

МОН, 50 НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ
И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

Областен кръг, 11 февруари 2018 г.

IV СЪСТЕЗАТЕЛНА ГРУПА

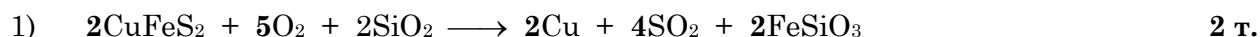
(ученици, които през настоящата учебна година са в X, в XI и в XII клас
на всички видове училища)

Примерни решения и оценка на задачите

Важно за проверителите! Освен представените примерни решения, за вярно се приема и всяко друго решение, което е логично обосновано и води до същия (числов или фактологичен) резултат.

При непълни отговори (например неизравнени уравнения) могат да се присъждат и по-малко от предвидените точки.

Задача 1 (25 точки)



- 2) Същност на електролизата: осъществява се окислително-редукционна реакция за сметка на електричен ток (от външен източник на електричество). Това е превръщане на електрическа енергия в химическа. 2 т.



Благородните метали (Ag, Au, Pt-метали) не се окисляват на анода, тъй като са след медта в РОАМ; те падат непроменени (и очистени от Cu и Ni) на дъното на ваната 3 т.



Никел не се отлага на катода, докато в разтвора (респ. на анода) има мед, тъй като никел е преди мед в РОАМ 3 т.

4) От изравнената реакция (†): $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{Cu})} = \frac{m(\text{SO}_2)/M(\text{SO}_2)}{m(\text{Cu})/M(\text{Cu})} = \frac{4}{2}$

$$m(\text{SO}_2) = \frac{M(\text{SO}_2)}{M(\text{Cu})} \times m(\text{Cu}) \times 2 = \frac{64,07 \text{ g/mol}}{63,55 \text{ g/mol}} \times 101,2 \text{ t} \times 0,25 \times 2 = 51,0 \text{ t}$$

3 т.



$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ е гипс; използва се в строителната индустрия 1 т.

- 6) Серният диоксид, който се получава при производството на мед, е суровина за производство на сярна киселина. 1 т.

Задача 2 (25 точки)

1. $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 241,8 \text{ kJ/mol}$ ур. (1) 1 т.
 $\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + Q_1$ ур. (2) 1 т.
 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + Q_2$ ур. (3) 1 т.

2. От условието е видно, че кислородът в изходната смес е в излишък.

Нека означим този **излишък** с **$x \text{ mol O}_2$** . Това е количеството кислород, изразходено при изгарянето на **eman II**, което може да се изчисли от данните за топлината на образуване на вода по ур. 1 и отношението:

$$0,5 \text{ mol O}_2 / 241,8 \text{ kJ} = x \text{ mol O}_2 / 9,672 \text{ kJ} \Rightarrow x = 0,02000 \text{ mol O}_2 \quad 2 \text{ т.}$$

3. Общият брой молове в изходната газова смес n_{total} е:

$$n_{\text{total}} = V_{\text{total}} / V_m = 1,792 / 22,4 = 0,0800 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

Следователно:

количеството CO, количеството CH₄ и стехиометричното количество O₂ за тяхното изгаряне в изходната газова смес е:

$$n_{\text{total}} - x = 0,0800 \text{ mol} - 0,0200 = 0,0600 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

Нека означим: количеството CO в изходната газова смес с **y** , а количеството CH₄ – със **z** .

В съответствие с уравнения (2) и (3), за изгарянето на **$y \text{ mol CO}$** и **$z \text{ mol CH}_4$** стехиометричното количество O₂ е **$(y/2 + 2z) \text{ mol O}_2$** .

Тогава: $y + z + y/2 + 2z = 0,06$

$$\Rightarrow y/2 + z = 0,02 \quad 1 \text{ т.}$$

Топлинните ефекти Q_1 и Q_2 изчисляваме по закона на Хес:

$$Q_1 = 393,5 - 110,5 = 283,0 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ т.}$$

$$Q_2 = 393,5 + 2 \times 241,8 - 74,8 = 802,3 \text{ kJ/mol} \quad 1 \text{ т.}$$

За изгаряне на **$y \text{ mol CO}$** отделената топлина е: $283,0 \times y \text{ kJ}$ 1 т.

