

+ 1 Актисов

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123424

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Ильиных Дании Александрович

Город, № школы (образовательного учреждения) Екатеринбург, МАОУ лицей
№ 110 им. Л. К. Грешинской

Регистрационный номер ШМ 9113

Вариант задания 5

Дата проведения «23» марта 20 17 г.

Подпись участника



70 лет

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

123424

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8	8	10	10	10	3	10	5	6	-	70

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 5

1. Дано:

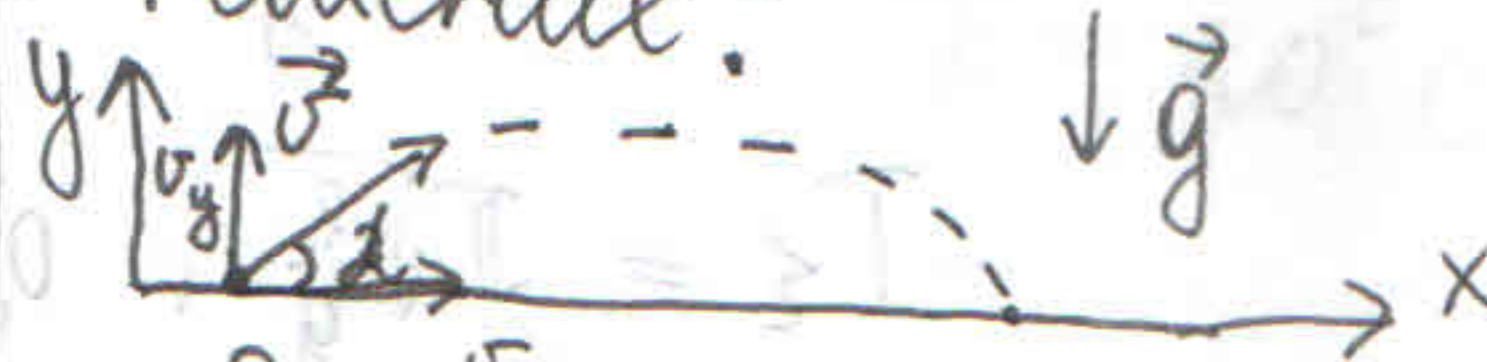
$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$E_k = 225 \text{ Дж}$$

$$t_n = ?$$

Решение:



Рассчитаем время полета траектории через скорость v_y до верхней точки

$$v_y = v_{0y} + at$$

$$0 = v_{0y} + at$$

$$at = -v_{0y}$$

$$t_{\text{до верш.}} = -\frac{v_{0y}}{a}$$

в верхней точке траектории $v_y = 0$

Так как это движение по параболе, то $t_{\text{полета}} = 2 \cdot t_{\text{до верш.}}$

$$t_{\text{полета}} = \frac{2 v_{0y}}{g}$$

$$t_{\text{полета}} = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \quad (1)$$

Найдем v_0 из E_k :

$$E_k = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0^2 = \frac{2 E_k}{m}$$

$$v_0^2 = \frac{2 \cdot 225}{2}$$

$$v_0 = 15$$

Подставим v_0 в формулу (1)

