

# Збирка на задачи по аналитичка хемија

за студентите на студиските програми

магистер по фармација и дипломиран лабораториски биоинжињер

Фармацевтски факултет

Универзитет “Св Кирил и Методиј”, Скопје

Проф. д-р Јасмина Тониќ - Рибарска

Проф. д-р Сузана Трајковиќ - Јолевска

Скопје, 2018

## СОСТАВ НА РАСТВОРИ

- Количинска концентрација на растворена супстанција B

$$C_B = \frac{n_B}{V_r} \quad [M]$$

- Масена концентрација на растворена супстанција B

$$\gamma_B = \frac{m_B}{V_r} \quad [g/L]$$

$$C = \frac{\gamma}{M} \quad ; \quad \gamma = C \cdot M$$

- Молалитет на растворена супстанција B во растворувач A

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} \quad [mol/kg]$$

- Моларен (количински) удел

$$X_B = \frac{n_B}{\sum n_i}$$

- Масен удел

$$\omega_B (\%) = \frac{m_B}{\sum m_i} \cdot 100$$

- Волуменски удел

$$\varphi_B (\%) = \frac{V_B}{\sum V_i} \cdot 100$$

**Преведување на концентрација на растворена супстанција во процентен масен удел и обратно**

$$\omega_B(\%) = \frac{m_B}{\sum m_i} \cdot 100 \quad ; \quad m_B = C \cdot V \cdot M \quad ; \quad m_{r-r} = \rho \cdot V$$

$$\Rightarrow \omega_B(\%) = \frac{C_{(M)} \cdot V_{c(L)} \cdot M_{(g/mol)}}{V_{\omega(1000ml)} \cdot \rho_{(g/ml)}} \cdot 100$$

$$\Rightarrow C_{(M)} = \frac{\omega_{\%} \cdot V_{\omega(1000ml)} \cdot \rho_{(g/ml)}}{V_{c(L)} \cdot M_{(g/mol)} \cdot 100}$$

Пример 1. Да се пресмета процентен масен удел на калиум хидроксид (KOH) во раствор со  $c = 9,0100 \text{ M}$  и  $\rho = 1,3700 \text{ g/ml}$ .

$M(\text{KOH}) = 56,10 \text{ g/mol}$

**Одговор: 36,90 %**

$$\omega_B(\%) = \frac{C_{(M)} \cdot V_{c(L)} \cdot M_{(g/mol)}}{V_{\omega(1000ml)} \cdot \rho_{(g/ml)}} \cdot 100$$

$$\omega_B(\%) = \frac{9,0100 \text{ M} \cdot 1 \text{ L} \cdot 56,10 \text{ g/mol}}{1000 \text{ ml} \cdot 1,3700 \text{ g/ml}} \cdot 100 = 36,90\%$$

**Преведување на процентен масен удел во масена концентрација и обратно**

$$\omega_B (\%) = \frac{\gamma_{(g/L)} \cdot V_{\gamma(L)}}{V_{\omega(1000ml)} \cdot \rho_{(g/ml)}} \cdot 100$$

$$\gamma_{(g/L)} = \frac{\omega_{\%} \cdot V_{\omega(1000ml)} \cdot \rho_{(g/ml)}}{V_{\gamma(L)} \cdot 100}$$

**Пример 2.** Да се пресмета масената концентрација на NaCl во раствор со масен удел 20 % и  $\rho = 1,1478 \text{ g/ml}$ .

$M(\text{NaCl}) = 58,46 \text{ g/mol}$

**Одговор:**  $\gamma = 229,56 \text{ g/L}$

$$\gamma_{(g/L)} = \frac{\omega_{\%} \cdot V_{\omega(1000ml)} \cdot \rho_{(g/ml)}}{V_{\gamma(L)} \cdot 100}$$

$$\gamma_{(g/L)} = \frac{20\% \cdot 1000ml \cdot 1.1478 \text{ g/ml}}{1L \cdot 100} = 229,56 \text{ g/L}$$

### Преведување на масен удел во моларен удел

Пример 3. Да се пресмета моларниот удел на  $\text{HNO}_3$  во раствор од  $\text{HNO}_3$  со процентен масен удел 35 % и густина 1,2140 g/ml.

$M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ g/mol}$

**Одговор:**  $X_{\text{HNO}_3} = 13,33\%$

$$m_{r-r} = \rho \cdot V = 1,2140 \text{ g/ml} \cdot 1000 \text{ ml} = 1214,0 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 35 \text{ g HNO}_3 \rightarrow 100 \text{ g p-p} \\ x \text{ g HNO}_3 \rightarrow 1214 \text{ g p-p} \end{array}$$

$$x = 424,9 \text{ g HNO}_3$$

$$n = m/M = 424,9 \text{ g}/63 \text{ g/mol} = 6,7444 \text{ mol HNO}_3$$

$$100\% - 35\% = 65\%$$

$$\begin{array}{l} 65 \text{ g H}_2\text{O} \rightarrow 100 \text{ g p-p} \\ x \text{ g H}_2\text{O} \rightarrow 1214 \text{ g p-p} \end{array}$$

$$x = m/M = 789,1 \text{ g}/18 \text{ g/mol} = 43,8389 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$X_{\text{HNO}_3} = \frac{n_{\text{HNO}_3}}{\sum n_i} = \frac{6,7444 \text{ mol}}{6,7444 \text{ mol} + 43,8389 \text{ mol}} = 0,1333 \cdot 100 = 13,33\%$$

## Разредување и мешање на раствори

При разредување на раствори се намалува количинската концентрација ( $c$ ) на растворената супстанција, масената концентрација ( $\gamma$ ) и другите начини на изразување на составот на растворот, но при тоа количеството ( $n$ ) и масата ( $m$ ) на растворената супстанција, пред и после разредувањето, останува иста.

$$n_1 = n_2 \quad \Rightarrow \quad c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$m_1 = m_2 \quad \Rightarrow \quad \gamma_1 \cdot V_1 = \gamma_2 \cdot V_2$$

**Пример 4.** Потребно е да се приготви 50 ml раствор на  $H_2SO_4$  со количинска концентрација 1 M, со разредување на раствор од  $H_2SO_4$  со  $c = 5$  M.

