

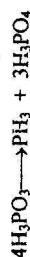
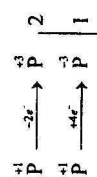
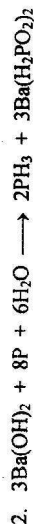
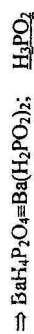
Примерни решения и оценка на задачите

Задача 1 (30 т.)

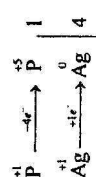
1. $\text{Ba}_3\text{H}_6\text{P}_2\text{O}_4$

$$a:b:c:d = \frac{51.31}{137} : \frac{1.50}{1} : \frac{23.29}{31} : \frac{23.93}{16}$$

$$= 0.37 : 1.50 : 0.75 : 1.50 = 1 : 4 : 2 : 4$$



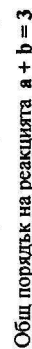
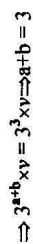
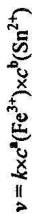
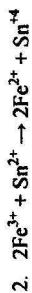
3.



1

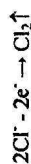
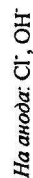
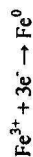
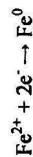
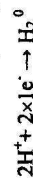
Задача 2 (30 т.)

1. магнетит - Fe_3O_4

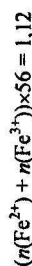
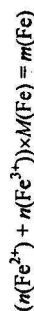
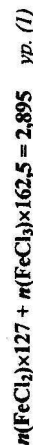


Частните порядъци на реакцията съвпадат със стехиометричните коефициенти в химичното уравнение $\Rightarrow$ механизъмът на процеса е едностепенен.

3. На катода: $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{H}^+$



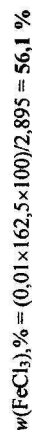
$$4 \times 0,5 = 2 \text{ т.}$$



След решаване на системата от уравнения (1) и (2) се получава,

че в разтвора, подложен на електролиза $n(\text{FeCl}_3) = n(\text{FeCl}_2) = 0,01 \text{ mol}$,

т.е. молното отношение на соли е: $n(\text{FeCl}_3)/n(\text{FeCl}_2) = 1/1$.

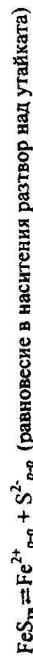


2

4 т.

$$w(\text{FeCl}_2), \% = (0,01 \times 127 \times 100) / 2,895 = 43,9 \text{ \%} \times 1 \text{ т.}$$

5. За отговора на поставения въпрос трябва да се разглеждат две равновесия:



2 x 1 = 2 т.

с равновесни константи съответно:

$$K_S = [\text{Fe}^{2+}] \times [\text{S}^{2-}] \quad \text{ур. 1}$$

$$K_D = ([\text{H}_3\text{O}^+]^2 \times [\text{S}^{2-}]) / [\text{H}_2\text{S}] \quad \text{ур. 2}$$

2 x 1 = 2 т.

След почленно деление на ур. 1 и 2, се получава следния израз за $[\text{H}_3\text{O}^+]$:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{K_D [\text{Fe}^{2+}] [\text{H}_2\text{S}]}{K_S (\text{FeS})}} \Rightarrow \text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,5 \times \lg \frac{K_S (\text{FeS})}{K_D [\text{Fe}^{2+}] [\text{H}_2\text{S}]} \quad 2 \text{ т.}$$

След утаяване на 90% от Fe^{2+} до FeS , равновесната концентрация на йоните Fe^{2+} ще бъде 10 % от началната им концентрация 0,1 mol/L:

$$[\text{Fe}^{2+}] = 0,1 \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,01 \text{ mol/L} \quad 1 \text{ т.}$$

Тъй като H_2S е слаб електролит ($K_D = 1,1 \times 10^{-22}$), неговата дисоциация може да се пренебрегне.

Следователно обосновано допускане е, че равновесната концентрация на H_2S е приблизително равна на концентрацията на наситения му разтвор:

$$[\text{H}_2\text{S}] \approx C_{\text{нас. р-р}} (\text{H}_2\text{S}) = (3,4 \text{ g/L}) / (34 \text{ g/mol}) = 0,1 \text{ mol/L} \quad 1 \text{ т.}$$

$$\text{Тогава: } \text{pH} = 0,5 \times \lg \frac{5 \cdot 10^{-18}}{1,1 \cdot 10^{-22} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}} \Rightarrow \text{pH} = 3,8 \quad 1 \text{ т.}$$

Задача 3 (30 т.)

