

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

Областен кръг, 13 февруари 2016 г.

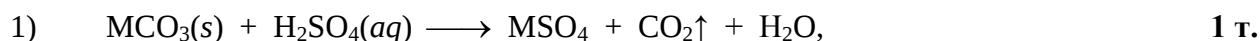
Учебно съдържание X - XII клас

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)



От $pV = nRT$ и $n(\text{CO}_2) = n(\text{MCO}_3)$:

$$n(\text{MCO}_3) = n(\text{CO}_2) = \frac{101,325 \text{ kPa} \times 0,509 \text{ dm}^3}{8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times (273+37)\text{K}} = 0,0200 \text{ mol} \quad \mathbf{2 \text{ т.}}$$

Нека $\bar{M}$ е средна молна маса на $2\text{XEГ}2$ в сместа

$$M(\bar{M}) = \frac{m(\text{пр.}) - n(\text{MCO}_3)M(\text{CO}_3)}{n(\text{MCO}_3)} = \frac{2,002 \text{ g}}{0,0200 \text{ mol}} - 60,01 \text{ g/mol} = 40,09 \text{ g/mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

– това е $M(\text{Ca})$. Следователно, единият химичен елемент е магнезий **1 т.**

MgSO_4 е разтворим във вода; сулфатната утайка е на другия елемент: **1 т.**

той е Sr или Ba. **1 т.**

Ако е стронций: $n(\text{SrCO}_3) = \frac{m(\text{SrSO}_4)}{M(\text{SrSO}_4)} = \frac{0,656 \text{ g}}{183,68 \text{ g/mol}} = 3,57 \times 10^{-3} \text{ mol}$

$$m(\text{SrCO}_3) = 0,00357 \text{ mol} \times 147,63 \text{ g/mol} = 0,527 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$m(\text{MgCO}_3) = (n(\text{MCO}_3) - n(\text{SrCO}_3)) \times M(\text{MgCO}_3) \\ = (0,0200 - 0,00357) \text{ mol} \times 84,31 \text{ g/mol} = 1,385 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$m(\text{пр.}) = 1,385 + 0,527 = 1,912 \text{ g} (< 2,002 \text{ g}) \Rightarrow \text{не е Sr} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

Ако е барий: $n(\text{BaCO}_3) = \frac{m(\text{BaSO}_4)}{M(\text{BaSO}_4)} = \frac{0,656 \text{ g}}{233,39 \text{ g/mol}} = 2,81 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$

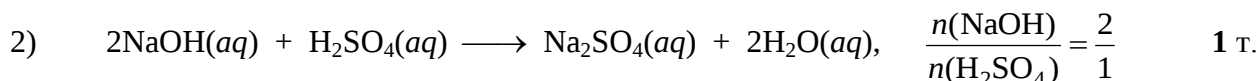
$$m(\text{BaCO}_3) = 0,00281 \text{ mol} \times 197,34 \text{ g/mol} = 0,555 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$m(\text{MgCO}_3) = 2,002 \text{ g} - 0,555 \text{ g} = 1,447 \text{ g}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = \frac{1,447 \text{ g}}{84,31 \text{ g/mol}} = 0,01716 \text{ mol}$$

$$n(\text{MCO}_3) = 0,01716 + 0,00281 = 0,01997 \text{ mol} (0,02 \text{ mol}) \Rightarrow \text{другият е Ba} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$w(\text{MgCO}_3) = \frac{1,447 \text{ g}}{2,002 \text{ g}} = 0,723 (72,3\%); \quad w(\text{BaCO}_3) = \frac{0,555 \text{ g}}{2,002 \text{ g}} = 0,277 (27,7\%) \quad \mathbf{1+1 \text{ т.}}$$



$$V(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{c(\text{NaOH})} \quad 1 \text{ т.}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2(n(\text{H}_2\text{SO}_4) - n(\text{CO}_2))$$

$$V(\text{NaOH}) = \frac{2(0,100 \times 0,212 - 0,0200)}{0,096} = 0,025 \text{ L (25 mL)} \quad 2 \text{ т.}$$

