

ОЛИМПИАДА ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ ДЛЯ ЮНИОРОВ
10-13 мая 2019 г.

СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ. ТЕОРИЯ

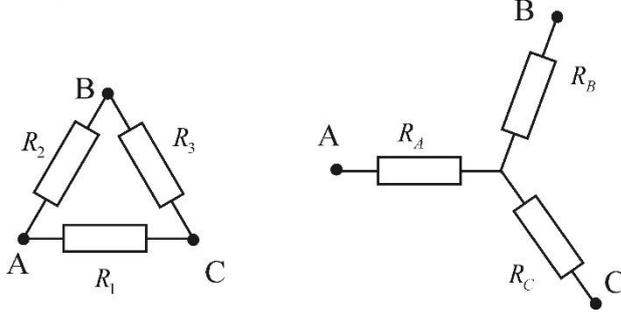
Задача 1.1 (6,0 баллов)

$R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 2,0 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 2,0 \text{ k}\Omega$.

a) (1,0р) **0,20 б + 0,20 б + 0,20 б + 0,20 б + 0,20 б**

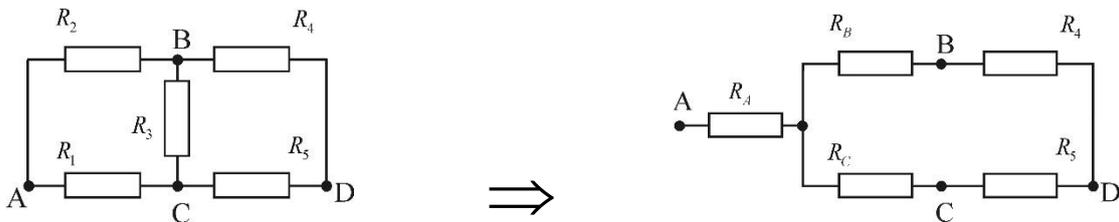
$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5} \quad R_{BC} = \frac{R_3(R_1 + R_2)(R_4 + R_5)}{R_3(R_1 + R_2) + R_3(R_4 + R_5) + (R_1 + R_2)(R_4 + R_5)}; \quad R_{BC} = 0,75 \text{ k}\Omega$$

b) (1,0р) **0,1 б + 0,1 б + 0,4 б чис. рас.**



$$\begin{cases} R_A + R_B = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}; \\ R_A + R_C = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}; \\ R_B + R_C = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3}; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_A = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}; \\ R_B = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}; \\ R_C = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}; \end{cases} \begin{aligned} R_A &= 0,25 \text{ k}\Omega; \\ R_B &= 0,50 \text{ k}\Omega; \\ R_C &= 0,50 \text{ k}\Omega; \end{aligned}$$

c) (1,0р) **0,25 б + 0,25 б + 0,25 б + 0,25 б** (за обозначение R_A, R_B, R_C и за схему цепи)



d) (1,0р) **0,20 б + 0,20 б + 0,20 б + 0,20 б + 0,20 б чис. рас.**

$$R_{AD} = R_A + R_{B4C5} = R_A + \frac{R_{B4} R_{C5}}{R_{B4} + R_{C5}} = R_A + \frac{(R_B + R_4)(R_C + R_5)}{R_B + R_C + R_4 + R_5}; \quad R_{AD} = 1,1875 \text{ k}\Omega = 1,2 \text{ k}\Omega$$

e) (1,0р) **0,2 б + 0,2 б + 0,2 б + 0,2 б + 0,2 б чис. рас.**

$$U = IR; \quad U_{4B} = U_{5C}; \quad I_4(R_4 + R_B) = I_5(R_5 + R_C) \Rightarrow I_5 = I_4 \frac{R_4 + R_B}{R_5 + R_C}; \quad I_5 = 6,0 \text{ mA}$$

f) (1,0р) **0,25 б + 0,15 б р чис. рас.**

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{AD}} = I_4 + I_5 \Rightarrow r = \frac{\mathcal{E}}{I_4 + I_5} - R_{AD},$$

$$P = I^2 r = (I_4 + I_5)^2 \left(\frac{\mathcal{E}}{I_4 + I_5} - R_{AD} \right); \quad P = 208 \text{ mW} = 0,21 \text{ W}.$$

