

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

Областен кръг, 13 февруари 2021 г.  
Пета състезателна група – ученици, които през настоящата година са 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) се присъждат по-малко от предвидените точки.

**Задача 1 (25 точки)**



2) (а) Преди възпламеняване на искрата в газовата смес

$$n(\text{O}_2) = 2 \times 1,5n(\text{AgCl}) = 3 \times \left(\frac{m}{M}\right)_{\text{AgCl}} = 3 \times \frac{0,287 \text{ g}}{143,321 \text{ g/mol}} = 0,006 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$m(\text{O}_2) = 0,006 \text{ mol} \times 31,998 \text{ g/mol} = 0,192 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$n(\text{H}_2) = 3 \times 0,5n(\text{HCl}) = 1,5 \times 0,685 \text{ mol/L} \times 0,0146 \text{ L} = 0,015 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,015 \text{ mol} \times 2,016 \text{ g/mol} = 0,030 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$n(\text{gas}) = n(\text{O}_2) + n(\text{H}_2) = 0,006 + 0,015 = 0,021 \text{ mol} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

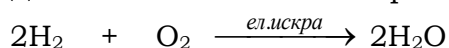
$$m(\text{gas}) = m(\text{O}_2) + m(\text{H}_2) = 0,192 + 0,030 = 0,222 \text{ g} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$\omega(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{m(\text{gas})} = \frac{0,192 \text{ g}}{0,222 \text{ g}} = 0,865 \text{ (86,5\%)} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$\omega(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{m(\text{gas})} = \frac{0,030 \text{ g}}{0,222 \text{ g}} = 0,135 \text{ (13,5\%)} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

$$p(\text{gas}) = \frac{n(\text{gas})RT}{V} = \frac{0,021 \text{ mol} \times 0,08314 \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 291 \text{ K}}{0,400 \text{ L}} = 1,27 \text{ bar} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

(б) След възпламеняване на искрата



$$0,015 \quad 0,006 \quad / \quad - \text{ mol (преди взаимодействието)}$$

$$0,003 \quad / \quad 0,012 \quad - \text{ mol (след взаимодействието)} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

При 18 °C в газовата фаза са само 0,003 mol H<sub>2</sub>:  $\omega(\text{H}_2) = 1,000 \text{ (100,0\%)} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$

$$p(\text{gas}) = \frac{0,003 \text{ mol} \times 0,08314 \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 291 \text{ K}}{0,400 \text{ L}} = 0,18 \text{ bar} \quad \mathbf{1 \text{ т.}}$$

3. Налягането на газа (1,27 bar) ще се запази, ако: а) се повиши температурата; или б) се намали обема. 1+1=2 т.

а)  $T_2' = \frac{1,27 \text{ bar} \times 0,400 \text{ L}}{0,003 \text{ mol} \times 0,08314 \text{ Lbar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} = 2037 \text{ K}$  1 т.

– Ако  $T > 373 \text{ K}$  и водата (0,012 mol) е газ:  $n(\text{gas}) = 0,015 \text{ mol}$  1 т.