- 3) Елементът с по-малък пореден номер или,
ако е решено условие 1 – магnezий, има по-висока йонизационна енергия 1 т.
- 4) Sr: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$ или $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$ 1 т.
- 5) $\text{SrSO}_4 + 2\text{C} \longrightarrow \text{SrS} + 2\text{CO}_2$ или $\text{SrSO}_4 + 4\text{C} \longrightarrow \text{SrS} + 4\text{CO}$ 1 т.
- $\text{SrS} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{SrCO}_3 + \text{H}_2\text{S}$ 1 т.
- 6) Попаднал в човешкия организъм ^{90}Sr заменя калция в костната тъкан и от радиоактивното излъчване – приема се едно от следните две обяснения:
- може да се разруши костната тъкан
 - в непосредствената близост до костния мозък, който е кръвотворен орган, могат да настъпят сериозни поражения върху кръвта (левкемия).
- 2 т.

Задача 2 (25 точки)

- 1) Увеличението на масата на тръбата е за сметка на кислородните атоми от неизвестния оксид N_xO_y , които образуват CuO . Тогава:
- $$n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O}) = 3,84/15,999 = 0,240 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ т.}$$
- $$n(\text{N}_2) = V(\text{N}_2)/V_m(\text{N}_2) = 1,34/22,4 = 0,0598 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ т.}$$
- $$n(\text{N}) = 2 \times n(\text{N}_2) = 2 \times 0,0598 \text{ mol} = 0,120 \text{ mol} \quad 0,5 \text{ т.}$$

От уравнението: $y\text{Cu} + \text{N}_x\text{O}_y \rightarrow y\text{CuO} + x/2 \text{N}_2$ следва:

$$x:y = n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0,120 : 0,240 = 1:2 \quad 1,5 \text{ т.}$$

Неизвестният оксид N_xO_y е NO_2 1 т.

- 2) N_2O NO N_2O_3 NO_2 N_2O_5 $5 \times 0,5 = 2,5 \text{ т.}$

- 3) 22 e^- 15 e^- 38 e^- 23 e^- 54 e^- $5 \times 0,5 = 2,5 \text{ т.}$

Нечетният брой e^- при NO и при NO_2 означава наличие на несдвоен електрон в молекулите им и склонност към димеризация. 1 т.

Димери: N_2O_2 N_2O_4 (приемат се съответно и: $(\text{NO})_2$ $(\text{NO}_2)_2$) $2 \times 1 = 2 \text{ т.}$

- 4) NO – неутрален оксид NO_2 – киселинен оксид $2 \times 0,5 = 1 \text{ т.}$
 NO не взаимодейства с вода и не му съответства оксокиселина. 1 т.
 $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ 1 т.

- 5) При температура $T = 70 + 273 = 343 \text{ K}$

За правата реакция: $k_1 = A_1 e^{-E_{a1}/RT}$, 1 т.

а за обратната реакция: $k_2 = A_2 e^{-E_{a2}/RT}$ 1 т.

$$K = k_1/k_2 \quad 1 \text{ т.}$$

$$K = \frac{A_1}{A_2} e^{-E_{a1}/RT + E_{a2}/RT} = \frac{A_1}{A_2} e^{+\Delta E_a/RT} \quad 1 \text{ т.}$$

$$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = K / e^{+\Delta E_a/RT} = 0,334 / e^{+(57200/(8.314 \times 343))} = 6,50 \times 10^{-10} \quad 2 \text{ т.}$$

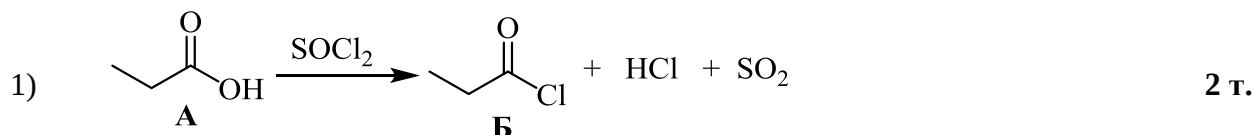
A_1, A_2 и ΔE_a не зависят от температурата. $2 \times 0.5 + 1 = 2 \text{ т.}$

$\Rightarrow$ При температура $T' = 100 + 273 = 373 \text{ K}$:

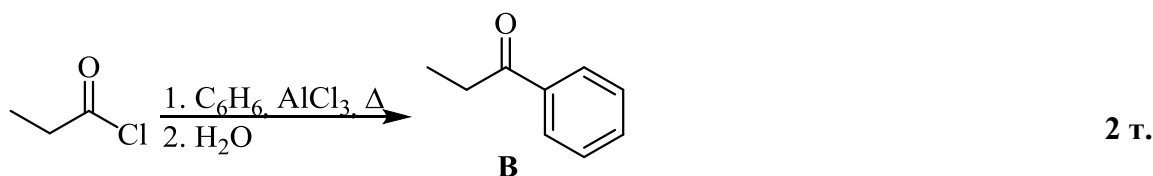
$$\frac{k'_2}{k'_1} = \frac{A_2}{A_1} e^{+E_{a1}/RT' - E_{a2}/RT'} = \frac{A_2}{A_1} e^{-\Delta E_a/RT'} \quad 1 \text{ т.}$$

$$\frac{k'_2}{k'_1} = \frac{1}{6,50 \times 10^{-10}} e^{-57200/(8.314 \times 373)} = 15,0 \quad 1 \text{ т.}$$

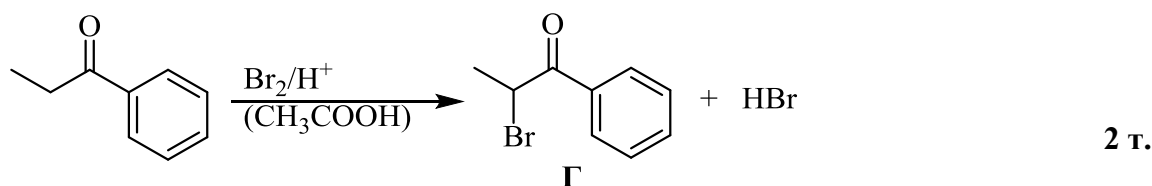
Задача 3 (25 точки)



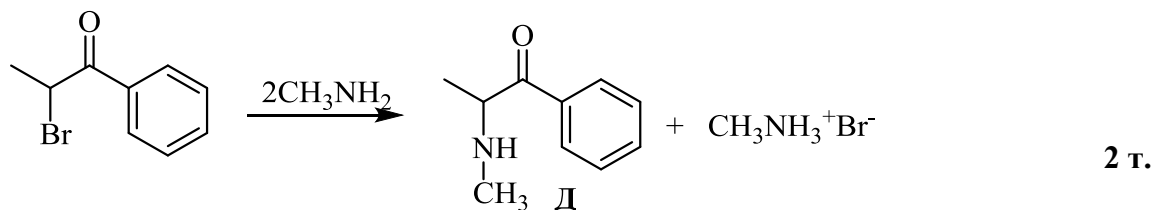
Б – пропаноилхлорид 0,5 т.



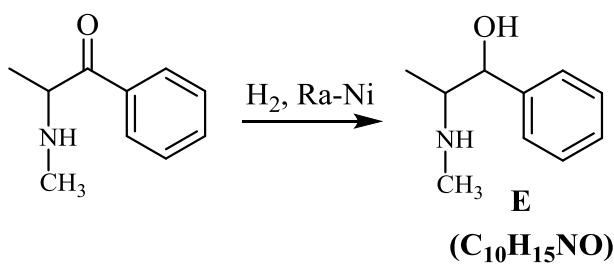
В - 1-фенилпропан-1-он (етилфенилкетон) 0,5 т.



Г – 2-бromo-1-фенилпропан-1-он 0,5 т.



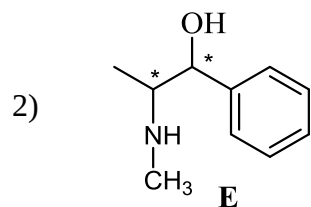
Д - 2-(метиламино)-1-фенилпропан-1-он 0,5 т.



2 т.

E - 2-(метиламино)-1-фенилпропан-1-ол

0,5 т.

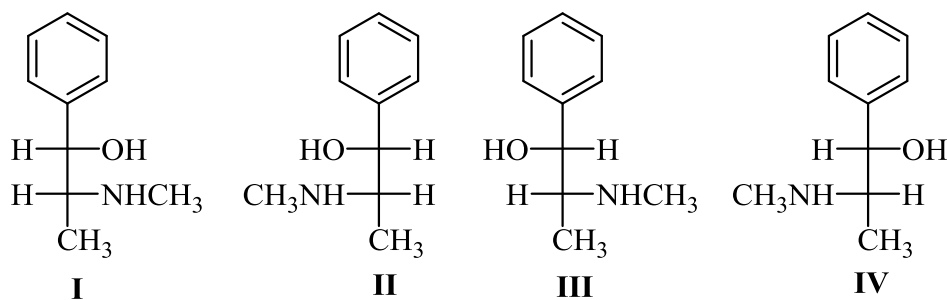


2 т.