Задача 1.2 (4,0 баллов)

a) (1,0p) $t_0 = 30$ s ,

1,0 б чис. рас.

b) (1,0p) **0,25 б +0,25 б +0,5 б чис. рас.**

$$v_I(t) = 5t \text{ (m/s)}; v_5 = \frac{v_0 + v_{10}}{2}; v_5 = 25 \text{ m/s};$$

$$v_{III}(t) = -\frac{45}{2}t + 725 \text{ (m/s)}; v_{31} = \frac{v_{30} + v_{32}}{2}; v_{31} = 27,5 \text{ m/s};$$

c) (1,0p) **0,2 б +0,2 б + 0,2 б + 0,2 б + 0,2 б чис. рас.**

$$H = S_1 + S_2 + S_3 + S_4; H = \frac{v_{10}t_{10}}{2} + v_{10}(t_{30} - t_{10}) + \frac{v_{30} + v_{32}}{2}(t_{32} - t_{30}) + v_5(t_{80} - t_{32});$$

$$H = 1545 \text{ m}$$

d) (1,0p) **0,1 б (I) +0,1 б (II) +0,1 б (III) + (0,1 б + 0,1 б +0,1 б +0,1 б + 0,1 б +0,2 б чис. рас.) (IV)**

$$E_c = 2E_p; \varepsilon_c = \frac{E_c}{m} = \frac{v^2}{2}; \varepsilon_p = \frac{E_p}{m} = gh$$

$$\text{I: } t \in [0, 10] \text{ (s)}; h \in (1295; 1545] \text{ m}; \varepsilon_c \in [0; 1,25] \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \varepsilon_p \in (12,95; 15,45] \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow E_c \neq 2E_p$$

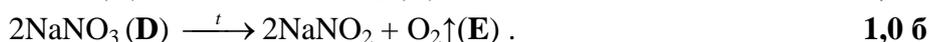
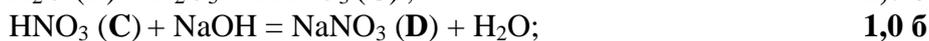
$$\text{II: } t \in [10, 30] \text{ (s)}; h \in (295; 1295] \text{ m}; \varepsilon_c = 1,25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}; \varepsilon_p \in (2,95; 12,95] \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow E_c \neq 2E_p$$

$$\text{III: } t \in [30, 32] \text{ (s)}; h \in (240; 295] \text{ m}; \varepsilon_c \in [12,5; 1250] \frac{\text{J}}{\text{kg}}; \varepsilon_p \in [2,4; 2,95] \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow E_c \neq 2E_p$$

$$\text{IV: } t \in [32, 80] \text{ (s)}; h \in [0; 240] \text{ m}; \varepsilon_c = 12,5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}; \varepsilon_p \in [0; 2,4] \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow E_c = 2E_p$$

$$2gh_x = \frac{v_{32}^2}{2}; h_x = \frac{v_{32}^2}{4g}; t = t_{80} - \frac{h_x}{v_{32}}; t = \frac{639}{8} \text{ s} \approx 79,88 \text{ s}$$

ПРИМЕЧАНИЕ. Любое решение задачи другим методом, которое приводит к правильному ответу, оценивается максимальным количеством баллов, а если правильный результат не получен, баллы даются пропорционально правильно выполненным шагам.

Задача 2.1. (4,0 балла)**Решение:**

Ответ: А – CuO; В – H₂O; С – HNO₃; D – NaNO₃; E – O₂.

Принимается и любое другое логичное решение.

Задача 2.2. (6,0 баллов)**Решение:**

Записываем уравнение реакции между цинком и нитратом свинца(II) в растворе:



Рассчитываем массу нитрата свинца(II) в исходном растворе:

$$m_1(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = m_1(\text{раствор}) \cdot \omega_1(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 50 \text{ г} \cdot 0,1 = 5 \text{ г} \quad 0,25 \text{ б}$$

Обозначим через x моль количество вещества цинка, который вступил в реакцию. Следовательно $\nu_r(\text{Zn}) = x$ моль

Согласно уравнению реакции, количество вещества нитрата свинца(II), который вступил в реакцию и количество вещества свинца, а также нитрата цинка, полученного в результате реакции, равны x моль:

$$\nu_r(\text{Zn}) = \nu_r(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \nu_r(\text{Pb}) = \nu_r(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = x \text{ моль}$$