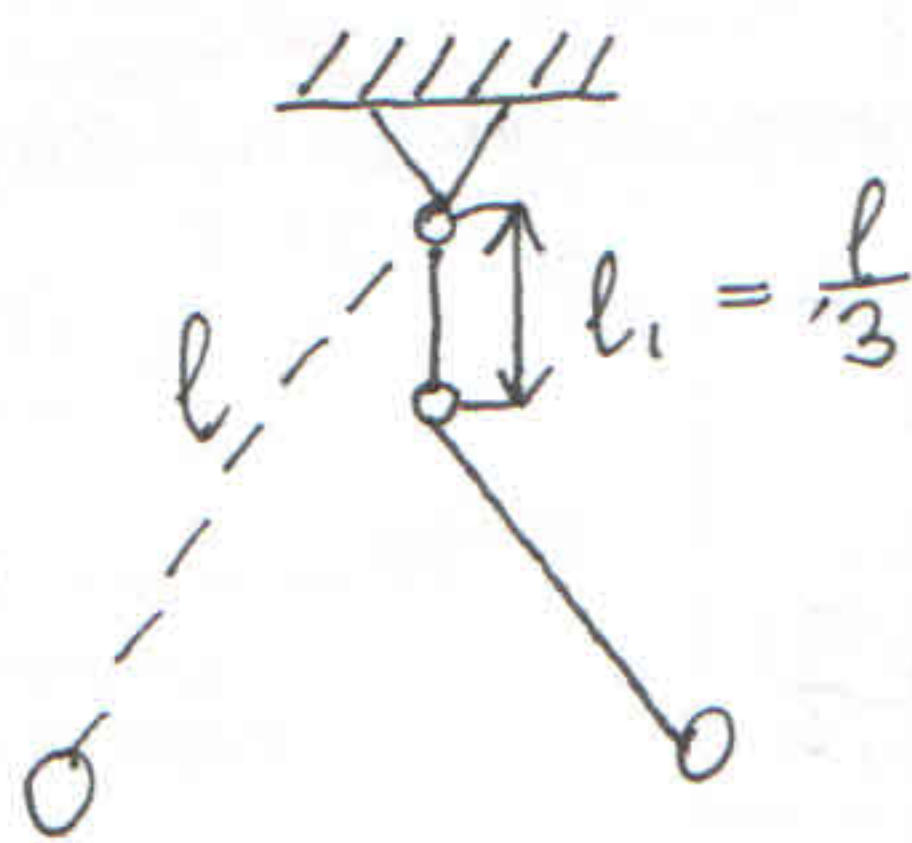
$$t_{\text{полета}} = \frac{2 \cdot 15 \cdot \frac{1}{2}}{10} = 1,5 \text{ с}$$

Ответ: 1,5

3. Дано:

$$l, \\ l_1 = \frac{l}{3} \\ \hline T - ?$$

Решение:



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

~~$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{3g}}$$~~

~~$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{15g}}$$~~

Найдём период колебаний как сумму периодов справа и слева:

$$T_{\Sigma} = T_{сл} + T_{спр.}$$

$$T_{\Sigma} = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} + \frac{1}{2} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{2l}{3g}}$$

$$T_{\Sigma} = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} + \pi \sqrt{\frac{2l}{3g}}$$

$$T_{\Sigma} = 1.82 \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T_{\Sigma} = \frac{1.82 \pi \sqrt{l}}{\sqrt{g}}$$

$$T_{\Sigma} = 1.8 \sqrt{l}$$

Ответ: $T = 1.8 \sqrt{l}$

4. Дано:

$$v_1 = v, \\ v_2 = 2v, \\ \hline c, \\ \Delta t - ?$$

Решение:



$$p_{\Sigma} = \text{const}$$

Согласно закону сохранения импульса
 $-mv_1 + mv_2 = MV$, где V — скорость системы двух шариков

$$2mv - mv = 2mV$$

$$mv = 2mV$$

$$V = \frac{v}{2}$$

M — масса двух шариков

Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{MV^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{mv^2}{2} + \frac{4mv^2}{2} - \frac{2mv^2}{2 \cdot 4} \quad (1)$$

$$Q = cm \Delta t \quad (2)$$

$$(1) = (2)$$

$$cm \Delta t = \frac{5mv^2}{2} - \frac{mv^2}{4}$$

$$cm\Delta t = \frac{9mv^2}{4}$$

$$\Delta t = \frac{9v^2}{4c}$$

Ответ: $\Delta t = \frac{9v^2}{4c}$ +

5. Дано:

$$V = 40 \text{ дм}^3$$

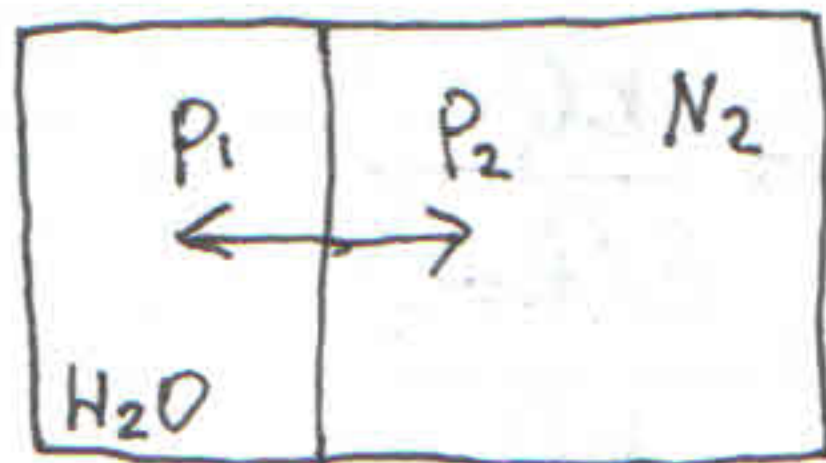
$$m_b = 36 \text{ г}$$

$$m_a = 28 \text{ г}$$

$$T = 100^\circ \text{C}$$

$$V_a = ?$$

Решение:



Так как система находится в равновесии, то давление с правой стороны равно давлению с левой

$$P_b = P_a$$

Давление водяного пара при $T = 100^\circ \text{C}$, $p_b = 10^5 \text{ Па}$, следовательно $p_a = 10^5 \text{ Па}$

Используем уравнение Менделеева - Клапейрона:

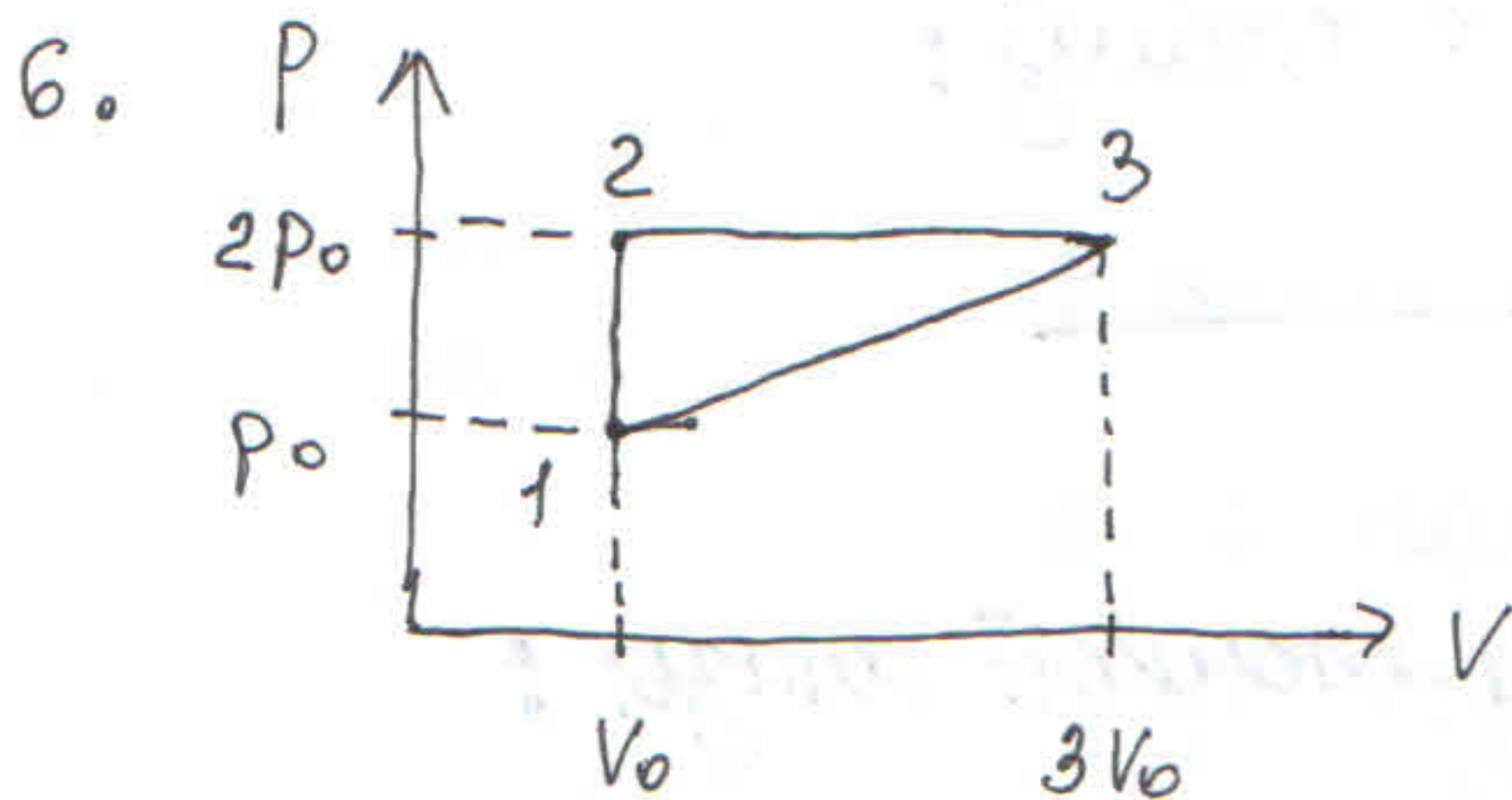
$$pV = \nu RT$$

$$V_a = \frac{\nu RT}{p_a}$$

$$V_a = \frac{m_a R T_a}{M_a p_a}$$

$$V_a = \frac{28 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 373}{28 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5} = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$$

Ответ: $V_a = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$



P

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \text{ — как у идеального газа}$$

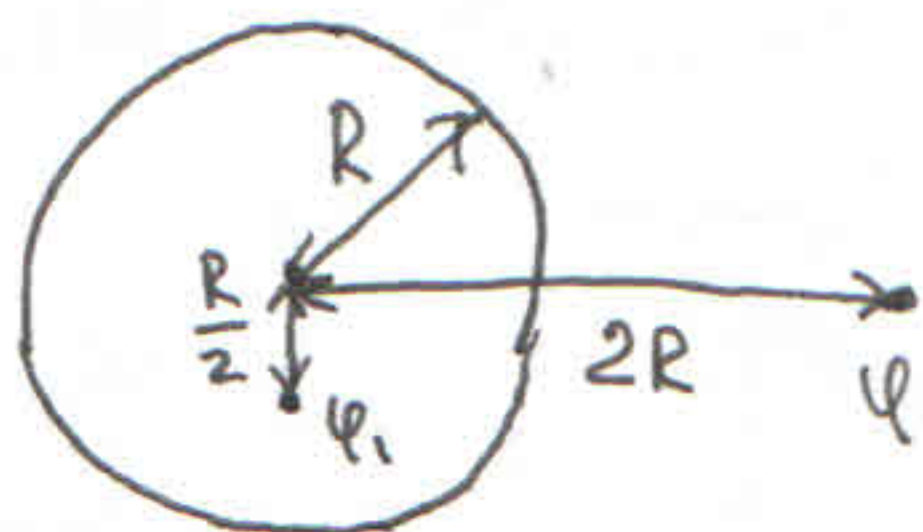
$$Q_{12} = \frac{3}{2} \Delta p V = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} p \Delta V = \frac{3}{2} 2p_0 \cdot 2V_0$$

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{\frac{3}{2} p_0 V_0}{6 p_0 V_0} = \frac{1}{4} \text{ — 0,25!}$$

Ответ: $\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{1}{4}$

7.



Поскольку заряд равномерно распределен по шару то потенциал в каждой точке шара будет равен φ .

$E_2 = ?$

Применим формулу для расчета потенциала:

$$\varphi = \frac{kQ}{\epsilon(R+z)}$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon 2R} = \frac{\varphi_1}{2}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$E = \frac{\varphi_1}{\frac{2}{d}} = \frac{\varphi_1}{2d} = \frac{\varphi_1}{4R} = \frac{\varphi}{4R}$$

