

1. Egy „A” üzemben naponta  $500 \text{ m}^3$  4,00-es pH-jú szennyvíz keletkezik. (Tételezzük fel, hogy a szennyvíz kémhatását kizárólag a sósav okozza.) A környezetvédelmi hatóság abban az esetben nem büntet, ha a szennyvíz pH-ja 6,00 és 8,00 között van, ellenkező esetben komoly környezetvédelmi bírságot ró ki az üzemre.
- a) Minimálisan mekkora tömegű égetett mészre, illetve mészkőre van szüksége naponta „A” üzemnek, hogy ne kelljen környezetvédelmi bírságot fizetnie? (A szilárd anyagok hozzáadása gyakorlatilag nem változtatja meg az oldat térfogatát.)
- b) Melyik eljárás az olcsóbb az „A” üzemnek: az égetett mészrel vagy a mészkőporral való közömbösítés? Válaszát számítással is támassza alá! Melyik eljárás során okoz nagyobb környezetszennyezést az üzem és miért? (Az égetett mész egységára 10200 Ft/kg, a mészkőpor egységára 6800 Ft/kg )
- A szomszédos „B” üzemben napi  $1000 \text{ m}^3$  10,0-es pH-jú szennyvíz képződik (ezt tekintjük NaOH-oldatnak). A „B” üzem felajánlja az „A” üzemnek saját szennyvizét, hogy azzal ártalmatlanítsa az ott képződött szennyvizet.
- c) A „B” üzem szennyvizének minimálisan hány %-a marad meg? (A híg oldatok térfogatai összeadódnak.) (2011. október)

Megoldás: (12 pont)

- a)  $n(\text{H}^+) = 5 \cdot 10^5 \text{ dm}^3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 = 50 \text{ mol}$  *1 pont*
- A hozzáadandó anyagok minimális tömegének meghatározásakor az a cél, hogy 6,00 legyen a szennyvíz pH-ja. *1 pont*
- $n(\text{H}^+) = 5 \cdot 10^5 \text{ dm}^3 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 = 0,5 \text{ mol}$
- $n(\text{H}^+) = 50 - 0,5 = 49,5 \text{ mol H}^+$ -t kell közömbösíteni. *1 pont*
- A lejátszódó reakciók:  $\text{CaO} + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $m(\text{CaO}) = (49,5 : 2) \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 1386 \text{ g} = \mathbf{1,39 \text{ kg}}$  *1 pont*
- $m(\text{CaCO}_3) = (49,5 : 2) \text{ mol} \cdot 100 \text{ g/mol} = 2475 \text{ g} = \mathbf{2,47 \text{ kg}}$  *1 pont*
- b) Az égetett meszes eljárás az olcsóbb. *1 pont*
- Indoklás:  $1,39 \text{ kg} \cdot 10200 \text{ Ft/kg} \approx 14200 \text{ Ft}$
- $2,47 \text{ kg} \cdot 6800 \text{ Ft/kg} \approx 16800 \text{ Ft}$  *1 pont*
- A mészkőporos eljárás a környezetszennyezőbb, mivel ott  $\text{CO}_2$  gáz keletkezik. *1 pont*
- c) Ha minél több szennyvizet akarnak „B” üzemnél felhasználni, akkor „A” üzem szennyvizének pH-ját 8,00-ra kell beállítani. *1 pont*
- A felhasznált szennyvíz legyen  $V \text{ dm}^3$ , ekkor  $n(\text{OH}^-) = 10^{-4} V \text{ mol}$
- A kapott oldat:  $\text{térfogata } (5 \cdot 10^5 + V) \text{ dm}^3$
- $c(\text{OH}^-) = 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$
- $n(\text{OH}^-) = (10^{-4} V - 50) \text{ mol}$  *2 pont*
- Az  $n = c \cdot V$  összefüggésből adódik, hogy  $V = 510101 \text{ dm}^3 = 510 \text{ m}^3$
- „B” üzem szennyvizének **minimálisan 49,0 %-a marad meg.** *1 pont*

2. 65,0 tömegszázalékos tömény salétromsavoldat áll a rendelkezésünkre, amelynek sűrűsége  $1,40 \text{ g/cm}^3$ .

