

МОМН, 43^{та} НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА
СРЕДА – 2011 година

Теоретичен кръг 26 – 27 март

10^{та} - 12^{та} клас

Примерни решения и оценка на задачите

Задача 1 (30 т.)

1. Съединението X е съставено от Fe и CO: при изгарянето му се получават Fe₂O₃ и CO₂

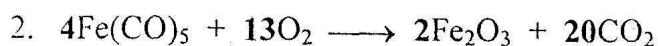
$$n(\text{Fe}) = \frac{0.8 \text{ g}}{160 \text{ g/mol}} \cdot 2 = 0.01 \text{ mol}; \quad n(\text{CO}) = \frac{2.2 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0.05 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe})/n(\text{CO}) = 0.01/0.05 = 1:5;$$

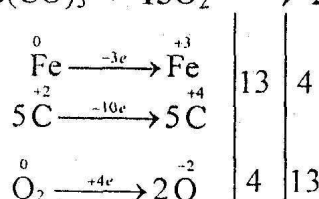
2 т.

Fe(CO)₅ – пентакарбонил желязо.

2 + 2 = 4 т.



4 + 2 = 6 т.



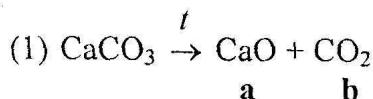
4 т.

3. А) - б) и д); Б) - а); В) - в); Г) - д); Д) - в) и д).

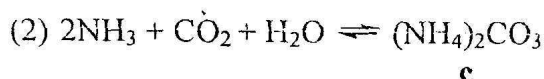
7 × 2 = 14 т. 2-

Задача 2 (30 т.)

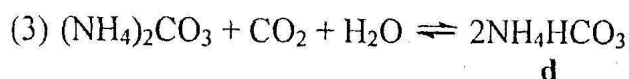
1. Неизвестните вещества и химичните уравнения са:



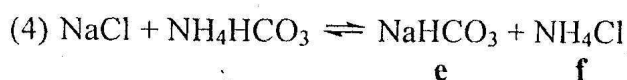
за продуктите 2 т.



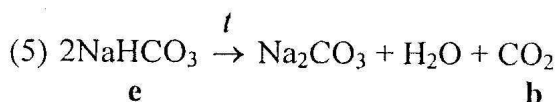
за продукта 1 т.



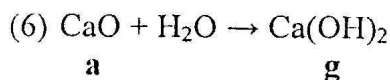
за продукта 1 т.



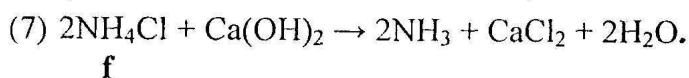
за продуктите 2 т.



за уравнението 1 т.



за продукта 1 т.



за уравнението 1 т.

2. Теоретично:

Означаваме количеството вещество на NaHCO₃ с *n* mol. От ур. (4) следва:

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NaHCO}_3) = n \text{ mol}$$

От ур. (5) следва:

$$n_{\text{теор}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} n(\text{NaHCO}_3) = n/2 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

От ур. (7) следва:

$$n_{\text{теор}}(\text{CaCl}_2) = \frac{1}{2} n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n/2 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

На практика:

$$n_{\text{практ}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m_1 / M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m_1 / 106 \text{ mol}$$

$$n_{\text{практ}}(\text{CaCl}_2) = m_2 / M(\text{CaCl}_2) = m_2 / 111 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

Добивите са:

$$\eta_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_{\text{практ}} / n_{\text{теор}} = 2m_1 / 106n \quad 1 \text{ т.}$$

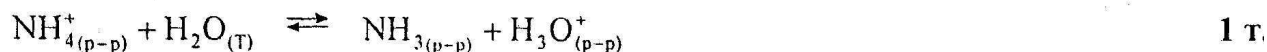
$$\eta_2(\text{CaCl}_2) = n_{\text{практ}} / n_{\text{теор}} = 2m_2 / 111n \quad 1 \text{ т.}$$

Отношението на добивите е:

$$\eta_1 / \eta_2 = \frac{111}{106} \cdot \frac{m_1}{m_2} \quad 1 \text{ т.}$$

Страничният продукт е NH_4Cl .

