

+1

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123425

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Кузьмин Ярослав Константинович

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Ижевск, № 100, "Ломоносовский

лицей"

Регистрационный номер

ШМ-90-24

Вариант задания

5

Дата проведения

" 23 "

марта

20 17г.

Подпись участника

Кузьмин



88 восемьдесят восемь

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
8	8	10	10	10	10	10	10	12	—	88

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

123425

Вариант № 5

N1

Дано:  
 $m = 2 \text{ кг}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $E = 225 \text{ Дж}$   
 $t_n = ?$

Решение:



Пусть  $V$  — начальная скорость тела.

$y = V \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2$  — уравнение координаты  $y$  тела.

$$E = \frac{mV^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

Тело упадёт на землю, если его координата  $y$  станет равна нулю.

$$V \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2 = 0$$

$$t(V \sin \alpha - \frac{gt}{2}) = 0$$

$$t = 0$$

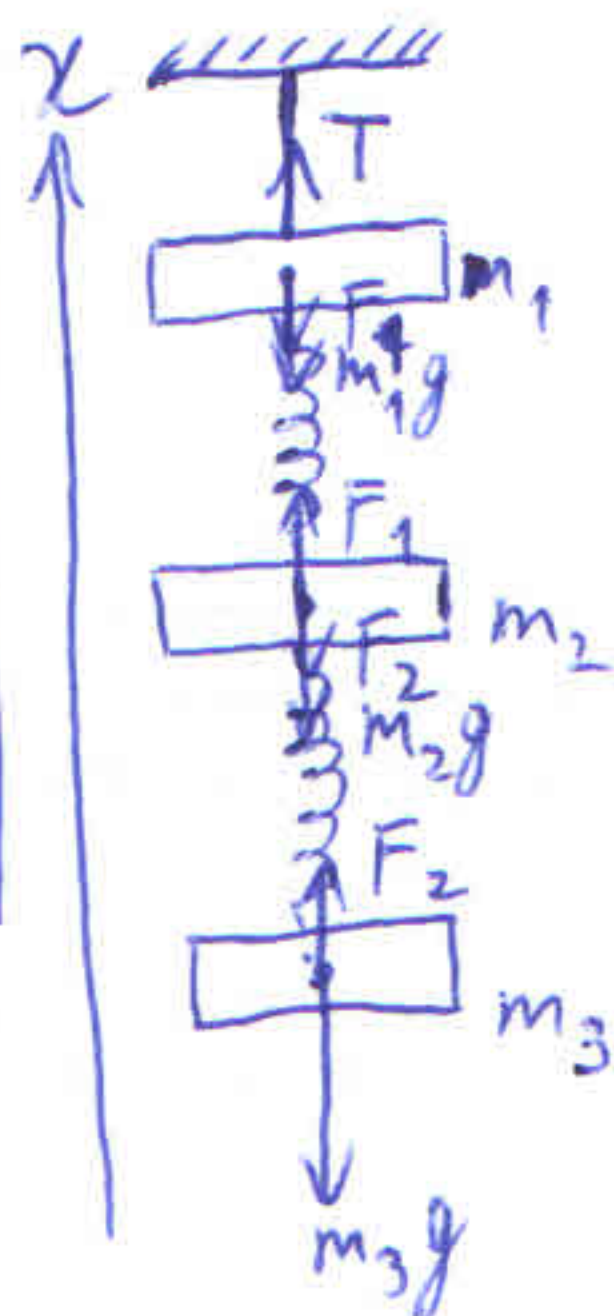
$$t = \frac{2V \sin \alpha}{g} = \frac{2\sqrt{2E} \sin \alpha}{g\sqrt{m}}$$

$$t = \frac{2 \cdot \sqrt{2 \cdot 225 \text{ Дж}} \cdot \frac{1}{2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \sqrt{2 \text{ кг}}} = 1,5 \text{ с} \quad +$$

Ответ: тело упадёт на землю через 1,5 с.



Дано:  
 $m_1 = 5 \text{ кг}$   
 $m_2 = 1 \text{ кг}$   
 $m_3 = 2 \text{ кг}$   
 Найти:  
 $T; a$



I Тяны  $F_1$  и  $F_2$  - силы равновесия прыжков 1 и 2.