Продуктът **E**, получен по горната схема няма да бъде оптичноактивен, тъй като в хода на реакцията не е използван хирален агент.

2 т.

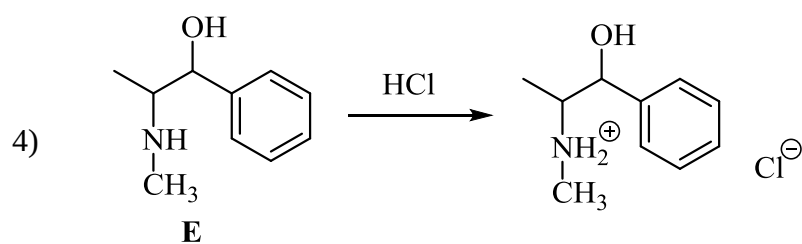
3) Стереизомери на **E**:



4 × 1 = 4 т.

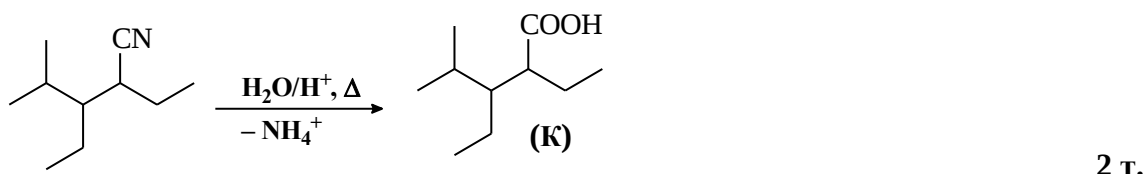
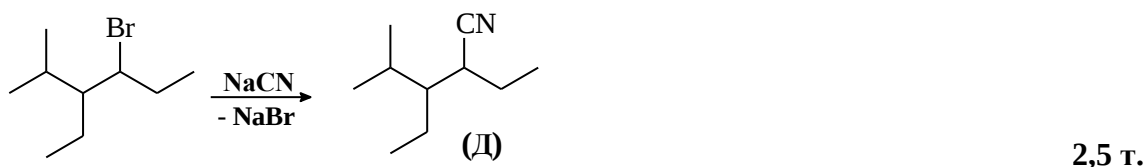
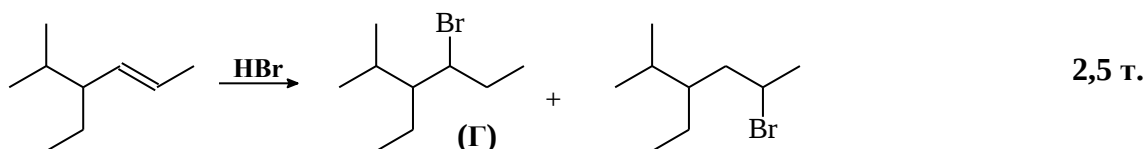
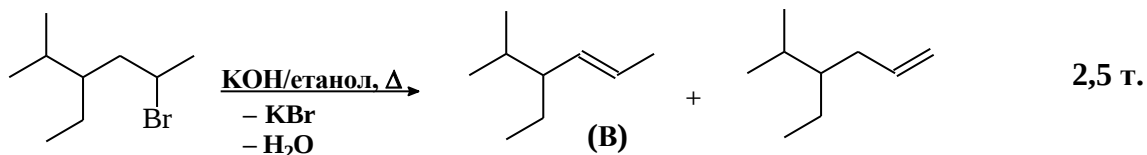
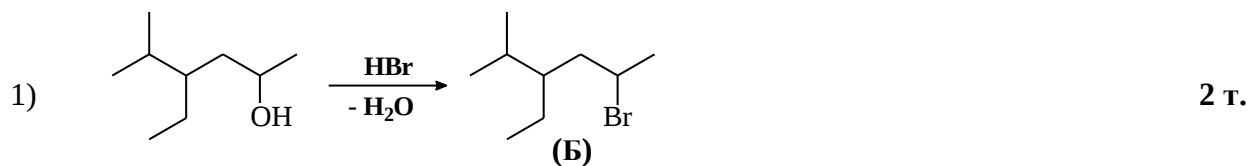
Двойките (**I** и **II**) и (**III** и **IV**) са енантиомери; (**I** и **III**) и (**I** и **IV**), както и (**II** и **III**) и (**II** и **IV**) са σ-диастереомери.