В разтвора на NH_4Cl протича хидролизен процес, който определя рН на разтвора:



$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{K_w}{K_b} \quad (1) \quad 2 \text{ т.}$$

От уравнението на хидролиза следва:

$$[\text{NH}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] \quad 1 \text{ т.}$$

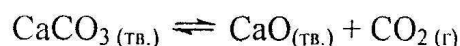
Означаваме с c_0 молната концентрация на NH_4Cl . Ако се допусне, че хидролизният процес протича в нищожна степен, може да се направи приближението:

$$[\text{NH}_4^+] = c_0 - [\text{NH}_3] \approx c_0 \quad 1 \text{ т.}$$

След заместване в ур. (1) се получава:

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c_0} = \frac{K_w}{K_b} \Rightarrow c_0 = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 K_b}{K_w} \quad 2 \text{ т.}$$

$$c_0 = \frac{(10^{-\text{pH}})^2 K_b}{K_w} = \frac{(10^{-5})^2 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-14}} = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{10^{-14}} = 2 \cdot 10^{-1} = 0.2 \text{ mol/L} \quad 1 \text{ т.}$$



Равновесието е хетерогенно и изразът за равновесната константа K_p е:

$$K_p = p(\text{CO}_2) \quad (1) \quad 2 \text{ т.}$$

По условие при $T_0 = 27^{\circ}\text{C}$ (300 K) изходното налягане в резервоара се създава от въздуха в него и е $P_0 = p_0(\nu-x) = 1 \text{ atm}$.

Налягането на получената при $T_1 = 800^{\circ}\text{C}$ (1073 K) газова смес (въздух + CO_2) е $P_1 = 3.82 \text{ atm}$. Като се вземе предвид ур. (1), се получава:

$$P_1 = p_1(\nu-x) + p_1(\text{CO}_2) = p_1(\nu-x) + K_p, \quad (2) \quad 3 \text{ т.}$$

където: $p_1(\nu-x)$ е парциалното налягане на въздуха при $T_1 = 1073 \text{ K}$.

$$\frac{p_0(\nu-x)}{T_0} = \frac{p_1(\nu-x)}{T_1}$$

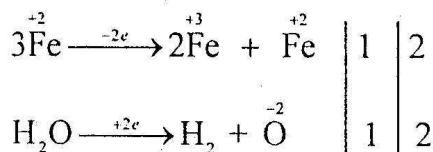
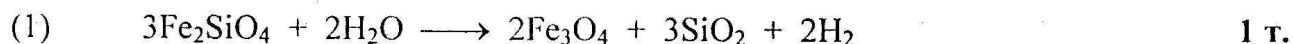
$$p_1(\nu-x) = \frac{p_0(\nu-x) \cdot T_1}{T_0} = \frac{1 \cdot 1073}{300} = 3.58 \text{ atm} \quad 2 \text{ т.}$$

От ур. (2) следва:

$$K_p = P_1 - p_1(\nu-x) = 3.82 - 3.58 = 0.24 \quad 1 \text{ т.}$$

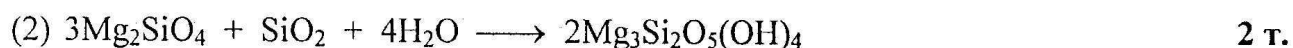
Задача 3 (28 т.)

1. Анаеробно окисление на *Fa*

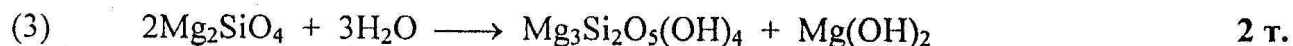


2 т.