**Одговор:**  $V_{H_2O} = 40$  ml

$$0,05 \text{ L} \cdot 1 \text{ L} = V_2 \cdot 5 \text{ M}$$

$$V_2 = 0,01 \text{ L} = 10 \text{ ml}$$

$$V_{H_2O} = 50 \text{ ml} - 10 \text{ ml} = 40 \text{ ml}$$

Кога се мешаат одредени волумени на два раствора од иста растворена супстанција, а со различна концентрација ( $c_1$  и  $c_2$ ) се добива раствор со одреден волумен, кој е збир на двата волумени кои се мешаат, со концентрација  $c_3$  која по вредност лежи помеѓу вредностите  $c_1$  и  $c_2$ , а количеството на растворената супстанција во новиот раствор ќе биде еднакво на збирот од количествата на супстанцијата во двата раствора што се мешаат

$$n_1 + n_2 = n_3 \quad V_1 + V_2 = V_3$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_3 \cdot V_3$$

$$V_2 = \frac{V_3 \cdot c_3 - V_1 \cdot c_1}{c_2}$$

$$V_1 + \frac{V_3 \cdot c_3 - V_1 \cdot c_1}{c_2} = V_3 \cdot c_2$$

$$V_1 \cdot c_2 + V_3 \cdot c_3 - V_1 \cdot c_1 = V_3 \cdot c_2$$

$$V_1 \cdot (c_2 - c_1) = V_3 \cdot (c_2 - c_3)$$

$$V_1 = \frac{V_3 \cdot (c_2 - c_3)}{c_2 - c_1}$$

$$V_2 = V_3 - V_1$$

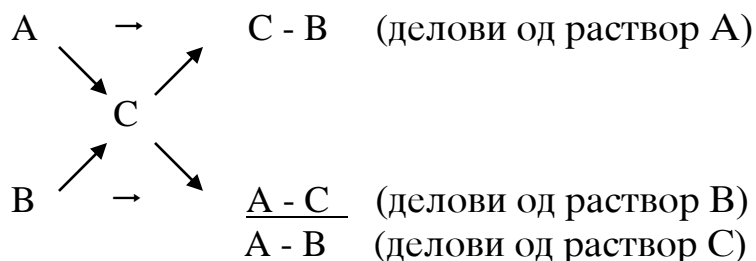
Пример 5. Кои волумени од раствор на HCl со  $c_1 = 0,1 \text{ M}$  и  $c_2 = 0,5 \text{ M}$ , треба да се помешаат за да се добие  $2 \text{ L}$  раствор HCl со  $c_3 = 0,2 \text{ M}$ .

**Одговор:  $V_1 = 1,5 \text{ L}$  и  $V_2 = 0,5 \text{ L}$**

$$V_1 = \frac{V_3 \cdot (c_2 - c_3)}{c_2 - c_1} = \frac{2 \text{ L} (0,5 \text{ M} - 0,2 \text{ M})}{(0,5 \text{ M} - 0,1 \text{ M})} = 1,5 \text{ L}$$

$$V_2 = V_3 - V_1 = 2 \text{ L} - 1,5 \text{ L} = 0,5 \text{ L}$$

### Правило на ѕвезда

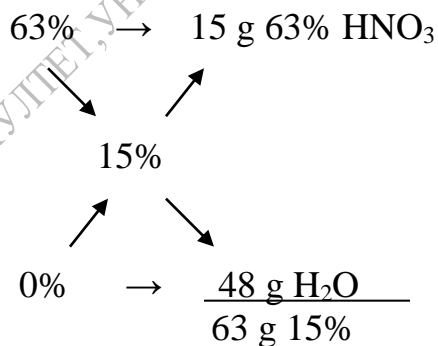


➤ Концентрацијата на растворот C мора да биде помала од концентрацијата на растворот A, а поголема од растворот B (се разбира  $A > B$ )

➤ Начинот на изразување на составот на растворите A, B и C мора да биде ист  
 - доколку се изразени во процентен масен удел, тогаш вредностите C - B, A - C и A - B претставуваат масени делови (g)  
 - доколку се изразени во количинска или масена концентрација, тогаш тие претставуваат волуменски делови (ml)

Пример 6. Колку треба да се земе (g) од раствор на  $\text{HNO}_3$  со масен удел 63 % и  $\text{H}_2\text{O}$  за да се добие 1 kg 15 % киселина.

**Одговор: 238 g  $\text{HNO}_3$  и 762 g  $\text{H}_2\text{O}$**



$$m_{p-p} = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 15 \text{ g } 63 \% \text{ HNO}_3 \rightarrow 63 \text{ g } 15 \% \text{ p-p} \\ x \text{ g } 63 \% \text{ HNO}_3 \rightarrow 1000 \text{ g } 15 \% \text{ p-p} \end{array}$$

$$x = 238 \text{ g HNO}_3$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ g} - 238 \text{ g} = 762 \text{ g}$$