3 прыжок:

2 прыжок:

1 прыжок:

$$F_2 - m_3 g = 0$$

$$F_1 = m_2 g + F_2$$

$$T = m_1 g + F_1$$

$$F_2 = m_3 g$$

$$F_1 = m_2 g + m_3 g$$

$$T = m_1 g + m_2 g + m_3 g$$

$$T = g(m_1 + m_2 + m_3) = 80 \text{ Н}$$

II Тяны перемещениях массы на прыжок 1 перемещаются действующая сила  $T$ , ко отнимаемая силы  $m_1 g$  и  $F$ .

$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = m_1 g + F_1 = m_1 g + m_2 g + m_3 g$$

$$m = m_1$$

$$a = \frac{g(m_1 + m_2 + m_3)}{m_1} = \frac{80 \text{ Н}}{5 \text{ кг}} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad +$$

$$\text{Ответ: } T = 80 \text{ Н}; a = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}. \quad +$$

N3

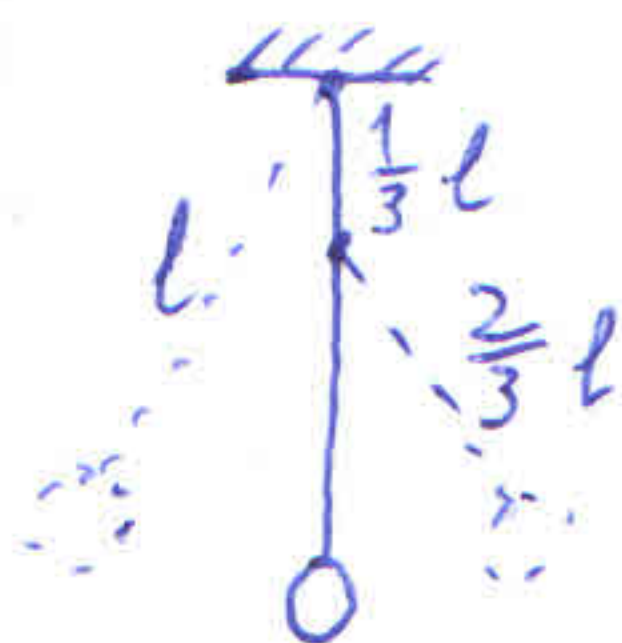
Дано:

$l$

$l_1 = \frac{1}{3} l$

Найти:

$T$



Тяны в момент времени  $t=0$  маятник находится в состоянии равновесия и движется влево. Тогда до следующего момента прохождения состояния равновесия маятник будет иметь длину  $\frac{2}{3} l$ . Тяны  $T_1$  - период колебаний маятника с длиной  $\frac{2}{3} l$ . Тогда  $t_1 - t = \frac{1}{2} T_1$ .

После момента времени  $t_1$  маятник будет двигаться вправо, длина нити равна  $l$ . Маятник будет двигаться с той же скоростью до времени  $T$  то есть до конца периода. Тяны  $T_2$  - период колебаний маятника с длиной  $l$ . Тогда

$$T - t_1 = \frac{1}{2} T_2.$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{3g}}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$



$$T = \frac{1}{2} T_2 + t_1$$

$$t_1 = \frac{1}{2} T_1 + t$$

$$\pi \cdot k \cdot t = 0, \text{ so } t_1 = \frac{1}{2} T_1$$

$$T = \frac{1}{2} T_2 + \frac{1}{2} T_1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} + \pi \sqrt{\frac{2l}{3g}} = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \sqrt{\frac{2}{3}}\right)$$

$$\text{Answer: } T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \sqrt{\frac{2}{3}}\right) \quad +$$

N4

Given:

$$V_1 = V$$

$$V_2 = 2V$$

C

Find:

$$\Delta t$$



Пусть  $m$  - масса шарика.