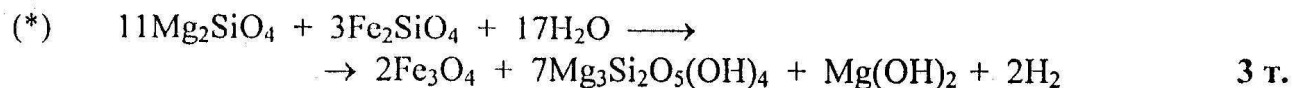
▪ Свързване на отделения SiO_2 от *Fo*



▪ Хидратиране на *Fo*



2 (1) + 3 × (2) + (3):



3 а) $M(\text{Fo}) = 140.6 \text{ g/mol}$; $M(\text{Fa}) = 204.0 \text{ g/mol}$ 1+1 = 2 т.

$$w(\text{Fo}) = \frac{(11 \text{ mol}) \times (140.6 \text{ g/mol})}{(11 \text{ mol}) \times (140.6 \text{ g/mol}) + (3 \text{ mol}) \times (204.0 \text{ g/mol})} = 0.7165 = 71.6 \% \quad 2 \text{ т.}$$

$$w(\text{Fa}) = \frac{(3 \text{ mol}) \times (204.0 \text{ g/mol})}{(11 \text{ mol}) \times (140.6 \text{ g/mol}) + (3 \text{ mol}) \times (204.0 \text{ g/mol})} = 0.2835 = 28.4 \% \quad 2 \text{ т.}$$

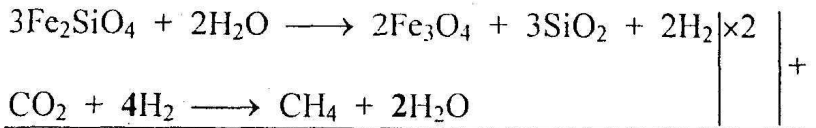
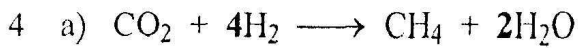
б) От уравнение (*):

$$n(\text{Mg}) : n(\text{Fe}) : n(\text{SiO}_4) = 22 : 6 : 14 = \frac{22}{14} : \frac{6}{14} : \frac{14}{14} = 1.57 : 0.43 : 1 \approx 1.6 : 0.4 : 1$$

$$\Rightarrow \text{Mg}_{1.6}\text{Fe}_{0.4}\text{SiO}_4 \equiv 1.6\text{MgO} \times 0.4\text{FeO} \times \text{SiO}_2 \quad 3 \text{ т.}$$

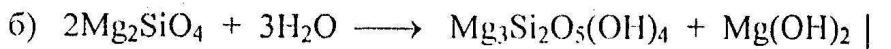
в) $M(\text{olivine}) = 1.6 \times 24.3 + 0.4 \times 56 + (28 + 4 \times 16) = 153.3 \text{ g/mol}$ 1 т.

12



1 т.

3 т.



3 т.

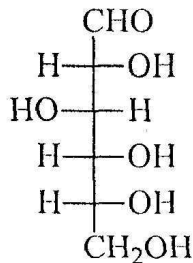
5 Когато отношението $w(\text{Fo})/w(\text{Fa}) < 70/30$, отделеният по реакция (1) SiO_2 ще е повече, отколкото може да се свърже по реакция (2) и в продуктите от серпентинизация ще присъства и SiO_2 . Следователно, черен пясък (съдържащ магнетит) се получава, при серпентинизация на оливин, беден на форестрит.

3 т.

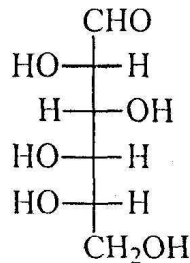
Задача 4 (30 т.)

12 - 2

1.



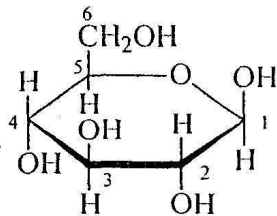
D-глюкоза



L-глюкоза

2 + 2 = 4 т.