1. Протича осмоза: Процес, при който молекули на разтворителя преминават през полупропускливата мембрана (на моделната клетка) по посока от разтвора с по-ниска към разтвора по-висока концентрация.

1 т.

2. Осмотично налягане: π (Pa) = $\Delta C \left(\frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \right) R \left(\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right) T (\text{K})$, където ΔC – разлика в

концентрациите на разтворите от двете страни на мембраната.

Концентрация на йоните в обема на клетката (C_{in}) преди потапянето ѝ във филтрат:

$$C_{\text{in}} = C_{\text{Na}^+} + C_{\text{Cl}^-} = 2 \times C_{\text{NaCl}} = 0,300 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

Приемаме, че разтворите са разреждени и плътността им е $\rho \approx 1,0 \text{ g.cm}^{-3}$.

Концентрация на KBr извън клетката, преди смесване на разтворите $C_{\text{in}(\text{KBr})}$:

3

4

$$C_{\text{in}(\text{KBr})} = \frac{m}{M \times V} = \frac{1,19 \times 1000}{119 \times 100} = 0,100 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

Концентрации на KBr и $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ извън клетката, след смесване на разтворите:

$$C_{\text{end}(\text{KBr})} = \frac{C_{\text{in}(\text{KBr})} \times V_{\text{in}(\text{KBr})}}{V_{\text{out}}} = \frac{0,100 \times 80}{100} = 0,080 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

$$C_{\text{end}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{C_{\text{in}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} \times V_{\text{in}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)}}{V_{\text{out}}} = \frac{0,240 \times 20}{100} = 0,048 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

След смесването на разтворите протича следната реакция:



Равновесните концентрации $[\text{Pb}^{2+}]$ и $[\text{Br}^-]$ се пресмятат от произведението на разтворимост на PbBr_2 :

$$K_s(\text{PbBr}_2) = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{Br}^-]^2 = 9,0 \times 10^{-6} \Rightarrow 4 \times [\text{Pb}^{2+}]^3 = 9,0 \times 10^{-6} \Rightarrow$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = \sqrt[3]{\frac{9,0 \times 10^{-6}}{4}} = 0,013 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 2 \text{ т.}$$

$$[\text{Br}^-]^2 = 2 \times [\text{Pb}^{2+}] = 0,026 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

След филтруване на утайката концентрациите на Pb^{2+} и Br^- във филтрат са:

$$C_{\text{Pb}^{2+}} = [\text{Pb}^{2+}] = 0,013 \text{ mol.dm}^{-3}; C_{\text{Br}^-} = [\text{Br}^-] = 0,026 \text{ mol.dm}^{-3}$$

Концентрациите C_{K^+} и $C_{\text{NO}_3^-}$ се пресмятат от $C_{\text{end}(\text{KBr})}$ и $C_{\text{end}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)}$:

$$C_{\text{K}^+} = C_{\text{end}(\text{KBr})} = 0,080 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

$$C_{\text{NO}_3^-} = 2 \times C_{\text{end}(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)} = 0,096 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

Сумарната концентрация на йоните във филтрат C_{out} :

$$C_{\text{K}^+} + C_{\text{NO}_3^-} + C_{\text{Pb}^{2+}} + C_{\text{Br}^-} = 0,080 + 0,096 + 0,013 + 0,026 = 0,215 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

Разлика в концентрациите на йоните от двете страни на мембраната ΔC :

$$\Delta C = |C_{\text{in}} - C_{\text{out}}| = 0,300 - 0,215 = 0,085 \text{ mol.dm}^{-3} = 85,0 \text{ mol.m}^{-3}$$

Осмотично налягане (в Pa):

$$\pi(Pa) = \Delta C \left(\frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \right) R \left(\frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \right) T(K) = 85,0 \times 8,314 \times 298,15 = 210699,6 \text{ Pa} \quad 2 \text{ т.}$$

3. В клетката ще навлиза вода до изравняване на концентрациите от двете страни на мембраната, т.е. докато изходната концентрация на разтворителя в клетката

$$C_{\text{int}} = 0,300 \text{ mol.dm}^{-3} \text{ не намалее до крайната концентрация } C_{\text{ext}} = 0,215 \text{ mol.dm}^{-3};$$

$$V_{\text{int}} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 = \frac{4}{3} \times 3,14 \times \left(\frac{54}{2} \right)^3 = 82406,2 \mu\text{m}^3 = 8,241 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ т.}$$

Краен обем на клетката, след навлизане на разтворителя:

$$V_{\text{ext}} = \frac{C_{\text{int}} \times V_{\text{int}}}{C_{\text{ext}}} = \frac{0,300 \times 82406,2}{0,215} = 114985,4 \mu\text{m}^3 \quad 2 \text{ т.}$$

$$\Delta V, \% = \frac{(V_{\text{ext}} - V_{\text{int}})}{V_{\text{int}}} \times 100 = \frac{(114985,4 - 82406,2)}{82406,2} \times 100 = 39,5 \% \quad 1 \text{ т.}$$

Клетката се спуска, защото изменението в обема ѝ надвишава пределите 30,0 %.