$p_1 = mV_1$  - импульс 1 шарика до столкновения

$p_2 = mV_2$  - импульс 2 шарика до столкновения

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

$$p = p_2 - p_1 = 2mV - mV = mV - \text{импульс шариков после столкновения}$$

$$V' = \frac{p}{2m} = \frac{mV}{2m} = \frac{1}{2} V - \text{скорость шариков после столкновения.}$$

$$E_1 = \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV^2}{2} - \text{энергия 1 шарика до столкновения}$$

$$E_2 = \frac{mV_2^2}{2} = 2mV^2 - \text{энергия 2 шарика до столкновения.}$$

$$E = \frac{2mV'^2}{2} = \frac{2mV^2}{4 \cdot 2} = \frac{1}{4} mV^2 - \text{энергия шариков после столкновения}$$

$$Q = E_1 + E_2 - E \quad (\text{наша энергия после удара перешла в тепловую энергию}).$$

$$Q = \frac{mV^2}{2} + 2mV^2 - \frac{1}{4} mV^2 = \frac{9}{4} mV^2$$

$$Q = C \cdot 2m \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{2mC} = \frac{\frac{9}{4} mV^2}{4 \cdot 2mC} = \frac{9V^2}{8C}$$

$$\text{Answer: } \Delta t = \frac{9V^2}{8C} \quad +$$



N5

Дано:

$$V = 40 \text{ dm}^3 = 0,04 \text{ m}^3$$

$$m_1 = 0,036 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,028 \text{ кг}$$

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


---

Найти:

$$V_2$$

водной пар	$N_2$
$V_1$	$V_2$

Так как  $T = 100^\circ \text{C}$ , то давление внутри сосуда  $p = 10^5 \text{ Па}$   
 так как слева от перегородки находится насыщенный водной пар.

$pV = \frac{m}{\mu} RT$  — уравнение Менделеева

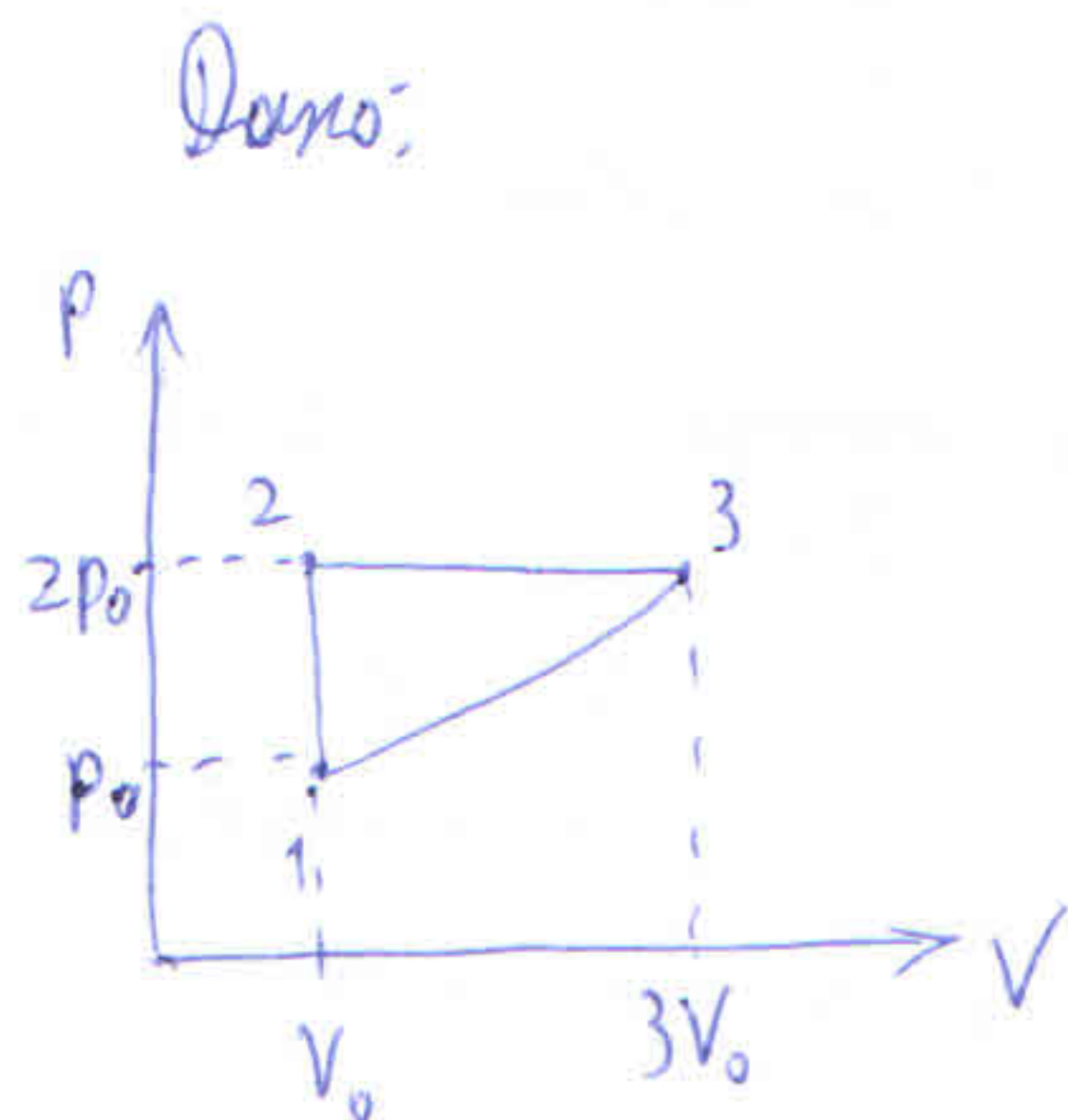
$$\mu(N_2) = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; T = 373 \text{ К}$$

