük a 20°C-os oldat alján kivált kristályok tömegét, amely 133,2 g.

Mennyi víz párolgott el közben? 80°C-on 73,0 g, 20°C-on 36,4 g vízmentes só oldódik 100 g vízben.  $\text{Ar}(\text{H}) = 1,0$ ;  $\text{Ar}(\text{Al}) = 27,0$ ;  $\text{Ar}(\text{O}) = 16,0$ ;  $\text{Ar}(\text{S}) = 32,0$ ;

80°C-on 200 g oldatban  $[(73 / 173) \times 200]$  g = 84,4 g só van.

$M[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = 342$  g/mol;  $M[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}] = 666$  g/mol

A szükséges kristályvizes só tömege:  $m[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}] = (84,4 / 342) \times 666$  g = 164,4 g

## 2. feladat

200 g 80°C-on telített alumínium-szulfát-oldat készítéséhez hány g kristályvizes só  $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}]$  szükséges? Az így elkészített meleg oldatot hagyjuk kihűlni. Bizonyos idő eltelte után lemérjük a 20°C-os oldat alján kivált kristályok tömegét, amely 133,2 g.

Mennyi víz párolgott el közben? 80°C-on 73,0 g, 20°C-on 36,4 g vízmentes só oldódik 100 g vízben.  $\text{Ar}(\text{H}) = 1,0$ ;  $\text{Ar}(\text{Al}) = 27,0$ ;  $\text{Ar}(\text{O}) = 16,0$ ;  $\text{Ar}(\text{S}) = 32,0$ ;

A kivált kristályvizes sóban az  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  tömege:  $m[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] = (133,2 / 666) \times 342 \text{ g} = 68,4 \text{ g}$ .

Az oldatban van  $(84,4 - 68,4) \text{ g} = 16,0 \text{ g } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$   
és  $(16,0 / 36,4) \times 100 \text{ g} = 44,0 \text{ g}$  víz.

A 20°C-os oldat tömege:  **$m(\text{oldat}) = (16,0 + 44,0) \text{ g} = 60,0 \text{ g}$** .

Az elpárolgott víz tömege:  $m(\text{víz}) = [200 - (133,2 + 60,0)] \text{ g} = 6,80 \text{ g}$ .



## 3. feladat

250–250 g tömegű kénsav-, illetve nátrium-hidroxid-oldatot összeöntve semleges kémhatású oldatot kaptunk, amelyet 20,0 °C-ra hűtve 200 g kristályvíztartalmú nátrium-szulfát kristályosodott ki (képlete:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ).

[A vízmentes nátrium-szulfát oldhatósága 20,0 °C-on: 19,5 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  / 100 g víz.]

**Számítsa ki, hány tömegszázalékos volt a kénsavoldat, illetve a nátrium-hidroxid-oldat! (Írja fel a közömbösítési reakció egyenletét is!)**

## 3. feladat

250–250 g tömegű kénsav-, illetve nátrium-hidroxid-oldatot összeöntve semleges kémhatású oldatot kaptunk, amelyet 20,0 °C-ra hűtve 200 g kristályvíztartalmú nátrium-szulfát kristályosodott ki (képlete:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ).

[A vízmentes nátrium-szulfát oldhatósága 20,0 °C-on: 19,5 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  / 100 g víz.]

**Számítsa ki, hány tömegszázalékos volt a kénsavoldat, illetve a nátrium-hidroxid-oldat! (Írja fel a közömbösítési reakció egyenletét is!)**

A telített nátrium-szulfát-oldat tömege:  $250 \text{ g} + 250 \text{ g} - 200 \text{ g} = 300 \text{ g}$ .

A telített oldat:  $19,5 \text{ g} / 119,5 \text{ g} = 0,163 \rightarrow 16,3 \text{ tömeg}\%$ -os.

A telített oldatban:  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 300 \text{ g} \cdot 0,163 = 48,9 \text{ g}$ .

A kivált sóban:  $142 \text{ g/mol} / 322 \text{ g/mol} = 0,441 \rightarrow 44,1 \text{ tömeg}\%$  nátrium-szulfát van.

A kristályokban tehát:  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 200 \text{ g} \cdot 0,441 = 88,2 \text{ g}$ .

A keletkezett nátrium-szulfát:  $48,9 \text{ g} + 88,2 \text{ g} = 137,1 \text{ g}$  ( $M = 142 \text{ g/mol}$ )  $\rightarrow 0,9655 \text{ mol}$

## 3. feladat

250–250 g tömegű kénsav-, illetve nátrium-hidroxid-oldatot összeöntve semleges kémhatású oldatot kaptunk, amelyet 20,0 °C-ra hűtve 200 g kristályvíztartalmú nátrium-szulfát kristályosodott ki (képlete:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ).

[A vízmentes nátrium-szulfát oldhatósága 20,0 °C-on: 19,5 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  / 100 g víz.]

**Számítsa ki, hány tömegszázalékos volt a kénsavoldat, illetve a nátrium-hidroxid-oldat! (Írja fel a közömbösítési reakció egyenletét is!)**

A reakcióegyenlet:  $2 \text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Az egyenlet alapján 1,931 mol NaOH és 0,9655 mol kénsav reagált.