a)  $2,00 \text{ dm}^3$   $5,00 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú salétromsavoldat előállításához mekkora térfogatú tömény oldatra van szükség?

b) Az oldat készítése közben mértük, hogy  $1350 \text{ cm}^3$  desztillált víz volt szükséges a hígításhoz. Határozza meg a  $5,00 \text{ mol/dm}^3$ -es salétromsavoldat sűrűségét! (A desztillált víz sűrűségét tekintjük  $1,00 \text{ g/cm}^3$ -nek.)

c) A salétromsavoldattal egy másik kísérlet során keletkezett  $12,00$ -es pH-jú szennyvizet kívánunk ártalmatlanítani. Hány köbméter szennyvizet lehetne elvileg semlegesíteni a  $2,00 \text{ dm}^3$   $5,00 \text{ mol/dm}^3$ -es salétromsavoldattal? (Tételezzük fel, hogy az oldat lúgos pH-ját csak erős bázisok okozzák.)

d) A salétromsav több okból sem szerencsés választás szennyvizek közömbösítésére. Például az oldatba kerülő nitrátion is környezetszennyező anyagnak számít. De más gondot is okozhat az elővigyázatlan közömbösítés. Milyen pH-jú oldat keletkezett volna a c) kérdésben szereplő ártalmatlanítás során, ha a  $2,00 \text{ dm}^3$   $5,00 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú salétromsavoldattal  $0,900 \text{ m}^3$   $12,00$ -es pH-jú szennyvizet próbáltunk volna ártalmatlanítani? (Az oldatok térfogata összeadható.)

(2022. május)

**Megoldás:** (10 pont)

- a)  $2,00 \text{ dm}^3$   $5,00 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú salétromsavoldat  $10,0 \text{ mol}$  salétromsavot tartalmaz, amelynek tömege ( $M = 63,0 \text{ g/mol}$ )  $630 \text{ g}$ . *1 pont*  
 $630 \text{ g}$  salétromsav:  $630 \text{ g} : 0,650 = 969,2 \text{ g}$   $65,0\%$ -os oldatban van,  
melynek térfogata:  $969,2 \text{ g} : 1,40 \text{ g/cm}^3 = 692 \text{ cm}^3$ ,  
tehát  **$692 \text{ cm}^3$**   $65,0$  tömegszázalékos salétromsavoldat szükséges az oldatkészítéshez. *1 pont*
- b)  $1350 \text{ cm}^3$  desztillált víz  $1350 \text{ g}$ , ez növeli a  $969,2 \text{ g}$  tömény oldat tömegét: *1 pont*  
 $2319,2 \text{ g}$  oldatot készítettünk. *1 pont*  
A hígított oldat sűrűsége:  $\rho = 2319,2 \text{ g} : 2000 \text{ cm}^3 = \mathbf{1,16 \text{ g/cm}^3}$  *1 pont*
- c)  $10,0 \text{ mol}$  salétromsav  $10,0 \text{ mol H}^+$ -t biztosít az ártalmatlanításhoz, ami ugyanennyi hidroxidiont semlegesít. *1 pont*  
 $\text{pH} = 12,00 \rightarrow \text{pOH} = 2,00 \rightarrow [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$  *1 pont*  
 $V(\text{szennyvíz}) = 10,0 \text{ mol} : 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = \mathbf{1,00 \text{ m}^3}$  *1 pont*
- d)  $0,900 \text{ m}^3 = 900 \text{ dm}^3$   $\text{pH} = 12,00$ -es oldatban van: *1 pont*  
 $900 \text{ dm}^3 \cdot 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 = 9,00 \text{ mol OH}^-$   
Ez a salétromsavból  $9,00 \text{ mol}$ -t semlegesít, marad belőle  $1,00 \text{ mol H}^+$ . *1 pont*  
A keletkező oldat térfogata  $902 \text{ dm}^3$ .  
 $[\text{H}^+] = 1,00 \text{ mol} : 902 \text{ dm}^3 = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  *1 pont*  
 **$\text{pH} = 2,96$**  *1 pont*  
(A salétromsavoldat térfogata elhanyagolható,  $900 \text{ dm}^3$ -es értékkel is  $2,96$ -os  $\text{pH}$  adódik.)