За изгаряне на **$z \text{ mol CH}_4$** отделената топлина е: $802,3 \times z \text{ kJ}$ 1 т.

Тогава: $283,0 \times y + 802,3 \times z = 13,683$ 1 т.

Корените на системата уравнения:

$$1/2 y + z = 0,02$$

$$283,0 \times y + 802,3 \times z = 13,683$$

са: $y = 0,0200 \quad z = 0,0100 \quad 2 \times 1 = 2 \text{ т.}$

Обемният процентен състав на изходната газова смес е равен на молния процентен състав:

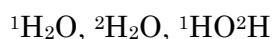
$$\varphi(\text{CO}) = (0,0200 / 0,0800) \times 100 = 25,0 \text{ об. \%};$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = (0,0100 / 0,0800) \times 100 = 12,5 \text{ об. \%}$$

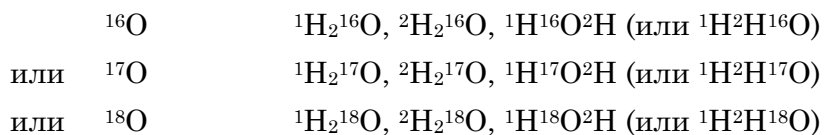
$$\varphi(\text{O}_2) = (0,0500 / 0,0800) \times 100 = 62,5 \text{ об. \%} \quad 3 \times 1 = 3 \text{ т.}$$

4. а) ¹H и ¹⁶O $2 \times 0,5 = 1 \text{ т.}$

б) За всеки устойчив изотоп на кислорода са възможни три вида молекули вода:



Във всяка от горните молекули вода кислородът може да бъде



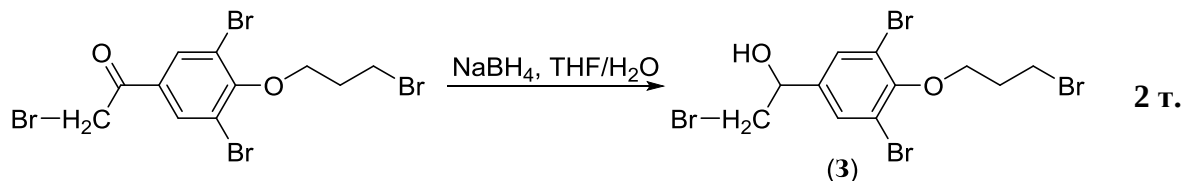
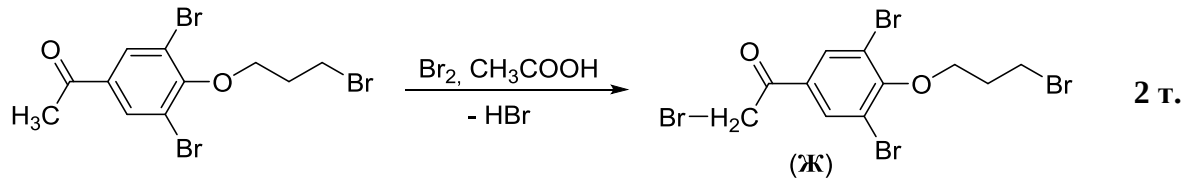
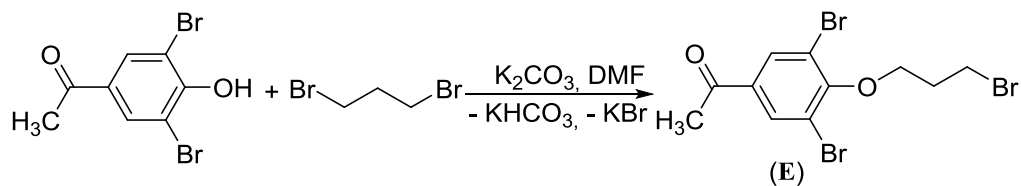
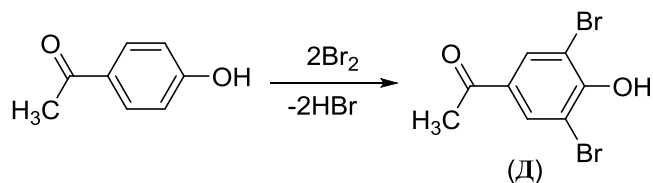
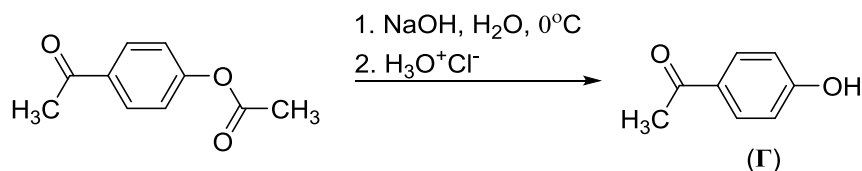
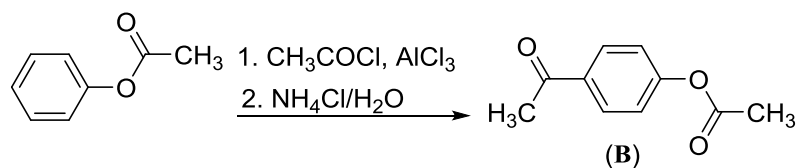
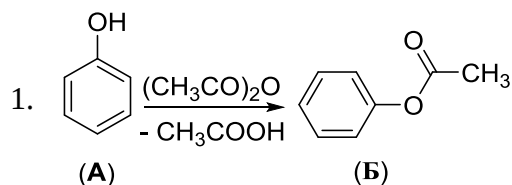
9×0,5 т. = 4,5 т.