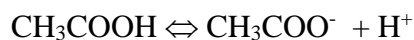
### Задачи за раствори

1. Кој волумен треба да се земе од раствор на  $\text{HNO}_3$  со масен удел 10 % и густина 1,0343 g/ml, за да се приготви 250 ml раствор на  $\text{HNO}_3$  со  $c = 0,1\text{M}$ ?  
 $M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 15,23 ml**
2. Треба да се приготви 750 ml раствор на  $\text{HNO}_3$  со  $c = 0,01 \text{ M}$ . На располагање имаме 25 %  $\text{HNO}_3$  со густина 1,1469 g/ml. Кој волумен треба да се земе од 25 % киселина и вода?  
 $M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 1,65 ml  $\text{HNO}_3$  и 748,35 ml  $\text{H}_2\text{O}$**
3. Да се пресмета масениот удел изразен во проценти, на раствор од  $\text{HCOOH}$  со  $c=5,7652 \text{ M}$  и  $\rho = 1,0609 \text{ g/ml}$ .  
 $M(\text{HCOOH}) = 46 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 24,99 %**
4. Да се пресмета концентрацијата на  $\text{H}_2\text{SO}_4$  во 28 % раствор со  $\rho = 1,1666\text{g/ml}$ .  
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 3,3331 M**
5. Кој волумен од 20 %  $\text{HCl}$  со  $\rho = 1,0980 \text{ g/ml}$  треба да се земе за да се приготви 0,5 L 0,1 M  $\text{HCl}$ ?  
 $M(\text{HCl}) = 36,45 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 8,29 ml**
6. Кој волумен од 17 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  со  $\rho = 1,1168 \text{ g/ml}$  треба да се земе за да се приготви 1 L 0,05 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?  
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 25,81 ml**
7. Да се определи масениот удел изразен во проценти на  $\text{HCOOH}$  во раствор со  $c=0,8776 \text{ M}$  и  $\rho = 1,0093 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{HCOOH}) = 46 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 3,99 %**
8. Да се пресмета концентрацијата на 42 % раствор од  $\text{H}_2\text{SO}_4$  со густина 1,2591 g/ml?  
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 5,3961 M**
9. Да се пресмета концентрацијата на 20 % раствор од  $\text{NaOH}$  со густина 1,2191 g/ml?  
 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 6,0955 M**
10. Да се пресмета концентрацијата на 4 % раствор од  $\text{NaOH}$  со  $\rho = 1,0428 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 1,0428 M**
11. Да се пресмета концентрацијата на 38 % раствор на  $\text{NaOH}$  со  $\rho = 1,4101 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 13,3959 M**
12. Да се пресмета концентрацијата на 9,91 % раствор од  $\text{NH}_3$  со  $\rho = 0,9600 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 5,5962 M**

13. Да се пресмета концентрацијата на 34,95 % раствор од  $\text{NH}_3$  со  $\rho = 0,8820 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 18,1329 М**
14. Да се пресмета концентрацијата на 20,49 % раствор од  $\text{NH}_3$  со  $\rho = 0,9240 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 11,1396 М**
15. Да се пресмета концентрацијата на 15,04 % раствор од  $\text{NH}_3$  со  $\rho = 0,9420 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 8,3339 М**
16. Да се определи концентрацијата на  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  во раствор со процентен масен удел на супстанцата од 12 % и густина  $1,1240 \text{ g/ml}$ ?  
 $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 1,2725 М**
17. Кој волумен треба да се земе од 25 % раствор на  $\text{NH}_3$  за да се приготви раствор од  $\text{NH}_3$  со концентрација 1 М. На етикетата од шишето стои дека  $1 \text{ L} = 910 \text{ g}$ .  
 $M(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 74, 86 ml**
18. Колкав волумен треба да се земе од глацијална оцетна киселина, за да се приготви 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . На оригиналното шише од глацијалната оцетна киселина на етикетата стои податок  $1 \text{ L} = 1,05 \text{ kg}$ .  
 $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,05 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 5,72 ml**
19. Да се пресмета концентрацијата на раствор од  $\text{NH}_3$  со масена концентрација  $85,2 \text{ g/L}$ .  
 $M(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 5,0029 М**
20. Да се пресмета масената концентрација на раствор од  $\text{KOH}$  со концентрација  $5,2549 \text{ M}$ .  
 $M(\text{KOH}) = 56,09 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 294,75 g/L**
21. Да се пресмета процентниот масен удел на  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ако растворот е со масена концентрација  $326,6 \text{ g/L}$  и со густина  $1,1665 \text{ g/ml}$ .  
**Одговор: 27,99 %**
22. Да се пресмета масениот удел во проценти и количинската концентрација на  $\text{HNO}_3$  ако во  $1 \text{ L}$  се растворени  $424,9 \text{ g}$ , а растворот има густина  $1,2140 \text{ g/ml}$ .  
 $M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 35 % и 6,7444 М**
23. Која е концентрацијата на 96 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ако густината на растворот е  $1,84 \text{ g/ml}$ .  
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 18,0245 М**
24. Која е концентрацијата на 34,2 % раствор на етанол чија густина е  $0,95 \text{ g/ml}$ .  
 $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46,02 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 7,0599 М**
25. Густината на 20 % раствор од  $\text{H}_2\text{SO}_4$  е  $1,1143 \text{ g/ml}$ . Која е концентрацијата на киселината во растворот?  
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$

- Одговор: 2,2741 M**
26. Која е концентрацијата на HCl, со масена концентрација 250 g/L.  
 $M(\text{HCl}) = 36,45 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 6,8587 M**
27. Која е масената концентрација на раствор од NH<sub>3</sub> со концентрација 0,1234 M.  
 $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 2,0978 g/L**
28. Која е масената концентрација изразена во mg/ml на раствор од KMnO<sub>4</sub> со концентрација од 0,01 M.  
 $M(\text{KMnO}_4) = 158,04 \text{ g/mol}$   
**Одговор: 1,5804 mg/ml**
29. Да се пресмета масената концентрација на раствор од KCl, ако 125 ml содржи 2 g KCl.  
**Одговор: 16 g/L**
30. Да се пресмета масениот удел во проценти на раствор од HCl со масена концентрација 40,72 g/L и густина 1,0181 g/ml.  
**Одговор: 3.99 %**
31. Да се пресмета процентниот масен удел на HCl во раствор кој содржи 344,8 g/L со густина 1,1493 g/ml.  
**Одговор: 30 %**
32. Да се приготви 100 ml раствор од NaCl со масена концентрација 20 mg/ml со разредување на раствор од NaCl со масена концентрација 200 mg/ml.  
**Одговор:  $V_{\text{NaCl}} = 20 \text{ ml}$  и  $V_{\text{H}_2\text{O}} = 80 \text{ ml}$**
33. Колкав волумен од 92,1 % раствор на H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> со густина 1,8300 g/ml треба да се земе за приготвување на 1000 ml 37,2 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> со густина 1,2800 g/ml?  
**Одговор: 282.5 ml**
34. Кои волумени треба да се помешаат од растворите на HCl со  $\gamma_1 = 10 \text{ mg/ml}$  и  $\gamma_2 = 20 \text{ mg/ml}$ , за да се добие 200 ml раствор на HCl со  $\gamma = 15 \text{ mg/ml}$ .  
**Одговор: По 100 ml**
35. Колку ml од 92,1 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> со густина 1,8300 g/ml треба да се земе за приготвување на 1000 ml 37,2 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> со густина 1,2800 g/ml.
36. Да се определи концентрацијата на KOH во раствор со  $\omega = 36,9 \%$  и  $\rho = 1,3700 \text{ g/ml}$ .  
 $M(\text{KOH}) = 56,10 \text{ g/mol}$   
**Одговор:  $c = 9,0112 \text{ M}$**
37. Треба да се приготви 300 ml раствор со масен удел 4 % од HCl и густина 1,01819 g/ml, со разредување на раствор од HCl со масен удел 24 % и густина 1,1187 g/ml. Да се реши по правило на ѕвезда!  
**Одговор: Треба да се земат 45,51 ml 24 % HCl и 254,49 ml вода.**
38. При мешање на 2,5 L раствор на NaCl со  $c = 0,1250 \text{ M}$  и 0,75 L на раствор од NaCl со  $c = 0,5 \text{ M}$  се добива раствор чија концентрација треба да се пресмета.  
**Одговор:  $c = 0,2117 \text{ M}$**
39. Кој волумен од раствор на HCl со  $c = 0,3 \text{ M}$  треба да се земе за да се приготви 340 ml 0,15 M HCl.  
**Одговор:  $V = 170 \text{ ml}$**

