

## Příklady látkové množství – společná hodina

**Vypočítejte pH roztoku kyseliny sírové o koncentraci 0,41 mmol.l<sup>-1</sup>. [3,09]**

Postup:

1. Kyselina sírová bude disociovat ve vodném prostředí následujícím způsobem  
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$$
2. Vyjádří se a spočítá pH kyseliny sírové  
$$\text{pH}(\text{roztok H}_2\text{SO}_4) = -\log 2c(\text{H}_3\text{O}^+)$$
$$\text{pH}(\text{roztok H}_2\text{SO}_4) = -\log (2 \times 0,00041 \text{ mol.l}^{-1}) = 3,09$$

**Vypočítejte pH roztoku hydroxidu sodného o koncentraci 1,7 mmol.l<sup>-1</sup>. [11,23]**

Postup:

1. Hydroxid sodný bude disociovat ve vodném prostředí následujícím způsobem  
$$\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$$
2. Vyjádří se a spočítá pOH hydroxidu sodného  
$$\text{pH}(\text{roztok NaOH}) = -\log c(\text{OH}^-)$$
$$\text{pH}(\text{roztok NaOH}) = -\log (2 \times 0,0017 \text{ mol.l}^{-1}) = 2,77$$
3. Vyjádří se a spočítá pH hydroxidu sodného  
Jelikož platí, že  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$  a tedy  
$$\text{pH}(\text{roztok NaOH}) = 14 - \log c(\text{OH}^-)$$
$$\text{pH}(\text{roztok NaOH}) = 14 - 2,77 = 11,23$$

**Jaké bude výsledné pH, jestliže k 445 cm<sup>3</sup> roztoku kyseliny chlorovodíkové, jehož pH je rovno 5,258, přidáme 258 cm<sup>3</sup> vody? [5,457]**

Postup:

1. Kyselina chlorovodíková bude disociovat ve vodném prostředí následujícím způsobem  
$$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$$
2. Vyjádříme si a spočítáme koncentraci roztoku kyseliny chlorovodíkové  
$$\text{pH}(\text{roztok HCl}) = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$$
$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{roztok HCl})$$
$$c(\text{roztok HCl}) = 10^{-\text{pH}(\text{roztok HCl})}$$
$$c(\text{roztok HCl}) = 10^{-5,258} = 5,52 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$
3. Vyjádří se látkové množství HCl v počátečním objemu  
$$n(\text{HCl}) = c(\text{roztok HCl}) \times V(\text{roztok HCl})$$
$$n(\text{HCl}) = 0,445 \text{ dm}^3 \times 5,52 \cdot 10^{-6} \text{ M} = 2,456 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$
4. Vyjádří se a spočítá koncentrace roztoku HCl po zředění  
$$c(\text{roztok HCl}) = n(\text{HCl}) / (V(\text{roztok HCl}) + V(\text{H}_2\text{O}))$$
$$c(\text{roztok HCl}) = 2,456 \cdot 10^{-6} \text{ mol} / (0,445 \text{ dm}^3 + 0,258 \text{ dm}^3) = 3,494 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$
5. Vyjádří se a spočítá pH roztoku HCl po zředění  
$$\text{pH}(\text{roztok HCl po zředění}) = -\log c(\text{roztok HCl po zředění})$$
$$\text{pH}(\text{roztok HCl po zředění}) = -\log 3,494 \cdot 10^{-6} \text{ M} = 5,457$$

**K 118 cm<sup>3</sup> roztoku NaOH o pH 13 přidáme 573 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku kyseliny chlorovodíkové. Vypočítejte pH výsledného roztoku. [1,19]**

Postup:

1. Vyjádří se rovnice neutralizace  
 $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$   
 V případě zreagování reaktantů v ekvimolárním poměru bude pH 7, v případě přebytku HCl bude pH nižší než 7, při přebytku NaOH vyšší než 7
2. Vyjádří se a spočítá látkové množství HCl  
 $n(\text{HCl}) = c(\text{roztok HCl}) \times V(\text{roztok HCl})$   
 $n(\text{HCl}) = 0,1 \text{ M} \times 0,573 \text{ dm}^3 = 0,057 \text{ mol}$
3. Vyjádří se a spočítá molární koncentraci roztoku NaOH  
 $\text{pH}(\text{roztok NaOH}) = 14 - \log c(\text{OH}^-) = 14 - \log c(\text{roztok NaOH})$   
 $c(\text{roztok NaOH}) = 10^{-(14 - \text{pH}(\text{roztok NaOH}))}$   
 $c(\text{roztok NaOH}) = 10^{-(14 - 13)} = 0,1 \text{ M}$
4. Vyjádří se a spočítá látkové množství NaOH  
 $n(\text{NaOH}) = c(\text{roztok NaOH}) \times V(\text{roztok NaOH})$   
 $n(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ M} \times 0,118 \text{ dm}^3 = 0,012 \text{ mol}$
5. 0,012 mol NaOH reaguje s 0,057 mol HCl, z čehož plyne, že po neutralizaci zůstane v přebytku kyselina chlorovodíková  
 $n(\text{přebytek HCl}) = n(\text{HCl}) - n(\text{NaOH}) = 0,057 \text{ mol} - 0,012 \text{ mol} = 0,045 \text{ mol}$
6. Vyjádří se a spočítá výsledná koncentrace kyseliny chlorovodíkové v roztoku  
 $c(\text{přebytek roztok HCl}) = n(\text{přebytek HCl}) / (V(\text{roztok HCl}) + V(\text{roztok NaOH}))$   
 $c(\text{přebytek roztok HCl}) = 0,045 \text{ mol} / (0,573 \text{ dm}^3 + 0,118 \text{ dm}^3) = 0,066 \text{ M}$
7. Vyjádří se a spočítá výsledného roztoku  
 $\text{pH}(\text{přebytek roztok HCl}) = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\log c(\text{přebytek roztok HCl})$   
 $\text{pH}(\text{přebytek roztok HCl}) = -\log 0,066 \text{ M} = 1,19$