6 × 0,5 = 3 т.



1,5 т.

Задача 4 (25 точки)



2) (А) 4-етил-5-метилхексан-2-ол 0,5 т.

(Б) 5-бромо-3-етил-2-метилхексан 0,5 т.

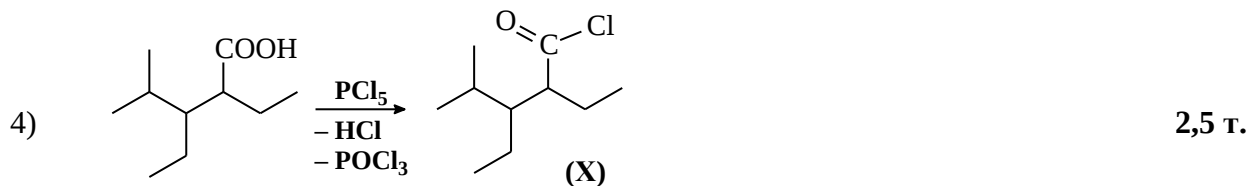
(В) (Е)-4-етил-5-метил-2-хексен
(указването на стереохимичния резултат във формулата не се оценява) 0,5 т.

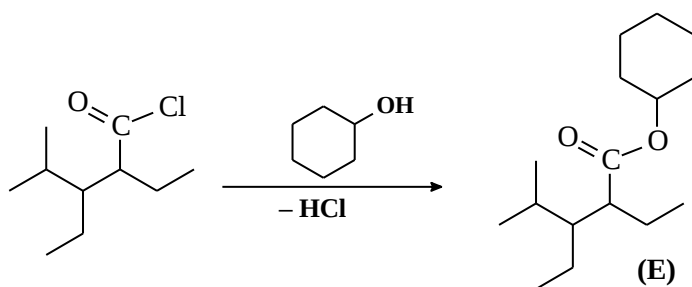
(Г) 4-бромо-3-етил-2-метилхексан 0,5 т.

(Д) 2,3-диетил-4-метилпентаннитрил 0,5 т.



Изомерите се наричат **σ-диастереомери** 1 т.





(X) 2,3-диетил-4-метилпентаноилхлорид

2,5 т.

(E) циклохексил-2,3-диетил-4-метилпентаноат

0,5 т.

0,5 т.

5) В справочните данни, погрешно е посочена молната масата на киселинния хлорид – **190,71 g/mol**, вместо тази на киселината **K** – **172,27 g/mol**.

Ако за изчисленията са използвани дадените в условието справочни данни то:

- ако реакциите протичат до край, за да получим 250 mg **E** са необходими:

$$m(\mathbf{K}) = M(\mathbf{K}) \times n(\mathbf{E}) = M(\mathbf{K}) \times \frac{m(\mathbf{E})}{M(\mathbf{E})} = 190,71 \times \frac{0,250}{254,41} = 0,187 \text{ g (187 mg)}$$

- за да се получат 250 mg **E**, при 85 % добив, са необходими:

$$\frac{0,187 \times 100}{85} = \mathbf{0,220 \text{ g (220 mg) от K.}$$

3 т.

Ако молната маса на **K** е изчислявана и е работено с $M(\mathbf{K}) = 172,27 \text{ g/mol}$ то:

- ако реакциите протичат до край, за да получим 250 mg **E** са необходими:

$$m(\mathbf{K}) = M(\mathbf{K}) \times n(\mathbf{E}) = M(\mathbf{K}) \times \frac{m(\mathbf{E})}{M(\mathbf{E})} = 172,27 \times \frac{0,250}{254,41} = 0,169 \text{ g (169 mg)}$$

- за да се получат 250 mg **E**, при 85 % добив, са необходими:

$$\frac{0,169 \times 100}{85} = \mathbf{0,199 \text{ g (199 mg) от K}$$