4. При спускане на клетките се смесват разтворите на $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и NaCl , при което би могъл да протече процесът $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{PbCl}_2 \downarrow$ 2 т.

Условие за протичането на процеса е произведението от $C_{\text{Pb}^{2+}}$ и C_{Cl^-} да надвиши

произведението на разтворимост на PbCl_2 : $C_{\text{Pb}^{2+}} \times C_{\text{Cl}^-}^2 > 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol.dm}^{-3}$ 1 т.

Обем на разтвора във всички клетки:

$$V_{\text{in}} = V_{\text{cell}} \times N_{\text{cell}} = 8,241 \cdot 10^{-8} \times 9,8 \cdot 10^4 = 0,008 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ т.}$$

Обем на разтвора извън клетките: $V_{\text{out}} = 100 \mu\text{l} = 0,100 \text{ cm}^3$

Общ обем на разтвора след смесването: $V_{\text{ext}} = V_{\text{in}} + V_{\text{out}} = 0,008 + 0,100 = 0,108 \text{ cm}^3$ 1 т.

Концентрации на Pb^{2+} и Cl^- след смесването:

$$C_{\text{ext}(\text{Pb}^{2+})} = \frac{C_{\text{int}(\text{Pb}^{2+})} \times V_{\text{out}}}{V_{\text{ext}}} = \frac{0,013 \times 0,100}{0,108} = 0,012 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

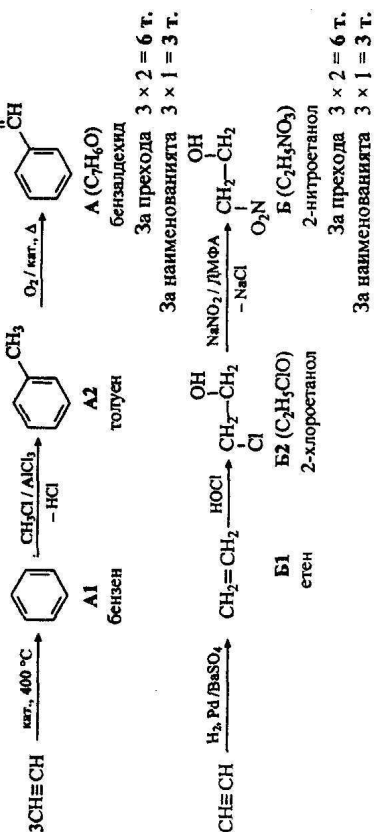
$$C_{\text{ext}(\text{Cl}^-)} = \frac{C_{\text{int}(\text{Cl}^-)} \times V_{\text{in}}}{V_{\text{ext}}} = \frac{0,15 \times 0,008}{0,108} = 0,011 \text{ mol.dm}^{-3} \quad 1 \text{ т.}$$

$$C_{\text{Pb}^{2+}} \times C_{\text{Cl}^-}^2 = 0,012 \times 0,011^2 = 1,45 \times 10^{-6} \text{ mol.dm}^{-3} \quad 2 \text{ т.}$$

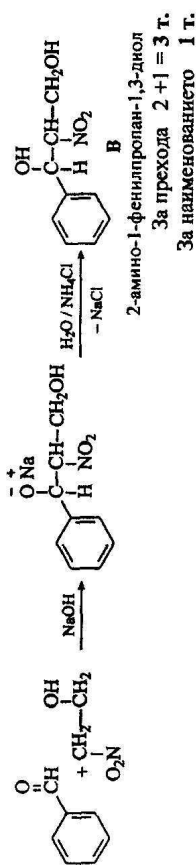
$$C_{\text{Pb}^{2+}} \times C_{\text{Cl}^-}^2 \ll K_s(\text{PbCl}_2) \Rightarrow \text{няма да се образува утайка от } \text{PbCl}_2. \quad 1 \text{ т.}$$

Задача 4 (30 т.)

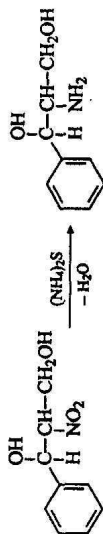
1.



2.

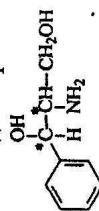


3.