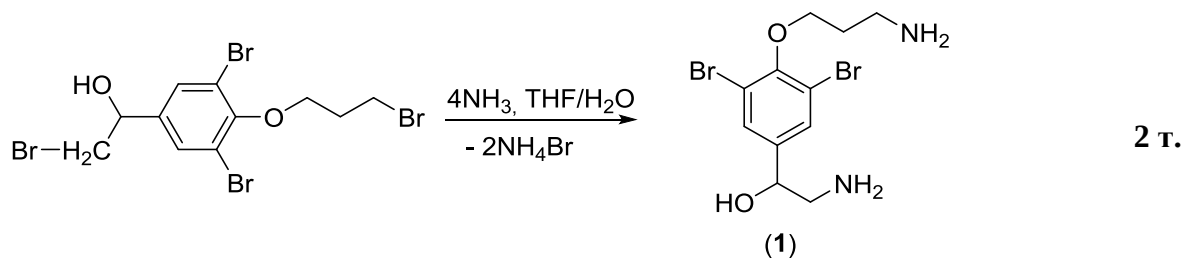
5. $M(\text{C}^x\text{O}_2)/M(\text{H}_2^x\text{O}) = (12+2x)/(2+x) = 2,40$

$\Rightarrow x = 18$; Изотопът на кислорода е: ^{18}O

1,5 т.

Задача 3 (25 точки)

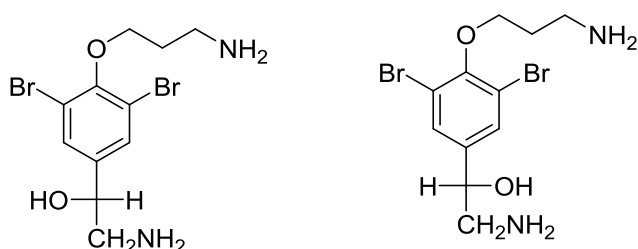




2. Продуктът (1), получен по схемата, няма да бъде оптичноактивен, тъй като на етапа на редукцията на карбонилната група, когато се генерира стереоцентър, не се използва хирален агент.