**Vypočítejte disociační stupeň 7,14 M vodného roztoku kyanovodíku, je-li jeho  $K_a = 7,2 \cdot 10^{-10}$ . [1,004 · 10<sup>-5</sup>]**

Postup:

1. Vyjádří disociační stupeň kyanovodíku  
 $\alpha(\text{HCN}) = c(\text{CN}^-) / c(\text{roztok HCN})$
2. Vyjádří se disociační konstanta roztoku kyanovodíku  
 $K_a = c(\text{H}_3\text{O}^+) \times c(\text{CN}^-) / c(\text{HCN})$   
 a při slabě disociujících kyselinách nebo zásadách lze ztotožnit celkovou koncentraci s koncentrací nedisociované formy, tedy  $c(\text{HCN}) = c(\text{roztok HCN})$
3. Vyjádří se z předešlé rovnice koncentrace kyanidových aniontů a následně spočítá  
 $c(\text{CN}^-) = (c(\text{roztok HCN}) \times K_a)^{1/2}$ , jelikož platí, že  $c(\text{H}_3\text{O}^+) = c(\text{CN}^-)$   
 $c(\text{CN}^-) = (7,2 \cdot 10^{-10} \times 7,14 \text{ M})^{1/2} = 7,17 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
4. Spočítá se disociační stupeň  
 $\alpha(\text{HCN}) = 7,17 \cdot 10^{-5} \text{ M} / 7,14 \text{ M} = 1,004 \cdot 10^{-5}$

**Vypočítejte disociační konstantu kyseliny máselné, jestliže její 0,16 M roztok má pH 2,75. [1,98 · 10<sup>-5</sup>]**

Postup:

1. Vyjádří se pH pro slabé kyseliny  
 $\text{pH}(\text{roztok KM}) = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - \log c(\text{roztok KM}))$
2. Z předešlého vztahu se vyjádří  $K_a$  pro danou kyselinu  
 $\text{p}K_a = (2 \times \text{pH}(\text{roztok KM})) + \log c(\text{roztok KM})$   
 $K_a = 10^{-((2 \times \text{pH}(\text{roztok KM})) + \log c(\text{roztok KM}))}$
3. Spočítá se  $K_a$  po dosazení do vztahu

$$K_a = 10^{-((2 \times 2,75) + \log 0,16M)} = 1,98 \cdot 10^{-5}$$

**Kolik gramů kyseliny mravenčí musíme rozpustit ve vodě, abychom po doplnění na 477 ml získali roztok o pH 1,9? pK<sub>a</sub> pro kyselinu mravenčí je 3,752. [19,64 g]**

Postup:

1. Vyjádří se pH pro slabé kyseliny  
 $\text{pH (roztok KM)} = \frac{1}{2} (\text{pK}_a(\text{KM}) - \log c(\text{roztok KM}))$
2. Vyjádří se a spočítá koncentrace kyseliny mravenčí v roztoku při daném pH  
 $\log c(\text{roztok KM}) = \text{pK}_a(\text{KM}) - (2 \times \text{pH (roztok KM)})$   
 $c(\text{roztok KM}) = 10^{(\text{pK}_a(\text{KM}) - (2 \times \text{pH (roztok KM)}))}$   
 $c(\text{roztok KM}) = 10^{(3,752 - (2 \times 1,9))} = 0,895 \text{ M}$
3. Vyjádří se a spočítá hmotnost kyseliny mravenčí v roztoku  
 $m(\text{roztok KM}) = c(\text{KOH}) \times V(\text{roztok KM}) \times M(\text{KM})$   
 $m(\text{roztok KM}) = 0,895 \text{ M} \times 0,477 \text{ l} \times 46 \text{ g/mol} = 19,64 \text{ g}$

**Vypočítejte pH roztoku amoniaku o 12,9 M koncentraci (K<sub>b</sub> = 1,77 · 10<sup>-5</sup>). [12,2]**

Postup:

1. Vyjádří se pH pro slabé zásady  
 $\text{pH (roztok NH}_3) = 14 - \frac{1}{2} (\text{pK}_b(\text{NH}_3) - \log c(\text{roztok NH}_3))$
2. Vyjádří se a spočítá pK<sub>b</sub> pro amoniak  
 $\text{pK}_b(\text{NH}_3) = -\log K_b(\text{NH}_3)$   
 $\text{pK}_b(\text{NH}_3) = 4,75$
3. Spočítá se pH příslušného roztoku  
 $\text{pH (roztok NH}_3) = 14 - (\frac{1}{2} (4,75 - \log 12,9 \text{ M})) = 12,2$