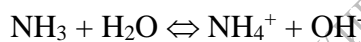
## ПУФЕРСКИ РАСТВОРИ



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \times [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow [\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

или, воопштено:

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{кис}]}{[\text{сол}]}$$



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \times [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow [\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

или, воопштено:

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{база}]}{[\text{сол}]}$$

**pH:**

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{кис}]}{[\text{сол}]} \quad / \log$$

$$\log [\text{H}^+] = \log K_a + \log \frac{[\text{кис}]}{[\text{сол}]} \quad / \times (-1)$$

$$-\log [\text{H}^+] = -\log K_a - \log \frac{[\text{кис}]}{[\text{сол}]}$$

$$\begin{array}{ccc}
 -\log [\text{H}^+] = \text{pH}; & & -\log K_a = \text{p}K_a \\
 \text{[кис]} & & \text{[сол]} \\
 \text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{\text{[кис]}}{\text{[сол]}} & \text{или} & \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{\text{[сол]}}{\text{[кис]}}
 \end{array}$$

**pOH:**

$$\begin{array}{ccc}
 & & \text{[база]} \\
 [\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{[база]}}{\text{[сол]}} & / \log & \\
 & & \text{[сол]} \\
 & & \text{[база]} \\
 \log [\text{OH}^-] = \log K_b + \log \frac{\text{[база]}}{\text{[сол]}} & / \times (-1) & \\
 & & \text{[сол]} \\
 & & \text{[база]} \\
 -\log [\text{OH}^-] = -\log K_b - \log \frac{\text{[база]}}{\text{[сол]}} & & \\
 & & \text{[сол]} \\
 -\log [\text{OH}^-] = \text{pOH} & & -\log K_b = \text{p}K_b \\
 & & \text{[база]} \\
 \text{pOH} = \text{p}K_b - \log \frac{\text{[база]}}{\text{[сол]}} & \text{или} & \text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{\text{[сол]}}{\text{[база]}} \\
 & & \text{[сол]} \\
 \text{pH} = 14 - \text{p}K_b - \log \frac{\text{[сол]}}{\text{[база]}} & & \\
 & & \text{[база]}
 \end{array}$$

### Задачи за пуферски раствори

1. Да се пресмета рН на раствор добиен со мешање на 150 ml 0.08 M HCOOH и 180 ml 0.15 M HCOOK.  
K (HCOOH) =  $1,77 \cdot 10^{-4}$  M  
**Одговор: рН = 4,10**
2. Да се пресмета рН на раствор добиен со мешање на 50 ml 0.1 M CH<sub>3</sub>COOH и 30ml 0.1 M NaOH.  
K (CH<sub>3</sub>COOH) =  $1,75 \cdot 10^{-5}$  M.  
**Одговор: рН = 4,93**
3. Колку грама цврст HCOONa треба да се раствори во 100 ml 0.05 M HCOOH за да се добие раствор со рН = 4,00. K(HCOOH) =  $1,77 \cdot 10^{-4}$  M.  
M (HCOONa) = 68 g/mol  
**Одговор: m = 0,6 g**
4. Да се пресмета рН на растворот кој содржи 0.5 M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 0.25 M NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Сукцесивните константи на дисоцијација на H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> се: K<sub>1</sub> =  $7,52 \cdot 10^{-3}$  M, K<sub>2</sub> =  $6,31 \cdot 10^{-8}$  M; K<sub>3</sub> =  $1,26 \cdot 10^{-12}$  M.  
**Одговор: рН = 1,82**
5. Да се пресмета вишокот на супстанцијата и рН на растворот по извршената реакција помеѓу 50 ml 0,01 M CH<sub>3</sub>COOH и 15 ml 0,05 M NaOH.  
**Одговор:  $2,5 \cdot 10^{-4}$  mol NaOH вишок; рН = 11,59**
6. При реакција на 100 ml KOH со c = 0,2 M и 50 ml HNO<sub>3</sub> со c = 0,25 M се добива раствор чиј рН треба да се пресмета.  
**Одговор: рН = 12,70**
7. Пуферски раствор содржи 0,05 M NH<sub>3</sub> и 0,1 M NH<sub>4</sub>Cl. Да се пресмета рН на растворот. Како се менува рН на растворот при додавање на 1 L пуферски раствор на NaOH со c = 0,01 M.  
K (NH<sub>3</sub>) =  $1,79 \cdot 10^{-5}$  M  
**Одговор: рН = 8,95 (на пуферскиот раствор); рН = 9,07 (после додавање на NaOH)**
8. На 80 ml раствор од H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> со концентрација 0,1 M, додадено е 100 ml раствор од NaOH со концентрација 0,1 M. Да се пресмета рН на растворот.  
**Одговор: рН = 1,48**
9. Да се пресмета рН на раствор ако во 100 ml 0,05 M CH<sub>3</sub>COOH се додаде 0,082 g безводен CH<sub>3</sub>COONa.  
M (CH<sub>3</sub>COONa) = 82 g/mol  
pK (CH<sub>3</sub>COOH) = 4,75  
**Одговор: рН = 4,05**
10. Да се пресмета рН на растворот кој содржи 0.5 M Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 1 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. Сукцесивните константи на дисоцијација на H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> се: K<sub>1</sub> =  $7,52 \cdot 10^{-3}$  M, K<sub>2</sub> =  $6,31 \cdot 10^{-8}$  M, K<sub>3</sub> =  $1,26 \cdot 10^{-12}$  M.  
**Одговор: рН = 11,6**
11. Да се пресмета рН на растворот добиен при мешање на 200 ml 0.01 M Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и 100 ml 0,02 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. Сукцесивните константи на дисоцијација на H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> се: K<sub>1</sub> =  $7,52 \cdot 10^{-3}$  M, K<sub>2</sub> =  $6,31 \cdot 10^{-8}$  M, K<sub>3</sub> =  $1,26 \cdot 10^{-12}$  M. **Одговор: рН = 11,9**