Ответ: $E = \frac{\varphi}{4R}$

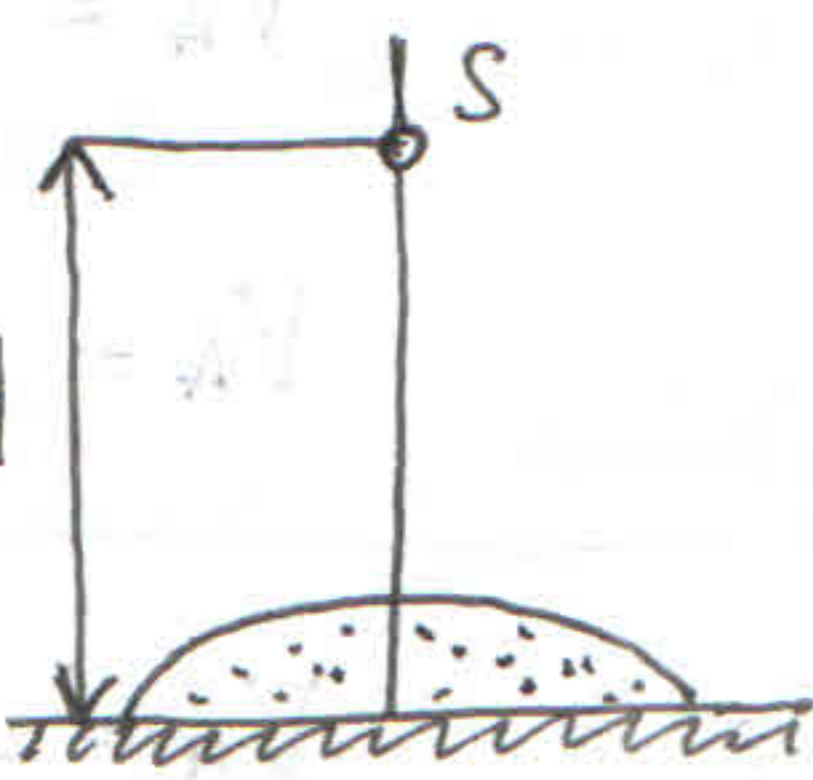
8. Дано:

$$F = 40 \text{ см}$$

$$d = 50 \text{ см}$$

$$f = ?$$

Решение:



П.к. линза плоско-выпуклая, то она является рассеивающей

Перерисуем рисунок в схему:



Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}, \text{ но т.к. линза рассеивающая}$$

то формула имеет следующий вид:

$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} \Leftrightarrow f = \frac{d \cdot F}{d + F} \Leftrightarrow f = \frac{0,4 \cdot 0,5}{0,4 + 0,5} = 0,22$$

Ответ: $f = 0,22$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

123424

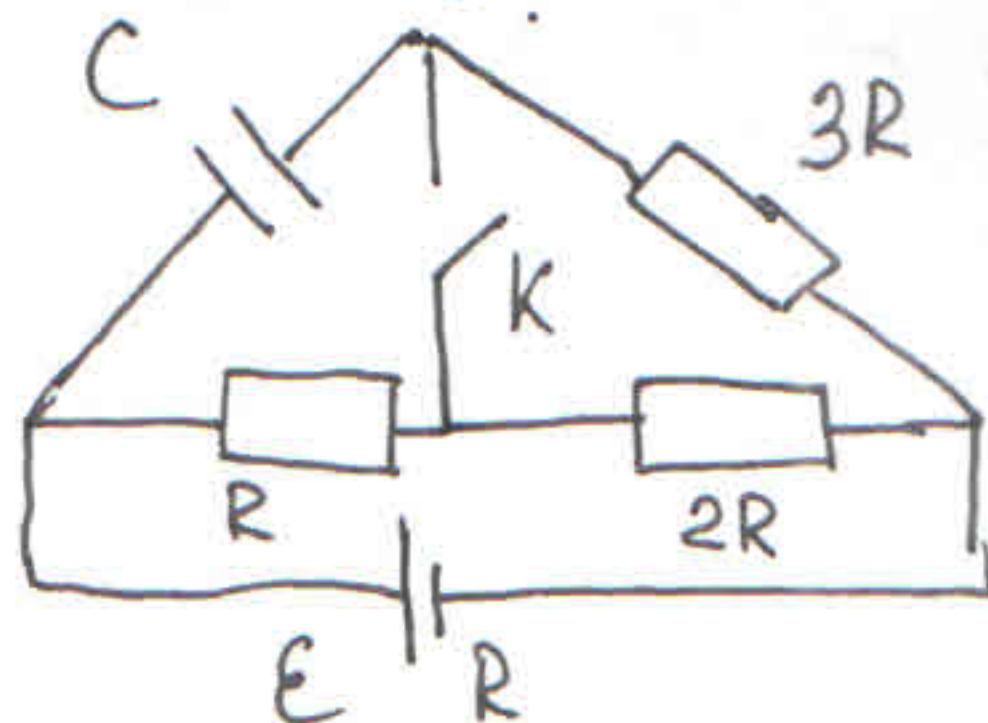
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