Рассчитываем массу полученного раствора. Масса раствора увеличилась на массу растворенного цинка и уменьшилась на массу замещенного свинца:

$$\begin{aligned} m_2(\text{раствор}) &= m_1(\text{раствор}) + m_r(\text{Zn}) - m_r(\text{Pb}) = m_1(\text{раствор}) + \nu_r(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) - \nu_r(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb}) = \\ &= 50 \text{ г} + x \text{ моль} \cdot 65 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - x \text{ моль} \cdot 207 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = (50 - 142x) \text{ г} \end{aligned} \quad 1,5 \text{ б}$$

Масса нитрата свинца в полученном растворе:

$$\begin{aligned} m_2(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) &= m_1(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) - m_r(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = m_1(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) - \nu_r(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \cdot M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \\ &= 5 \text{ г} - x \text{ моль} \cdot 331 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = (5 - 331x) \text{ г} \end{aligned} \quad 1,5 \text{ б}$$

Следовательно, массовая доля нитрата свинца(II) в полученном растворе:

$$\omega_2(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m_2(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)}{m_2(\text{раствор})} = \frac{5 - 331x}{50 - 142x} = 0,05$$

$$5 - 331x = (50 - 142x) \cdot 0,05$$

$$5 - 331x = 2,5 - 7,1x$$

$$323,9x = 2,5$$

$$x = 0,007718$$

0,75 б

Масса пластинки в результате реакции уменьшилась на массу цинка, вступившего в реакцию и выросла на массу выделенного свинца:

$$\begin{aligned} m_2(\text{пластина}) &= m_1(\text{пластина}) - m_r(\text{Zn}) + m_r(\text{Pb}) = \\ &= m_1(\text{пластина}) - \nu_r(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) + \nu_r(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb}) = \end{aligned}$$

$$= 10 \text{ г} - x \text{ моль} \cdot 65 \frac{\text{г}}{\text{моль}} + x \text{ моль} \cdot 207 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = (10 + 142x) \text{ г} =$$

$$= (10 + 142 \cdot 0,007718) \text{ г} = 11,096 \text{ г}$$

1,0 б

Ответ: $m_2(\text{пластина}) = 11,096 \text{ г}$

ПРИМЕЧАНИЕ. Любое решение задачи другим методом, которое приводит к правильному ответу, оценивается максимальным количеством баллов, а если правильный результат не получен, баллы даются пропорционально правильно выполненным шагам.

Задача 3. (10,0 баллов)

3.1 Проанализируйте Рисунки I и II. Выберите из предложенных понятий те, которые соответствуют структурам и процессам, указанным на рисунках. Впишите соответствующие буквы напротив цифр в *ЛИСТЕ ОТВЕТОВ (! по 0,2 б)*. **6,0 б**

Рисунок I

1 -	B
2 -	C
3 -	D
4 -	A
5 -	F
6 -	I

7 -	G
8 -	J
9 -	K
10 -	P
11 -	R
12 -	Q

13 -	O
14 -	N
15 -	M
16 -	L
17 -	H
18 -	E

Рисунок II

1 -	F
2 -	C
3 -	J
4 -	K
5 -	I
6 -	G

7 -	H
8 -	L
9 -	A
10 -	B
11 -	D
12 -	E

3.2 Сопоставьте каждый из сегментов пищеварительного тракта, указанных на рисунке при помощи цифр с процессами и характеристиками из представленного списка. Впишите соответствующие буквы напротив цифр на *ЛИСТЕ ОТВЕТОВ (по 0,2 б)*. **2,8 б**

- 1 - _____ C, G, I
- 2 - _____ F,
- 3 - _____ A, H, I
- 4 - _____ I, J, K, L
- 5 - _____ B, D,

N.B!. 0.2 б за то что вариант E не был использован

3.3 Выберите букву А, если вы считаете утверждение правильным, и букву F, если вы считаете утверждение неверным. Введите буквы А или F напротив цифр, соответствующих утверждениям на *ЛИСТЕ ОТВЕТОВ. (по 0,2б)* **1,2 б**

- 1 - _____ **F**
- 2 - _____ **A**
- 3 - _____ **F**
- 4 - _____ **A**
- 5 - _____ **A**
- 6 - _____ **A**