## ЈОНСКА СИЛА НА РАСТВОРИ, АКТИВИТЕТ

*Активитетот претставува активна или ефективна концентрација на една супстанција, односно масата која реално учествува во една хемиска реакција*

$$a = \varphi \times c / M$$

- $a$  - активитет  
 $\varphi$  - коефициент на активитет  
 $c$  - концентрација (аналитичка концентрација)  
 $M$  - мерна единица за аналитичка концентрација (моларност)

### Пресметување на коефициент на активитет ( $\varphi$ ):

- Коефициентот ( $\varphi$ ) зависи од **јонската сила на растворот ( $\mu$ )**

*Јонска сила на раствор - мерка за јачината на електричното поле кое делува во раствором:*

$$\mu = \frac{1}{2} \sum c_i \cdot z_i^2$$

$c_i$  - **јонска концентрација** на одреден јон изразена во М  
 $z_i$  - **полнеж** на јонот (пр. за  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$   $z = 1$ , за  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$   $z = 2$  итн.)

### Пресметување на коефициент на активитет ( $\varphi$ ) – формула на Debye и Hückel:

$$\log \varphi_i = -\frac{0.5 \cdot z_i^2 \sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}$$

Во раствори со јонска сила помала од **0.005 М** вредноста во именителот станува приближно еднаква на 1, па претходната равенка преоѓа во:

$$\log \varphi_i = -0.5 \cdot z_i^2 \cdot \sqrt{\mu}$$

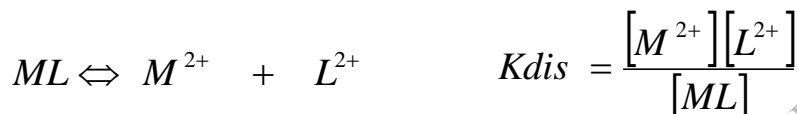
позната како **граничен закон на Debye и Hückel.**

### Задачи за јонска сила на раствори и активитет на јони

1. Да се пресмета јонската сила на раствор од  $\text{NaClO}_4$  со аналитичка концентрација 1 М.  
**Одговор:  $\mu = 1 \text{ M}$**
2. Со примена на граничниот Debye-Hückel-ов закон да се пресмета активитетот на  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$  јоните во раствор кој содржи 0.001 М  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и 0.001 М  $\text{MgCl}_2$ .  
**Одговор:  $a_{\text{Mg}^{2+}} = 7,18 \cdot 10^{-4}$ ;  $a_{\text{Cl}^-} = 1,84 \cdot 10^{-3}$**
3. Ако се претпостави дека  $\text{CH}_3\text{COOH}$  со  $c = 1 \text{ M}$  е дисоцирана 0,4 %, да се пресмета активитетот на  $\text{H}^+$  јоните во растворот.  
**Одговор:  $a_{\text{H}^+} = 3,7126 \cdot 10^{-3}$**
4. Да се пресмета јонската сила ( $\mu$ ) на раствор кој содржи  $\text{MgSO}_4$  со  $c = 0.01 \text{ M}$  и  $\text{AlCl}_3$  со  $c = 0.02 \text{ M}$ .  
**Одговор:  $\mu = 0,16 \text{ M}$**
5. Колкава ќе биде аналитичката концентрација на  $\text{AlCl}_3$  во растворот, за јонската сила да изнесува 0,05 М?  
**Одговор:  $c = 8,33 \cdot 10^{-3} \text{ M}$**
6. Со примена на граничниот Debye-Hückel-ов закон да се пресметаат коефициентите на активитет за јони со полнеж  $1^+$  и  $2^+$  при јонска сила на растворот од 0,100 М.  
**Одговор:  $\phi = 0,6887$  ( $z = 1$ );  $\phi = 0,2251$  ( $z = 2$ )**
7. Да се пресмета јонската сила на следниве раствори:
  - а.  $\text{NaNO}_3$  со концентрација 0,001 М
  - б.  $\text{AlCl}_3$  со концентрација 0,001 М**Одговор: а.  $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ; б.  $6 \cdot 10^{-3} \text{ M}$**