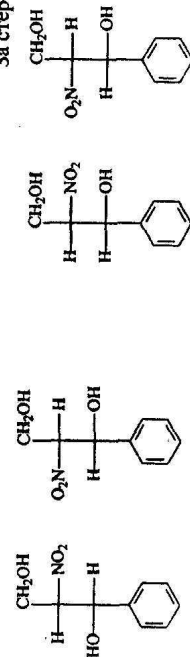


За уравнението 2 т.

4. В структурата има два стереогенни въглеродни атома



За стереогенните центрове 2 т.

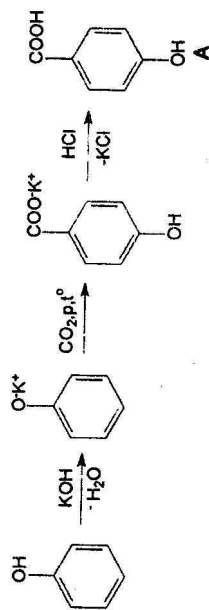


За формулите $2 \times 1 = 2 \text{ т.}$

За наименованията 2 т.

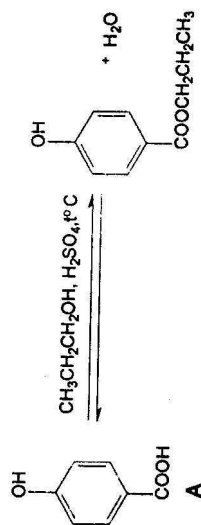
Задача 5 (30 т.)

1. Получаване на А:



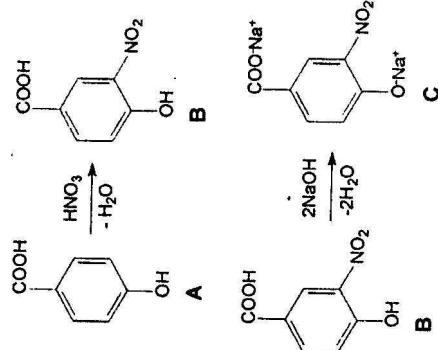
(1т.+2т.+1т.)= 4 т.

2. Взаимодействие на А с 1-пропанол:

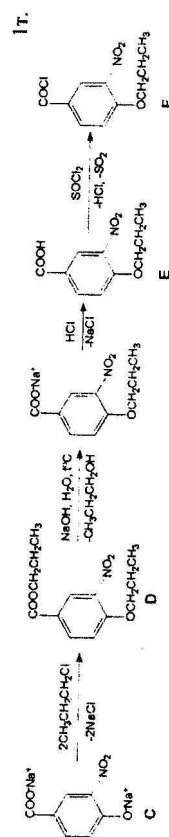


2т.

3.



2т.

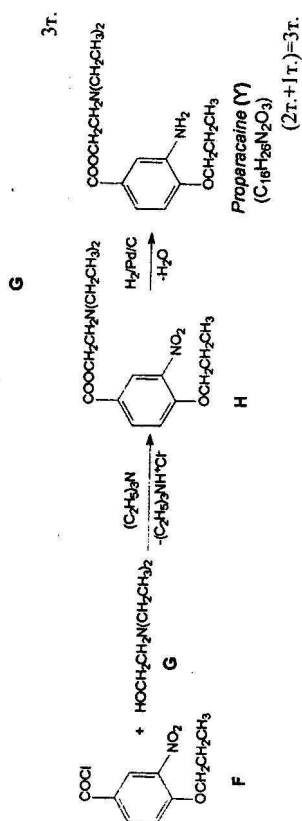


1т.

7



(2т.+2т.+1т.+3т.)=8т.



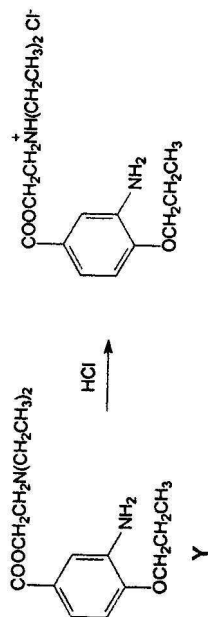
3т.

4. Функционални групи в Y:

естера – 1740-1715 cm⁻¹;
 етера – 1310-1210 cm⁻¹;
 първична аминогрупа в ароматен амин – 3520-3450, 3420-3390 cm⁻¹;
 1340-1210C-N(в първичен ароматен амин)
 третична аминогрупа – 1250-1020 cm⁻¹ C-N в третична амин;
 В ИЧ спектъра на Y се регистрират и трептения за бененовото ядро – 1600, 1500, 1450 cm⁻¹.

5т.

5. Взаимодействие на 1 mol Y с 1 mol разреден разтвор на солна киселина.



2т.

8