$$V_2 = \frac{m_2 RT}{\mu p}$$

$$V_2 = \frac{0,028 \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 373 \text{ К}}{28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 10^5 \text{ Па}} = 0,03 \text{ м}^3 = 30 \text{ dm}^3$$

Ответ:  $V_2 = 30 \text{ dm}^3$

N6



Найти:

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}}$$

I процесс 1-2

Поскольку во время протекания процесса объем не меняется,  $\Delta = 0$ .

По 1 закону термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_1$$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1 \text{ (газ одноатомный)}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ — уравнение Клапейрона}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{2p_0 V_0}{p_0 V_0} = 2$$

$$T_2 = 2T_1$$

$$\Delta T_1 = T_2 - T_1 = 2T_1 - T_1 = T_1$$

$$\Delta U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 = Q_{12}$$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр

123425

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 5

II процесс 2-3

$$Q_{23} = \Delta U_2 + A \text{ — 1 закон термодинамики}$$

$$\cancel{A = 2p_0 \cdot 2V_0}$$

$$A = 2p_0 \Delta V = 2p_0(3V_0 - V) = 4p_0V_0$$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{2p_0 \cdot 3V_0}{2p_0 \cdot V_0} = 3$$

$$T_3 = 3T_2$$

$$\Delta T_2 = 2T_2 = 4T_1$$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \nu R 4T_1$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R 4T_1 + 4p_0V_0 = 6\nu R T_1 + 4p_0V_0$$

$$pV = \nu RT \text{ — уравнение Менделеева}$$

$$p_0V_0 = \nu RT_1$$

$$Q_{23} = 6\nu R T_1 + 4\nu R T_1 = 10\nu R T_1$$

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T_1}{10\nu R T_1} = \frac{3}{20}$$

$$\text{Ответ: } \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3}{20}$$

+



N 7

Дано:  
R  
φ  
R<sub>1</sub> = 2R  
Найти:  
E

Потенциал электрического поля внутри шара равен потенциалу на его поверхности.

$$\varphi = \frac{kq}{R} - \text{потенциал на поверхности шара.}$$

$$q = \frac{\varphi R}{k} - \text{заряд шара.}$$

$$E = \frac{kq}{R_1^2} = \frac{k \varphi R}{4 R^2 k} = \frac{\varphi}{4R}$$

Ответ:  $E = \frac{\varphi}{4R}$  +

N 8

Дано:  
F = 0,4 м  
d = 0,5 м  
Найти:  
f

\* D<sub>0</sub> =  $\frac{1}{F} = 2,5$  групп - оптическая сила линзы  
Потому что свет от источника S проходит через линзу, отражается от зеркала и снова проходит через линзу, то оптическая сила системы

$$D = 2D_0 = 5 \text{ групп.}$$

Формула тонкой линзы:

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

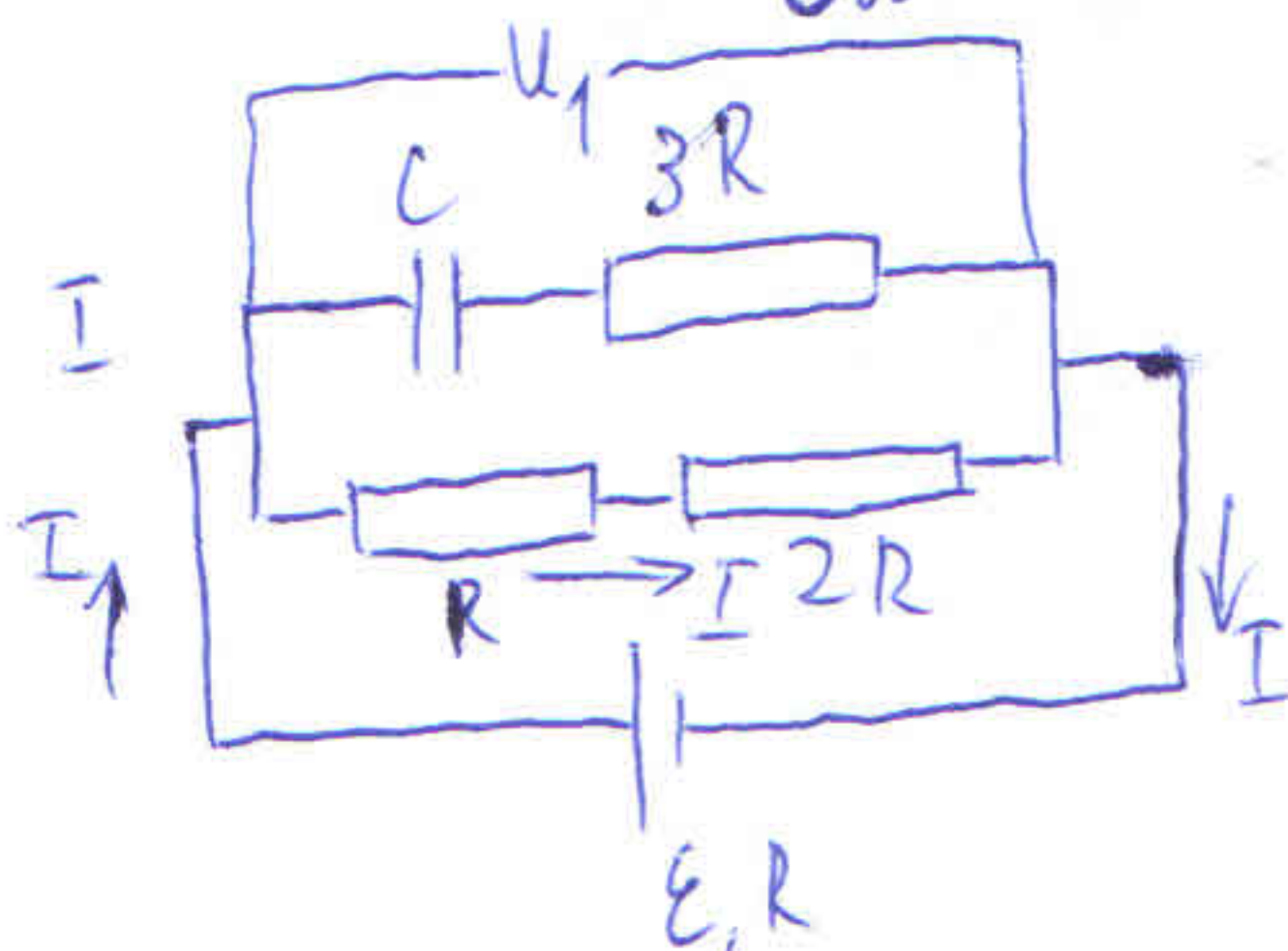
$$\frac{1}{f} = D - \frac{1}{d} = \frac{2D - 1}{d}$$

$$f = \frac{d}{2D - 1} = \frac{0,5 \text{ м}}{0,5 \text{ м} \cdot 5 \text{ групп} - 1} \approx 0,33 \text{ м} = 33 \text{ см}$$