## КОМПЛЕКСНИ СОЕДИНЕНИЈА



### Задачи за комплексни соединенија

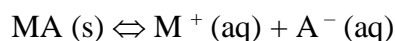
- Пресметај ја вредноста на константата на нестабилност на комплексно соединение "x" ако константата на стабилност има вредност  $6,8 \times 10^{18} \text{ dm}^3/\text{mol}$   
**Одговор:  $K_{dis} = 1,47 \cdot 10^{-19} \text{ M}$**
- Колкава е концентрацијата на цијанидните јони во раствор на  $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$  со концентрација 0,1 M, ако константата на нестабилност е  $4 \times 10^{-12} \text{ mol}^4/\text{dm}^{12}$ .  
**Одговор:  $[\text{CN}^-] = 4,37 \cdot 10^{-3} \text{ M}$**
- Колкава е концентрацијата на сребрените јони во раствор на  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  со концентрација 0,04 M, ако константата на нестабилност е  $6,8 \times 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$ .  
**Одговор:  $[\text{Ag}^+] = 8,79 \cdot 10^{-4} \text{ M}$**
- Во раствор на  $[\text{HgCl}_4]^{2-}$  со концентрација 0,1 M има  $1,3 \times 10^{-4} \text{ M}$   $\text{Hg}^{2+}$ . Да се пресмета константата на стабилност на комплексот.  
**Одговор:  $\beta = 1,05 \cdot 10^{16} \text{ dm}^{12}/\text{mol}^4$**
- Во раствор на  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$  со концентрација 0,01 M има  $5,6 \times 10^{-5} \text{ M}$   $\text{Cd}^{2+}$ . Да се пресмета константата на нестабилност на комплексот. Која вредност ќе има константата на стабилност?  
**Одговор:  $K_{dis} = 1,4 \cdot 10^{-17} \text{ mol}^4/\text{dm}^{12}$ ;  $\beta = 7,14 \cdot 10^{16} \text{ dm}^{12}/\text{mol}^4$**
- Која е  $[\text{Zn}^{2+}]$  и  $[\text{NH}_3]$  во раствор на  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$  со  $c = 0,1 \text{ M}$ .  
 $K_d = 2,6 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$   
**Одговор:  $[\text{Zn}^{2+}] = 1,87 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ;  $[\text{NH}_3] = 3,73 \cdot 10^{-4} \text{ M}$**
- Да се пресмета концентрацијата на  $\text{Ag}^+$  јони во следниве раствори со концентрација 0,0100 M:
  - $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ ;  $K_d = 6,8 \cdot 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$   
**Одговор:  $5,54 \cdot 10^{-4} \text{ M}$**
  - $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ;  $K_d = 8 \cdot 10^{-22} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$   
**Одговор:  $1,26 \cdot 10^{-8} \text{ M}$**

## ПРОИЗВОД НА РАСТВОРЛИВОСТ

### Рамнотежи во хетерогени системи – Производ на растворливост

**Производ на растворливост** е константа на рамнотежа на реакцијата во која цврстата фаза се раствора, дисоцира на јоните од кои е изградена, при тоа што тие јони преминуваат во растворот.

Ако некоја тешко растворлива сол MA се стави во вода, во заситениот раствор ќе се воспостави рамнотежа помеѓу цврстата фаза и хидратизираните јони



$K^{\circ}_{sp}$  – термодинамичка константа на производ на растворливост (при дадена температура)

$$K^{\circ}_{sp} = \frac{a(M^+) \times a(A^-)}{a(MA)_s} \quad a(MA)_s = 1 \quad \mathbf{K^{\circ}_{sp} = a(M^+) \times a(A^-)}$$

$K_{sp}$  – концентрациска константа на производ на растворливост

$$K_{sp} = c(M^+) \times c(A^-)$$

За општ тип на сол:  $M_m A_a \Leftrightarrow m M^{a+} + a A^{m-}$

$$K^{\circ}_{sp} = c^m \times \varphi^m (M^{a+}) \times c^a \times \varphi^a (A^{m-})$$

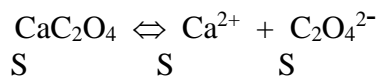
Растворливост на супстанцииите, S: - масена растворливост  
- количинска растворливост

$$S = \sqrt{K_{sp}} (MA) = \sqrt{\frac{K^{\circ}_{sp}}{\varphi(M^+) \times \varphi(A^-)}}$$

### Задачи за производ на растворливост

- Да се пресмета моларната растворливост и активноста на магнезиумовите, амониумовите и фосфатните јони во заситен раствор на  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$ .  
 $K_{sp} = 6,5 \times 10^{-13} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$   
**Одговор:**  $\alpha_{\text{Mg}^{2+}} = 0,895$ ;  $\alpha_{\text{Mg}^{2+}} = 7,75 \cdot 10^{-5}$ ;  $\alpha_{\text{NH}_4^+} = 0,973$ ;  $\alpha_{\text{NH}_4^+} = 8,4 \cdot 10^{-5}$ ;  $\alpha_{\text{PO}_4^{3-}} = 0,78$ ;  $\alpha_{\text{PO}_4^{3-}} = 6,75 \cdot 10^{-5}$
- Да се пресмета моларната растворливост и концентрацијата на  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{J}^-$  во заситен раствор на  $\text{PbJ}_2$ .  
 $K_{sp} = 8,1 \times 10^{-9} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$   
**Одговор:**  $S = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ;  $[\text{Pb}^{2+}] = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ ;  $[\text{J}^-] = 2,53 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
- Да се пресмета производот на растворливост на  $\text{PbJ}_2$  ако заситениот раствор содржи  $0,5855 \text{ g/L PbJ}_2$ .  
 $M(\text{PbJ}_2) = 461 \text{ g/mol}$   
**Одговор:**  $K_{sp\text{PbJ}_2} = 8,19 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$
- Да се пресмета производот на растворливост на  $\text{PbJ}_2$  ако во заситен раствор од  $250 \text{ ml}$  се содржат  $0,08058 \text{ g}$  јодидни јони.  
 $M(\text{J}^-) = 126,9 \text{ g/mol}$   
**Одговор:**  $K_{sp\text{PbJ}_2} = 8,19 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$
- Да се пресмета моларната растворливост и активност на  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  во заситениот раствор на  $\text{MgCO}_3$ .  
 $K_{sp\text{MgCO}_3} = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$   
**Одговор:**  $S = 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ ,  $\alpha_{\text{Mg}^{2+}} = \alpha_{\text{CO}_3^{2-}} = 2,86 \cdot 10^{-3}$
- Да се пресмета моларната растворливост и концентрацијата на  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$  јоните во заситен раствор на  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ .  
 $K_{sp} = 1,5 \cdot 10^{-32} \text{ mol}^5/\text{dm}^{15}$   
**Одговор:**  $S = 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ ,  $[\text{Pb}^{2+}] = 5,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$ ,  $[\text{PO}_4^{3-}] = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$
- Да се пресмета моларната растворливост на  $\text{AgCl}$  во раствор од  $\text{KNO}_3$  со концентрација  $0,01 \text{ M}$  и да се спореди со моларната растворливост која ја има во чиста вода.  
 $K_{sp\text{AgCl}} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$   
**Одговор:**  $1,10 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ , **1,12 пати**
- Да се пресмета моларната растворливост на  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , во  $0,01 \text{ M}$  раствор на  $\text{KNO}_3$  и во вода.  
 $K_{sp} = 1,1 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{dm}^9$   
**Одговор:** во вода  $S = 6,503 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ , во  $\text{KNO}_3$   $S = 8,11 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- Да се пресмета моларната растворливост на  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  во  $0,01 \text{ M}$  раствор на  $\text{KNO}_3$  и во вода.  
 $K_{sp} = 2,29 \times 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$   
**Одговор:** во вода  $S = 4,79 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ ; во  $\text{KNO}_3$   $S = 7,25 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