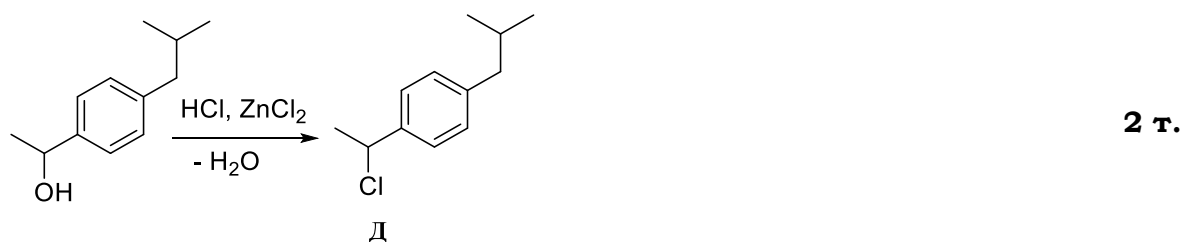
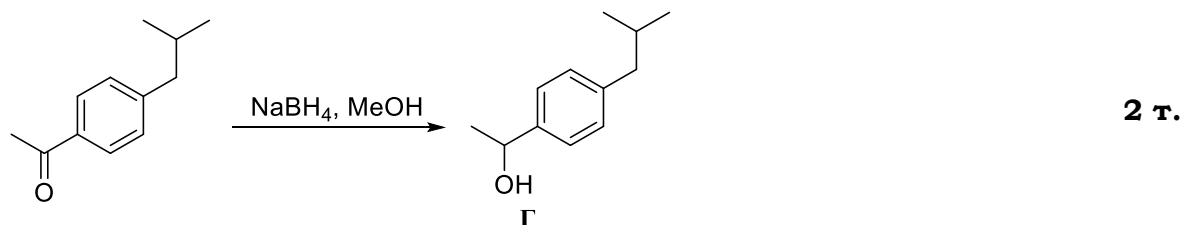
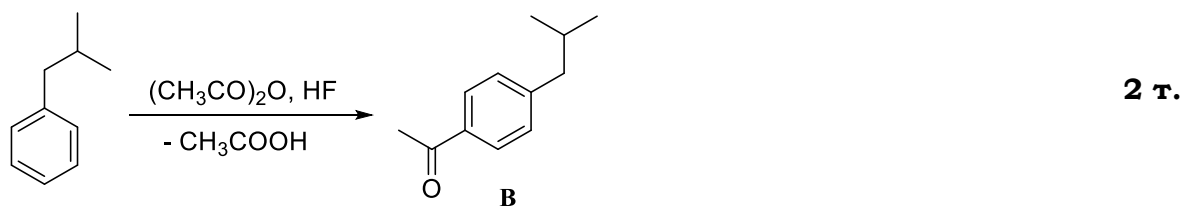
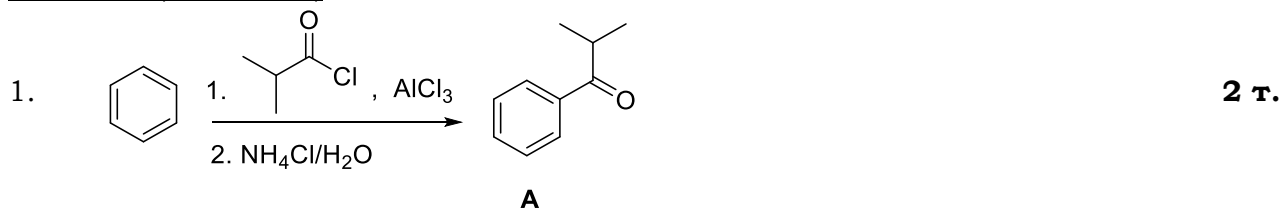
$T_2 = \frac{1,27 \text{ bar} \times 0,400 \text{ L}}{0,015 \text{ mol} \times 0,08314 \text{ Lbar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}} = 407 \text{ K}$  1 т.

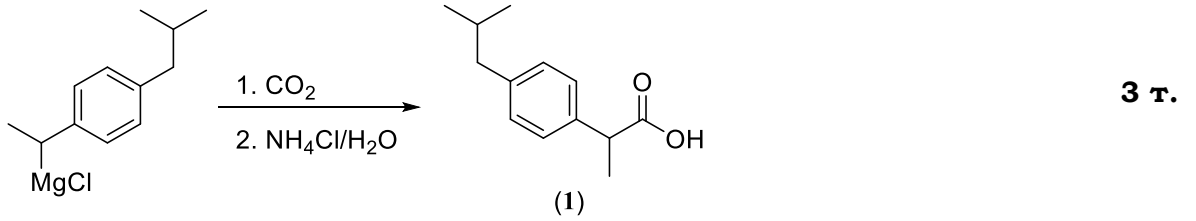
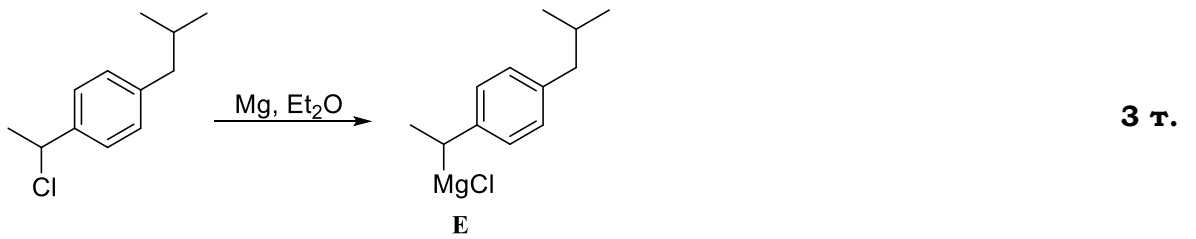
$\frac{407 \text{ K}}{291 \text{ K}} = 1,4$  пъти (трябва да се повиши температурата) 1 т.