Ответ:  $f = 33 \text{ см.}$  +

N 9

Дано:  
U<sub>1</sub> = 12 В  
Найти:  
U<sub>2</sub>



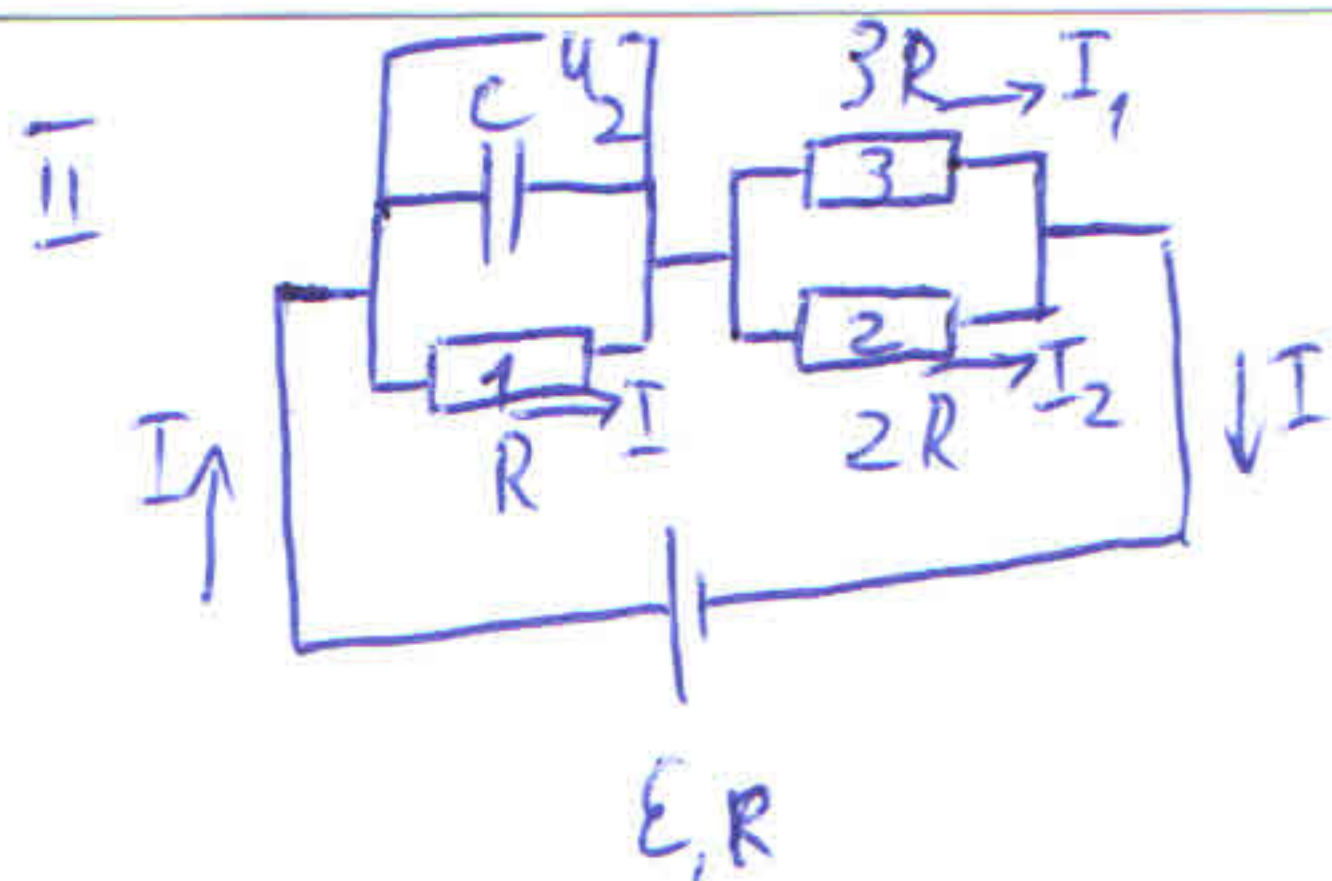
Эквивалентная схема цепи с размыкнутым ключом.

$$R_1 = R + 2R = 3R - \text{сопротивление цепи.}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R} = \frac{E}{4R} - \text{сила тока в цепи.}$$

$$U_1 = I_1 R_1 = \frac{E}{4R} \cdot 3R = \frac{3}{4} E$$





Эквивалентная схема  
цепи с замкнутым  
контуром.

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6}{5} R$$

$$R_0 = R + R_{23} = \frac{11}{5} R - \text{Сопоставляем цепи}$$

$$I = \frac{E}{R_0 + R} = \frac{E}{\frac{16}{5} R} = \frac{5E}{16R}$$

$$U_2 = IR = \frac{5}{16} E$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{5}{16} E}{\frac{3}{4} E} = \frac{5 \cdot 4}{16 \cdot 3} = \frac{5}{12}$$

$$U_2 = \frac{5}{12} U_1 = 5 \text{ В} \quad 4$$

Ответ:  $U_2 = 5 \text{ В}$