**Решение на деветата задача:**



$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = \text{S}$$

a)

$$\mu = \frac{1}{2} (0,01\text{M} \cdot 1^2 + 0,01\text{M} \cdot 1^2) = 0,01\text{M}$$

$$\log \varphi_{\text{Ca}^{2+}} = -\frac{0,5 \cdot 2^2 \sqrt{0,01}}{1 + \sqrt{0,01}} = -0,185$$

$$\varphi_{\text{Ca}^{2+}} = 0,65$$

$$\log \varphi_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = -\frac{0,5 \cdot 2^2 \sqrt{0,01}}{1 + \sqrt{0,01}} = -0,185$$

$$\varphi_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,65$$

$$K^{\circ}_{\text{sp}} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot \varphi_{\text{Ca}^{2+}} \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] \cdot \varphi_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}$$

$$K_{\text{sp}} = \text{S}^2 \cdot \varphi_{\text{Ca}^{2+}} \cdot \varphi_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}$$

$$S = \sqrt{K_{\text{sp}}} (\text{MA}) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}}{\varphi(\text{M}^+) \times \varphi(\text{A}^-)}} = \sqrt{\frac{2,29 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2 / \text{dm}^6}{0,65 \cdot 0,65}} = 7,36 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

б)

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = \text{S} \cdot \text{S} = \text{S}^2$$

$$\text{S} = \sqrt{K_{\text{sp}}} = 4,78 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

## РЕДОКС РЕАКЦИИ

### **Nernst-ова равенка**

$$E = E^{\circ} + \frac{0.059 V}{z} \log \frac{[ox]}{[red]}$$

**E** – електроден потенцијал на системот

**E<sup>o</sup>** – стандарден електроден потенцијал на редокс парот

**z** – број на разменети електрони во полуреакцијата

### **Константа на рамнотежа на редокс реакција**

$$\log K^{\circ} = \frac{z (E_1^{\circ} - E_2^{\circ})}{0,059 V}$$

**E<sub>1</sub><sup>o</sup>** – стандарден електроден потенцијал на редокс парот на оксидансот

**E<sub>2</sub><sup>o</sup>** – стандарден електроден потенцијал на редокс парот на редукторот

**z** – вкупен број на електрони разменети во реакцијата

### **Задачи за редокс реакции**

1. Да се пресметаат електродните потенцијали на платинската електрода потопена во раствор во кој  
Pt | Sn<sup>4+</sup> (0.05 M); Sn<sup>2+</sup> (0.1 M)  
E<sup>o</sup> Sn<sup>4+</sup>/Sn<sup>2+</sup> = + 0.150 V  
**Одговор: E = 0,149 V**
2. Сребрена електрода во раствор на свои јони (сребрени) има електроден потенцијал + 0,622 V. Да се пресмета концентрацијата на сребрените јони во растворот.  
E<sup>o</sup> Ag<sup>+</sup>/Ag = + 0.799 V; Ag<sup>+</sup> + e<sup>-</sup> ⇌ Ag(s)  
**Одговор: [Ag<sup>+</sup>] = 1,02 · 10<sup>-3</sup> M**

3. Да се пресмета константата на рамнотежа на редокс реакцијата:  
 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$   
 $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}; \quad E^\circ(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0,15 \text{ V}$   
**Одговор:  $K^\circ = 1,05 \cdot 10^{21}$**
4. Да се пресмета константата на рамнотежа на редокс реакцијата:  
 $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$   
 $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}; \quad E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$   
**Одговор:  $K^\circ = 5,13 \cdot 10^{62}$**
5. Во кој правец спонтано ќе се одвива реакцијата  
 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu(s)} + 2\text{Fe}^{3+}$   
 ако се помешаат супстанциите во следните концентрации:  
 $[\text{Cu}^{2+}] = 0,02\text{M} \quad E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,337 \text{ V}$   
 $[\text{Fe}^{2+}] = 0,01\text{M} \quad E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,771 \text{ V}$   
 $[\text{Fe}^{3+}] = 0,1\text{M}$
6. Да се пресмета електродниот потенцијал во раствор кој се добива кога во 100 ml раствор на  $\text{Fe}^{2+}$  јони со концентрација 0,1 M се додаде 99 ml раствор на  $\text{Ce}^{4+}$  со концентрација 0,1 M.  
 $\text{Fe}^{2+} + \text{Ce}^{4+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ce}^{3+}$   
 $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}; \quad E^\circ(\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}) = 1,44 \text{ V}$   
**Одговор:  $E = 0,89 \text{ V}$**
7. Во кој правец спонтано ќе се одвиваат следниве реакции, под претпоставка дека концентрациите на сите супстанции се еднакви и изнесуваат 1,000 M?
- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| a. $\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + e^- \rightleftharpoons \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$  | $E^\circ = + 0.999 \text{ V}$  |
| $\text{UO}_2^{2+} + 4\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{U}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$ | $E^\circ = + 0.330 \text{ V}$  |
| b. $\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn(s)}$                                     | $E^\circ = - 0.7628 \text{ V}$ |
| $\text{V}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{V}^{2+}$   | $E^\circ = - 0.255 \text{ V}$  |
8. Да се пресметаат електродните потенцијали на платинската електрода потопена во раствор во кој  
 $\text{Pt} | \text{Sn}^{4+} (1.0 \cdot 10^{-4} \text{ M}); \text{Sn}^{2+} (5.0 \cdot 10^{-3} \text{ M}); E^\circ = + 0.150 \text{ V}$   
**Одговор:  $E = + 0.0998 \text{ V}$**
9. Да се пресмета константата на рамнотежа на редокс реакцијата:  
 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$   
 $E^\circ(\text{Br}_2/2\text{Br}^-) = 1,07 \text{ V}; \quad E^\circ(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-) = 1,36 \text{ V}$   
**Одговор:  $6,76 \cdot 10^9$**
10. Да се пресмета константата на рамнотежа на редокс реакцијата:  
 $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$   
 $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}; \quad E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,8 \text{ V}$   
**Одговор:  $3,92 \cdot 10^{15}$**