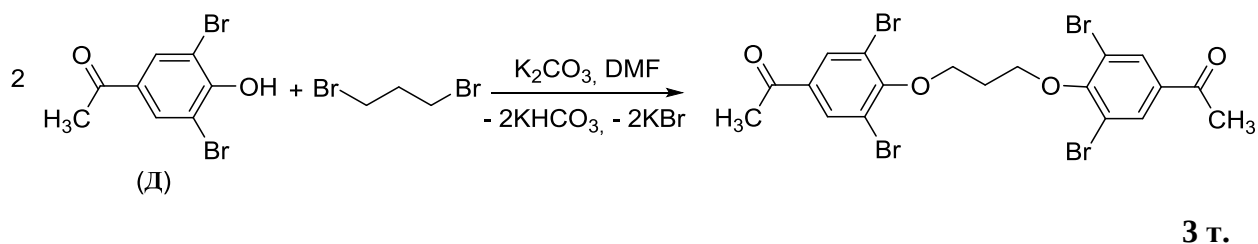
3 т.

3. Фишерови проекционни формули на стереоизомерите на (1):



Двата стереоизомера са енантиомери. 1+1+1 = **3 т.**

4. В хода на превръщането (Д) → (Е) може да се получи и продуктът:



Задача 4 (25 точки)

1. $\frac{0,0128 \times 12,011}{44,009 \times 0,0050} \times 100 = 69,87 \% \text{ C}$ **1,5 т.**

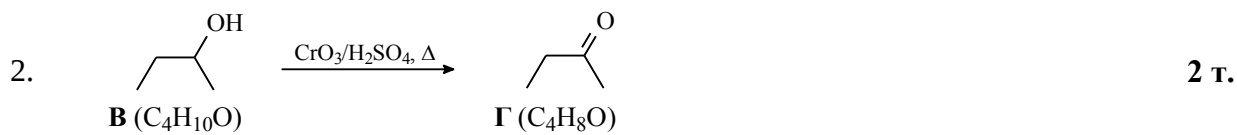
$\frac{0,0052 \times 2 \times 1,008}{18,015 \times 0,0050} \times 100 = 11,64 \% \text{ H}$ **1,5 т.**

$\frac{69,87}{12,011} : \frac{11,64}{1,008} : \frac{18,49}{15,999} = 5,82 : 11,55 : 1,16 = 5,02 : 9,96 : 1 = 5 : 10 : 1$ **1 т.**

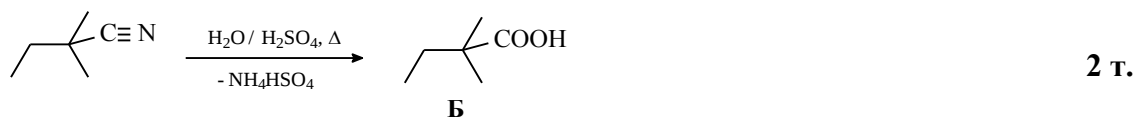
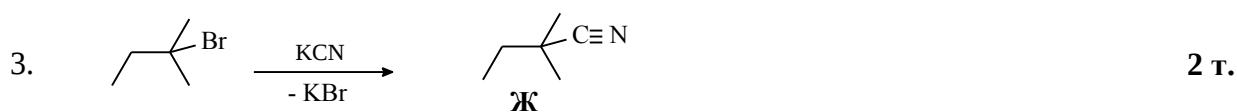
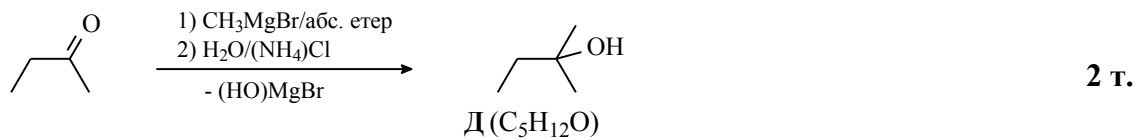
Емпиричната формула на А е: **C₅H₁₀O.**

Молекулната формула на А, която отговаря на зададената молна маса е: **C₁₀H₂₀O₂** **2 т.**

$$(M(A) = nA(C) + 2nA(H) + 2A(H) + A(O) \Rightarrow 10 \times 12,011 + 20 \times 1,008 + 2 \times 15,999 = 172,27 \text{ g/mol})$$



В – бутан-2-ол 1 т.



Б – 2,2-диметилбутанова киселина 1 т.