б)  $V_2 = \frac{0,003 \text{ mol} \times 0,08314 \text{ Lbar K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 291 \text{ K}}{1,27 \text{ bar}} = 0,057 \text{ L}$  1 т.

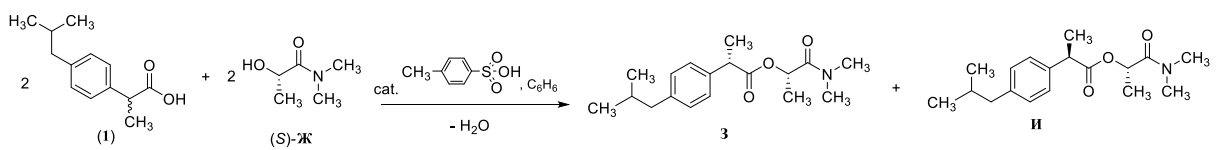
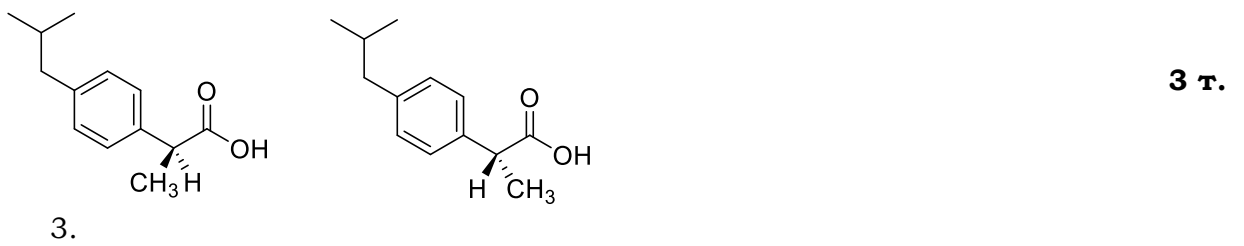
$\frac{0,400 \text{ L}}{0,057 \text{ L}} = 7,0$  пъти (трябва да се намали обема) 1 т.

**Задача 2 (25 точки)**





2. Стереизомери на (1):



4. Съединенията **3** и **II** са  $\sigma$ -диастереомери, тъй като имат два стереоцентра и се различават по конфигурацията на един от тях.

	(R,R)	(S,R)	(S,S)
<b>3</b>			√
<b>II</b>		√	

**2 т.**

**Задача 3 (25 точки)**

**1**  $m(\text{O}_2) = (V(\text{O}_2)/22,4) \times M(\text{O}_2) = (16,8/22,4) \times 31,998 = \mathbf{24 \text{ g}}$  **1 т.**



100 g      76 g      24 g

От масовия баланс на ур. 1:  $m(\mathbf{Z}) = 100 - 24 = 76 \text{ g}$  **2 т.**



100 g      52 g      152 g

От масовия баланс на ур. 2:  $m(\mathbf{E}) = 152 - 100 = 52 \text{ g}$  **2 т.**

От разликата на двете уравнения ((2) – (1)) и като се имат предвид масите на участващите вещества, следва:



52 g      24 g      **76 g**      (= 152 – 76 или 52 + 24) **1 т.**

**3** Ако елементът **E** в оксида **Z** е в степен на окисление **+1**:



$52/M(\mathbf{E}) = 2 \times 76/(2M(\mathbf{E})+15,999)$

$M(\mathbf{E}) = 17,332 \text{ g/mol}$  **няма такъв елемент** **2 т.**

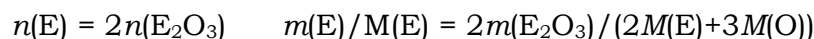
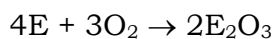
Ако елементът **E** в оксида **Z** е в степен на окисление **+2**:



$52/M(\mathbf{E}) = 76/(M(\mathbf{E})+15,999)$

$M(\mathbf{E}) = 34,664 \text{ g/mol}$  **няма такъв елемент** **2 т.**

Ако елементът **E** в оксида **Z** е в степен на окисление **+3**:



$52/M(\mathbf{E}) = 2 \times 76/(2M(\mathbf{E})+3 \times 15,999)$

$M(\mathbf{E}) = 51,997 \text{ g/mol}$  **елементът е Cr** **2 т.**

Възможно е и следното решение:

Означаваме оксида **Z** с  $\text{E}_x\text{O}_y^n$  където  $n$  е степента на окисление на **E**

$\Rightarrow xn = 2y$   $y = xn/2$

$xM(\mathbf{E})/M(\mathbf{Z}) = 52/76$ ;  $yM(\text{O})/M(\mathbf{Z}) = 24/76$

$\Rightarrow xM(\mathbf{E}) = (52/24)15,999(xn/2) \Rightarrow M(\mathbf{E}) = 17,332n$

Ако  $n = +1$ ,  $M(\mathbf{E}) = 17,332$  **няма такъв елемент**

Ако  $n = +2$ ,  $M(\mathbf{E}) = 34,664$  **няма такъв елемент**

Ако  $n = +3$ ,  $M(\mathbf{E}) = 51,996$  **елементът е Cr**

Оксидът **Z** е **Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** **1 т.**

От ур. 2 следва:

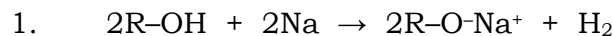


100 g      52 g      152 g

1 mol      1 mol      Следователно **Y** е **CrO<sub>3</sub>** **2 т.**

- 4 Cr - d елемент Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - амфотерен оксид CrO<sub>3</sub> - киселинен оксид 3 т.
- 5 CrO<sub>3</sub> + 2 KOH → K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O 2 т.
- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6 KOH + 3 H<sub>2</sub>O → 2 K<sub>3</sub>[Cr(OH)<sub>6</sub>] 2 т.

**Задача 4 (25 точки)**



$$n(H_2) = \frac{67,2}{22400} = 0,003 \text{ mol}$$

$$M(R-OH) = \frac{0,6972}{2 \times 0,003} = 116,2 \text{ g/mol} \quad 1 \text{ т.}$$

Формулата на хомоложния ред на наситените алкохоли е: **C<sub>n</sub>H<sub>(2n+2)O</sub>** 1 т.