$m(\text{NaOH}) = 1,931 \text{ mol} \cdot 40,0 \text{ g/mol} = 77,24 \text{ g}$ , így  $77,24 \text{ g} / 250 \text{ g} \cdot 100\% = \mathbf{30,9 \text{ tömeg\%}}$

**NaOH-ot** tartalmazott a kiindulási lúgoldat.

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9655 \text{ mol} \cdot 98,0 \text{ g/mol} = 94,62 \text{ g}$ , így  $94,62 \text{ g} / 250 \text{ g} \cdot 100\% = \mathbf{37,8 \text{ tömeg\%}}$

**kénsavat** tartalmazott a kiindulási savoldat.

## 4. feladat

A benzoésav vízben rosszul oldódó, egyértékű szerves sav. 25,0 °C-on a savállandója  $6,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ . Nátriumsója viszont vízben kitűnően oldódik. Például 25,0 °C-on 100 g víz 62,9 g nátrium-benzoátot old.

Szilárd benzoésavat oldunk desztillált vízben.

**a) Számítsa ki a benzoésav oldhatóságát g/100 cm<sup>3</sup> oldat egységben, ha tudjuk, hogy a telített oldat pH-ja 2,89!**

100 cm<sup>3</sup> 4,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, 1,15 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű NaOH-oldatba pontosan annyi benzoésavat akarunk adagolni, hogy végül az oldat csak nátrium-benzoátot tartalmazzon oldott anyagként.

**b) Számítsa ki, mekkora tömegű benzoésavat kellene a lúgoldathoz adagolni! Hány tömegszázalékos nátrium-benzoát oldathoz jutunk így?**

**c) Állapítsa meg, kiválik-e szilárd nátrium-benzoát a reakció közben felforrósodott oldatból, ha visszahűtjük 25,0 °C-ra!**

## 4. feladat

A benzoésav vízben rosszul oldódó, egyértékű szerves sav. 25,0 °C-on a savállandója  $6,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ . Nátriúmsója viszont vízben kitűnően oldódik. Például 25,0 °C-on 100 g víz 62,9 g nátrium-benzoátot old.

Szilárd benzoésavat oldunk desztillált vízben.

**a) Számítsa ki a benzoésav oldhatóságát g/100 cm<sup>3</sup> oldat egységben, ha tudjuk, hogy a telített oldat pH-ja 2,89!**

$$\text{pH} = 2,89 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Az egyensúlyi koncentrációk:

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-] = [\text{H}^+] = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}] = c - 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3,$$

ha  $c$  a telített benzoésavoldat koncentrációja.

Az adatokat a savállandóba helyettesítve:

$$K_s = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} \rightarrow 6,30 \cdot 10^{-5} = \frac{(1,29 \cdot 10^{-3})^2}{c - 1,29 \cdot 10^{-3}}$$

$$\text{Ebből } c = 0,0277 \text{ mol/dm}^3$$

$$100 \text{ cm}^3\text{-ben } 0,00277 \text{ mol, amelynek tömege: } m = 0,00277 \text{ mol} \cdot 122 \text{ g/mol} = \mathbf{0,338 \text{ g.}}$$

## 4. feladat

100 cm<sup>3</sup> 4,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, 1,15 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű NaOH-oldatba pontosan annyi benzoésavat akarunk adagolni, hogy végül az oldat csak nátrium-benzoátot tartalmazzon oldott anyagként.

**b) Számítsa ki, mekkora tömegű benzoésavat kellene a lúgoldathoz adagolni!  
Hány tömegszázalékos nátrium-benzoát oldathoz jutunk így?**

100 cm<sup>3</sup> lúgoldatban van:  $0,100 \text{ dm}^3 \cdot 4,00 \text{ mol/dm}^3 = 0,400 \text{ mol NaOH}$

A reakcióegyenlet:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{NaOH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$  (vagy ennek alkalmazása a számításban)

Az egyenlet alapján 0,400 mol benzoésav szükséges, amelynek tömege:

$$m = 0,400 \text{ mol} \cdot 122 \text{ g/mol} = \mathbf{48,8 \text{ g}}$$

0,400 mol Na-benzoát keletkezik, amelynek tömege:

$$m = 0,400 \text{ mol} \cdot 144 \text{ g/mol} = 57,6 \text{ g}$$

A 100 cm<sup>3</sup> NaOH oldat tömege a sűrűség alapján 115 g.

A keletkező oldat tömege:  $115 \text{ g} + 48,8 \text{ g} = 163,8 \text{ g}$ .

Ennek Na-benzoát-tartalma:  $57,6 \text{ g} / 163,8 \text{ g} = 0,352$ , azaz **35,2 tömegszázalék**.

## 4. feladat

c) Állapítsa meg, kiválik-e szilárd nátrium-benzoát a reakció közben felforrósodott oldatból, ha visszahűtjük 25,0 °C-ra!

Az oldhatóság alapján a telített oldat:

$62,9 \text{ g} / 162,9 \text{ g} = 0,386$ , azaz 38,6 tömegszázalékos.

Ennél hígabb az oldatunk (35,2%-os), vagyis **nem válik ki nátrium-benzoát**