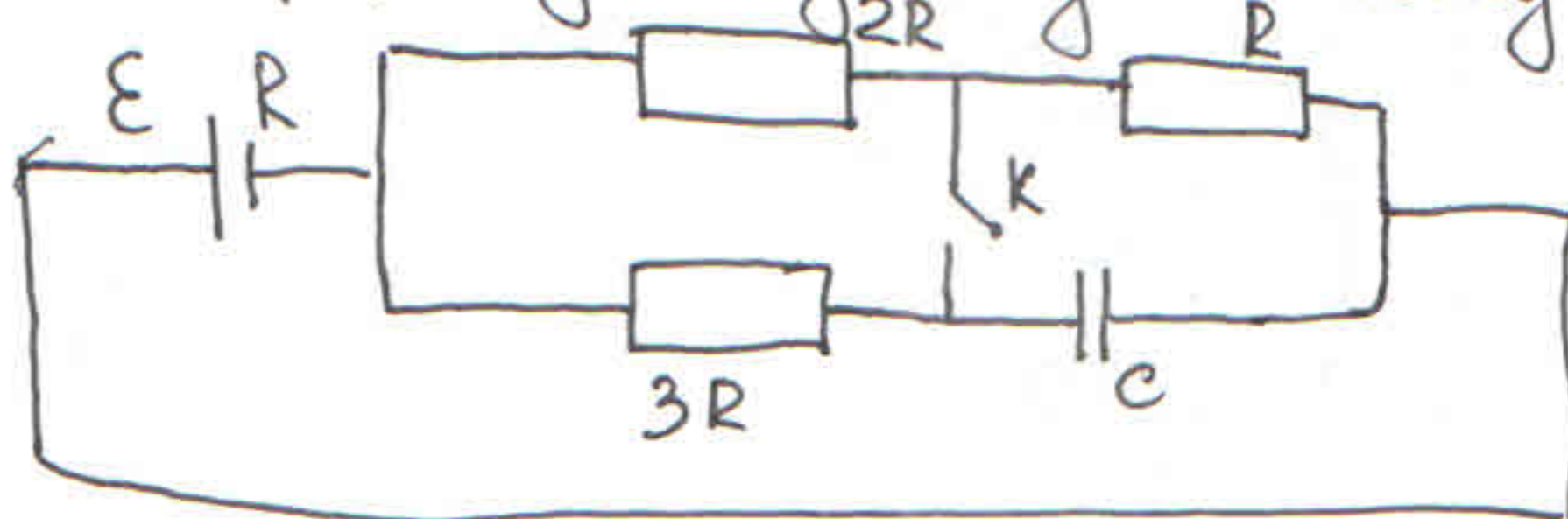
Вариант № 5

9. Дано:
 $U_1 = 12 \text{ В}$
 $U_2 = ?$

Решение:



Перерисуем данную схему:



При разомкнутом ключе ток течёт на конденсатор через резистор с сопротивлением $3R$:

$$I_1 = \frac{E}{3R + R} = \frac{E}{4R}$$

Согласно закону Ома:

$$U_1 = I_1 \cdot R_1$$

$$U_1 = \frac{E}{4R} \cdot 3R$$

$$U_1 = \frac{E \cdot 3R}{4R}$$

$$U_1 = \frac{3}{4} E$$

$$E = \frac{4}{3} U_1 = \frac{4}{3} \cdot 12 = 16 \text{ В.}$$

При замкнутом ключе ток будет течь через систему из резисторов сопротивлением $3R$ и $2R$

$$\frac{1}{R_{\text{эк}}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{5R}{6R^2}$$

$$R_2 = \frac{6R}{5}$$

Согласно закону Ома:

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{\frac{6R}{5} + R} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{11R}{5}} = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2$$

$$U_2 = \frac{5\mathcal{E}}{11R} \cdot \frac{6R}{5} = \frac{6\mathcal{E}}{11} = 8,73 \text{ В}$$

0,5

Ответ: $U_2 = 8,73 \text{ В}$.