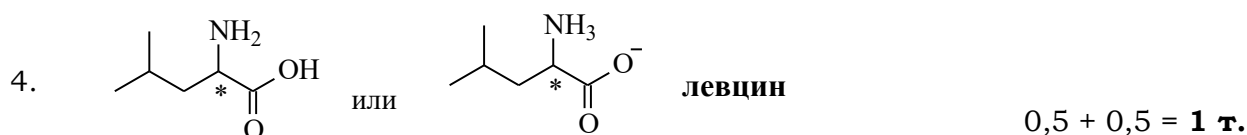
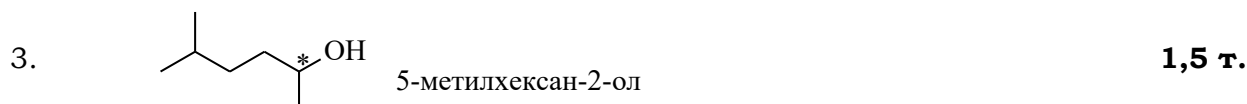
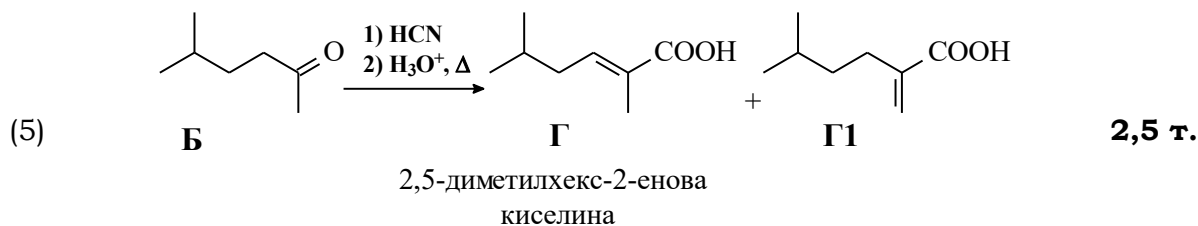
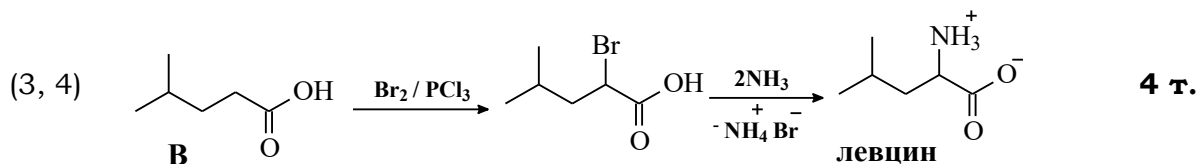
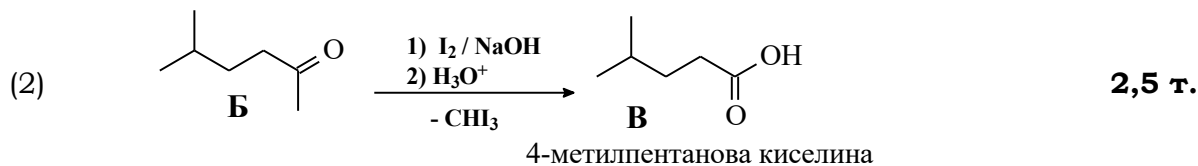
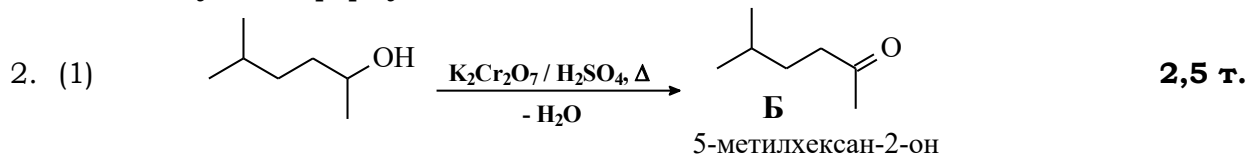
Намираме индекса **n**:

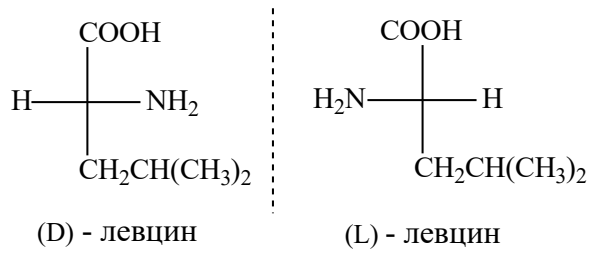
$$M = nA(C) + 2nA(H) + 2A(H) + A(O)$$

$$116,2 = n \times 12,011 + 2n \times 1,008 + 2 \times 1,008 + 15,999$$

$$\mathbf{n = 7} \quad 1 \text{ т.}$$

Молекулната формула на **A** е **C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>O** 1 т.

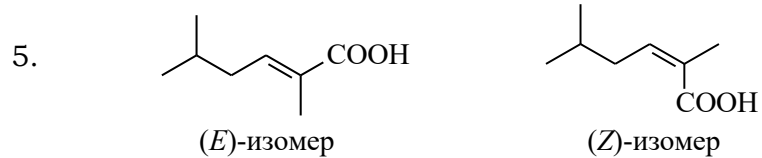




**2 т.**

Природните протеиногенни α-аминокиселини са в L-конфигурация.

**1 т.**



**2 т.**