## ГРАВИМЕТРИЈА

1. Да се пресмета гравиметрискиот фактор ако
 

<i>Вагана форма</i>	<i>Барана супстанца</i>
А) $Mg_2P_2O_7$	P
$M(P) = 30,974 \text{ g/mol}$ ;	
$M(Mg_2P_2O_7) = 222,568 \text{ g/mol}$	
<b>Одговор: <math>2M(P)/M(Mg_2P_2O_7) = 0,278</math></b>	
Б) $Mg_2P_2O_7$	MgO
$M(MgO) = 40,311 \text{ g/mol}$	
<b>Одговор: <math>2M(MgO)/M(Mg_2P_2O_7) = 0,362</math></b>	
В) $Fe_2O_3$	$Fe_3O_4$
$M(Fe_3O_4) = 231,54 \text{ g/mol}$ ; $M(Fe_2O_3) = 159,69 \text{ g/mol}$	
<b>Одговор: <math>2M(Fe_3O_4)/3M(Fe_2O_3) = 0,966</math></b>	
Г) AgCN	$K_4Fe(CN)_6$
$M(K_4Fe(CN)_6) = 368,36 \text{ g/mol}$ ; $M(AgCN) = 133,88 \text{ g/mol}$	
<b>Одговор: <math>M(K_4Fe(CN)_6)/6M(AgCN) = 0,458</math></b>	
Д) $Ag_2CrO_4$	$Cr_2O_3$
$M(Cr_2O_3) = 151,99 \text{ g/mol}$ ; $M(Ag_2CrO_4) = 331,73 \text{ g/mol}$	
<b>Одговор: <math>M(Cr_2O_3)/2M(Ag_2CrO_4) = 0,229</math></b>	
2. Од примерок со маса 0,2491 g, исталожени се хлоридите во форма на сребро хлорид. Колкав е масениот удел на хлоридите во примерокот ако при гравиметриската анализа се добиени 0,2183 g AgCl?
 

$M(Cl) = 35,453 \text{ g/mol}$ ;  $M(AgCl) = 143,32 \text{ g/mol}$

**Одговор: 21,68 %**
3. Да се пресмета масениот удел на сулфур во јаглен ако со гравиметриска анализа на 1,5 g јаглен се добиени 0,1322 g BaSO<sub>4</sub>.
 

$M(S) = 32,064 \text{ g/mol}$ ;  $M(BaSO_4) = 233,4 \text{ g/mol}$

**Одговор: 1,21 %**
4. При гравиметриска анализа на 0,2122 g примерок од минерал халкопирит (CuFeS<sub>2</sub>), добиени се 0,4525 g BaSO<sub>4</sub>. Колкав е масениот удел на CuFeS<sub>2</sub> во примерокот?
 

$M(CuFeS_2) = 183,51 \text{ g/mol}$ ;  $M(BaSO_4) = 233,4 \text{ g/mol}$

**Одговор: 83,83 %**
5. Со анализа на 0,144 g легура која содржела само никел и кобалт добиени се 0,2446g талог од никел диметилглиоксим (Ni(DMG)<sub>2</sub>). Пресметајте го масениот удел на никел и кобалт во легурата.
 

$M(Ni) = 58,71 \text{ g/mol}$ ;  $M(Ni(DMG)_2) = 288,94 \text{ g/mol}$

**Одговор:  $W(Ni) = 34,51 \%$  и  $W(Co) = 65,49 \%$**

6. Со анализа на 1,2556 g на некој примерок добиени се 0,0229 g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1,3118 g  $\text{CaSO}_4$  и 0,1581 g  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . Да се пресмета масениот удел на Fe, CaO и MgO во примерокот.

$M(\text{Fe}) = 55,847 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,69 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{CaO}) = 56,079 \text{ g/mol}$ ;

$M(\text{CaSO}_4) = 136,14 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{MgO}) = 40,311 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 222,568 \text{ g/mol}$

**Одговор:  $W(\text{Fe}) = 1,28 \%$ ,  $W(\text{CaO}) = 43,04 \%$  и  $W(\text{MgO}) = 4,56 \%$**

7. Од 15 g на некој пестицид арсенот е исталожен во облик на  $\text{MgNH}_4\text{AsO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . После филтрирацијата, промивањето и жарењето на талогот добиени се 0,115 g  $\text{Mg}_2\text{As}_2\text{O}_7$ . Колкав е масениот удел на арсен во примерокот?

$M(\text{As}) = 74,922 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Mg}_2\text{As}_2\text{O}_7) = 310,464 \text{ g/mol}$

**Одговор: 0,37 %**

ФАРМАЦЕВТСКИ ФАКУЛТЕТ, УНИВЕРЗИТЕТ "СВ КИРИЛ И МЕТОДИЈ", СКОПЈЕ