$U_2 = 5 \text{ В}!$

2. Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

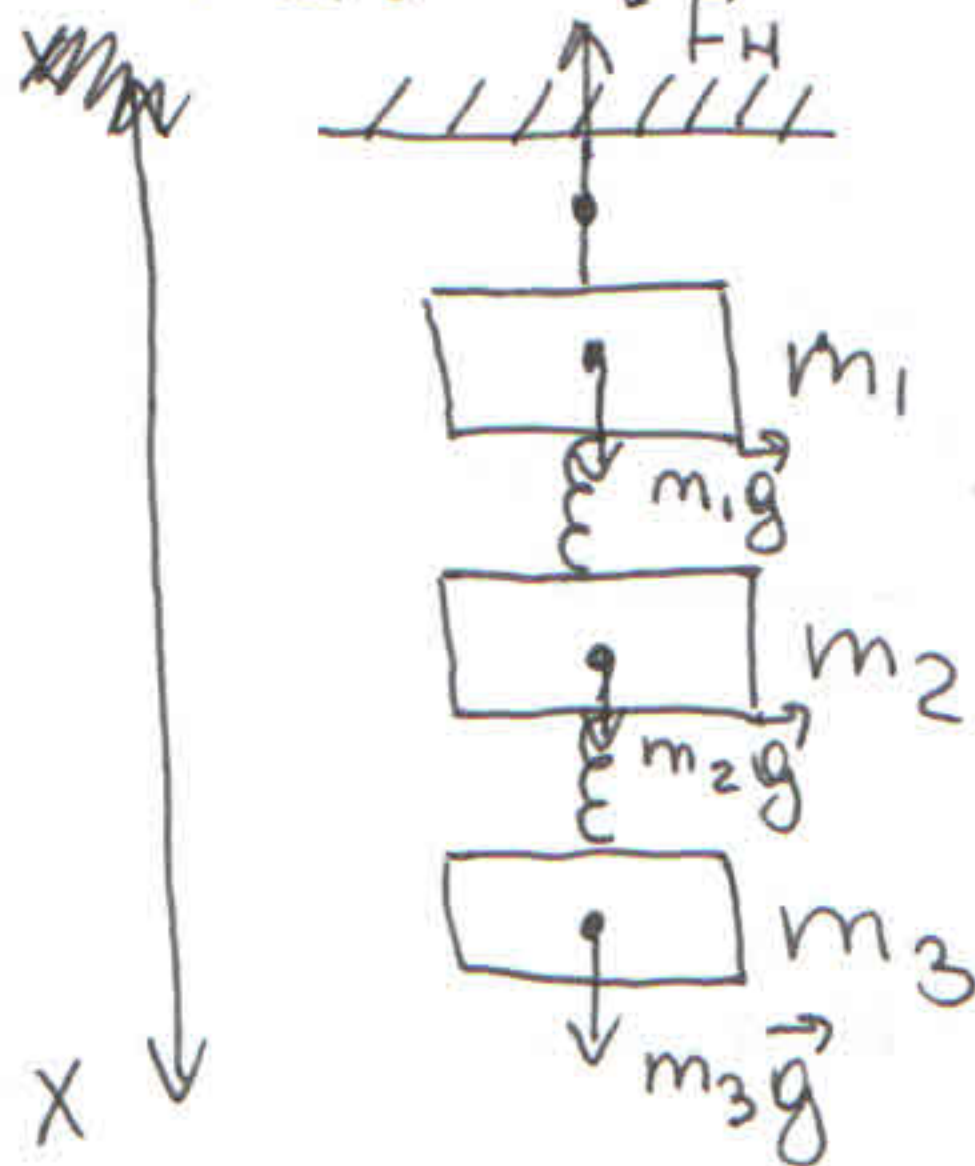
$$m_3 = 2 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_H = ?$$

$$a_1 = ?$$

Решение:



$\vec{g} \downarrow$

$$\vec{F}_H = m_1 \vec{g}$$

$$F_H = 5 \cdot 10 = 50 \text{ Н}$$

После пережатия нити ускорение будет направлено вниз и равно:

$$a_1 = \frac{F_H}{m_1}$$

$$a_1 = \frac{50}{5} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $a_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$