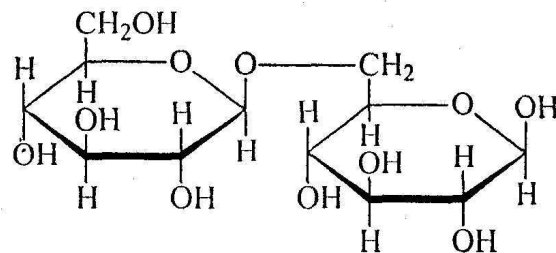
2.



β -D-глюкоза

2 + 1 = 3 т.

3.



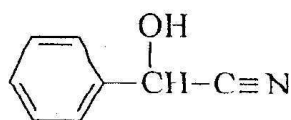
гентиобиоза

5 т.

4. Гентиобиозата ще даде положителна реакция по отношение реактив на Толенс (сребърно огледало), защото има свободна гликозидна хидроксилна група. В разтвор на гентиобиоза се намират в равновесие отворената и цикличната форма. По тази причина гентиобиозата може да бъде окислена до алдонова киселина с помощта на реактив на Толенс.

1 + 1 = 2 т.

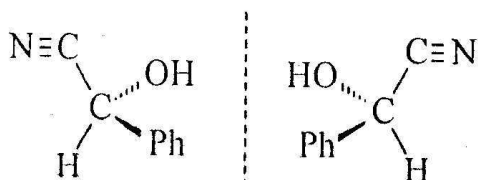
5.



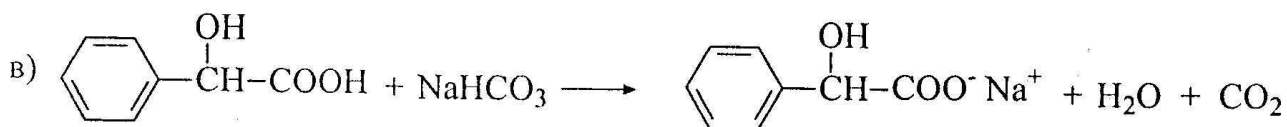
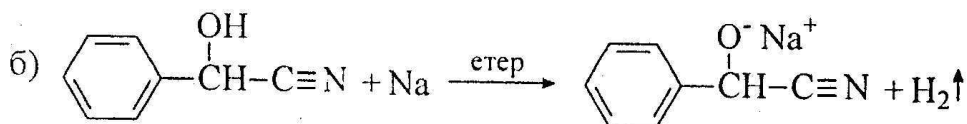
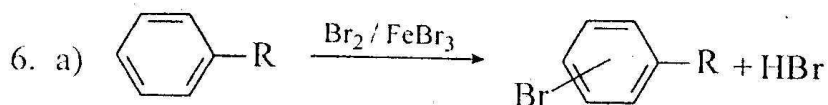
X

2 + 1 = 3 т.

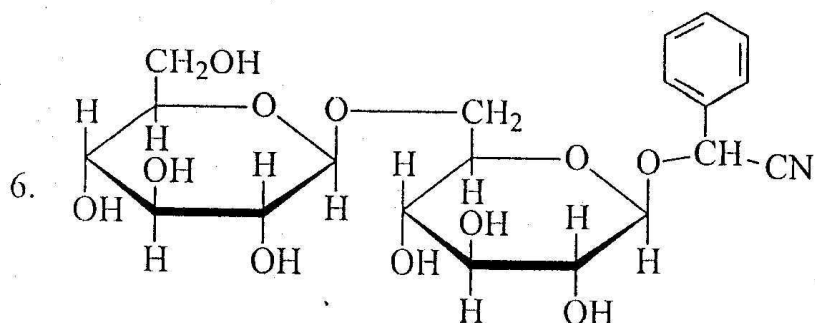
2-фенил-2-гидроксиетаннитрил



1 + 1 = 2 т.



3 × 2 = 6 т.



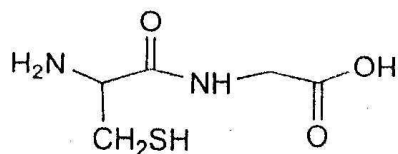
амигдалин

5 т.

Задача 5 (30 т.)

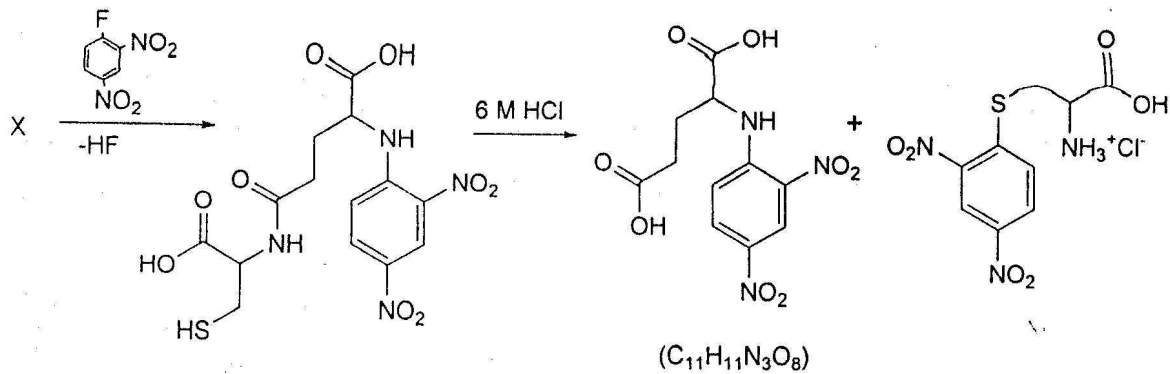
Решение:

1) Структура на дипептида Cys-Gly:



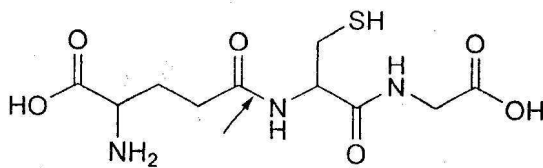
Cys-Gly

3 т.



3 + 3 = 6 т.

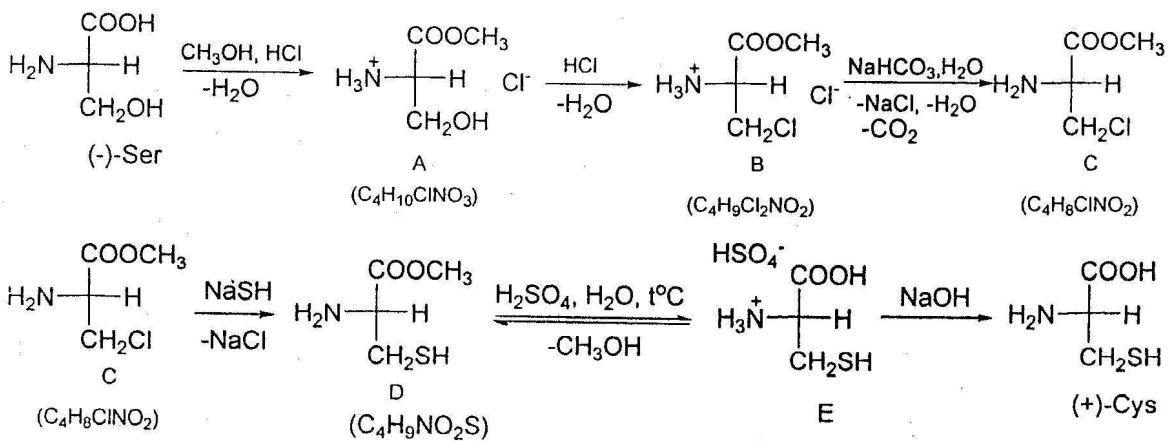
3) Структура на глутатиона:



Glu-Cys-Gly

6 + 2 = 8 т.

4)



за получаване на А – 2 т.
 за получаване на В – 3 т.
 за получаване на С – 2 т.
 за получаване на D – 4 т.
 за получаване на Е – 2 т.

* Глутатионът е трипептид, в който има необичайно свързване между аминокгрупата на цистеина и γ-карбоксилната група на глутамовата киселина (съдържа изопептидна връзка).