

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123406

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету

Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Карташев Евгений Дмитриевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

г. Курганская, Краснодарский

край, МАОУ СОШ № 1

Регистрационный номер

ШМ 9124

Вариант задания

6

Дата проведения

“23” марта 2017г.

Подпись участника

Карташев

79 (сделано досветом)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

| | | | | | | | | | | |
|---|---|------|----|------|----|----|----|-----|-----|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | 1 | 0.25 | 1 | 0.75 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | |
| 8 | 8 | 3 | 10 | 8 | 10 | 10 | 10 | 6 | 6 | |

Шифр

123406

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 6

Задача № 5.

Решение:

Дано: Cu .

$$V = 20 \text{ dm}^3 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$m_1 = 18 \text{ г} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

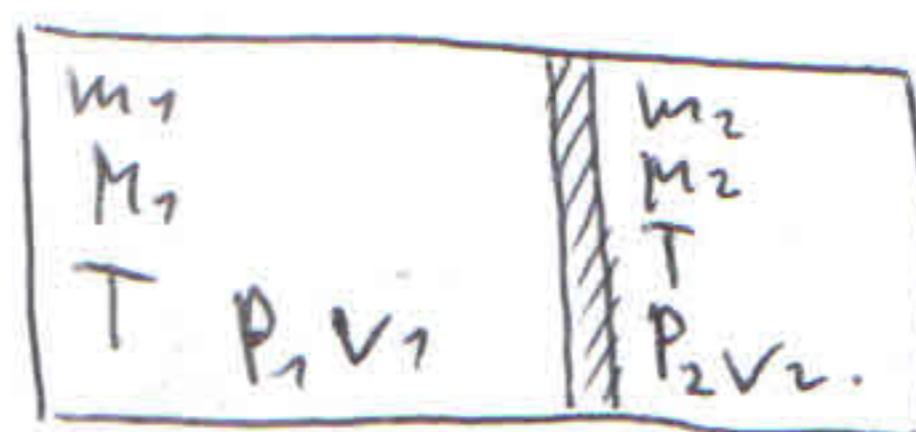
$$M_1 = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$m_2 = 14 \text{ г} = 14 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$M_2 = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$t = 100^\circ \text{C}; T = 373 \text{ K}$$

$$V_2 = ?$$



1) По уравнению Менделеева-Клапейрона для левой и правой частей сосуда.

$$P_1 V_1 = \nu_1 R T$$

$$P_2 V_2 = \nu_2 R T$$

Т.к. поршень находится в состоянии покоя $P_1 = P_2 = P$

$$2) P_1 = \frac{\nu_1 R T}{V_1}$$

$$P_2 = \frac{\nu_2 R T}{V_2}$$

\Rightarrow

$$\frac{\nu_1 R T}{V_1} = \frac{\nu_2 R T}{V_2}$$

$$\frac{\nu_1}{V_1} = \frac{\nu_2}{V_2} \Rightarrow V_1 \nu_2 = V_2 \nu_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$$

$$3) \nu = \frac{m}{M}; \text{ Тогда } \frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{m_1}{M_1}}{\frac{m_2}{M_2}} = \frac{m_1 M_2}{m_2 M_1} = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{14 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 2$$

$$\text{Т.е. } V_1 = 2V_2$$

$$4) V = V_1 + V_2 = 2V_2 + V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V}{3} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{3} = 6.66 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\text{Ответ: } V_2 = 6.66 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Задача ~ 1.

Дано:

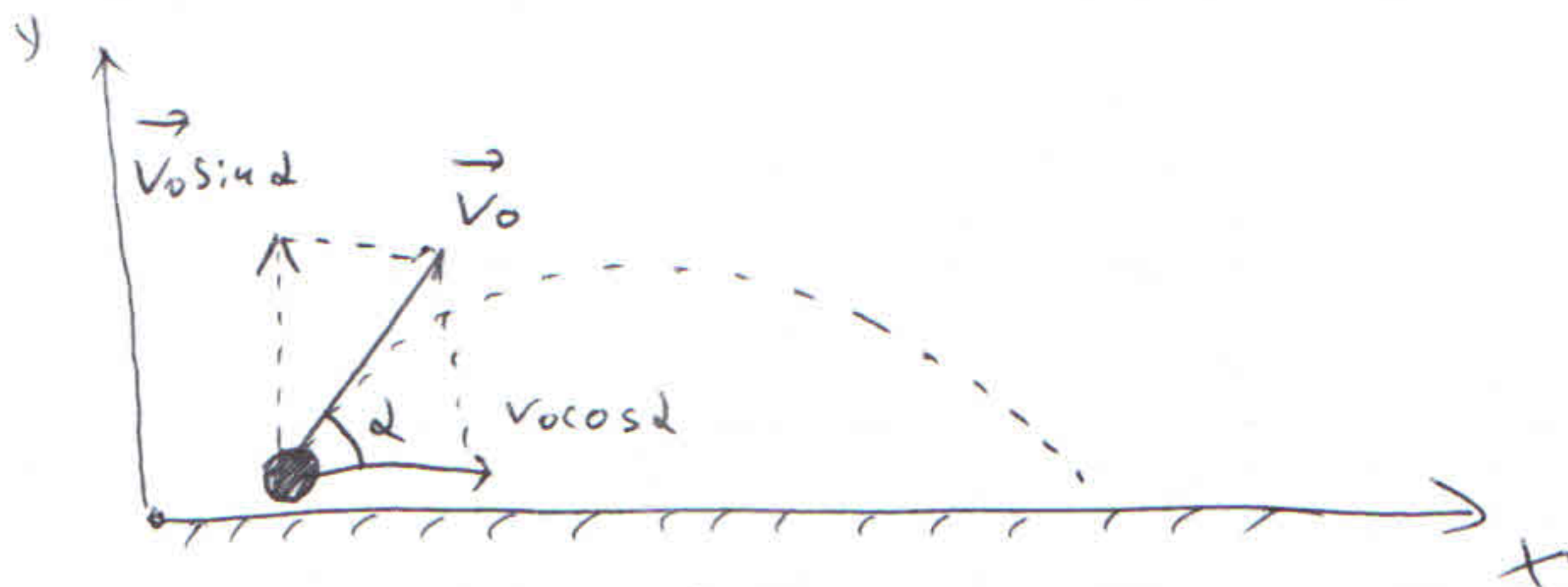
$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$E = 144 \text{ Дж}$$

$t = ?$

Решение:



1) Запишем уравнение движения точки (тела) с ускорением в проекции на ось (y), т.к. из за отсутствия сил, действующих по горизонтали, тело движется по горизонтали равномерно, а по вертикали с ускорением.

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

О(х): $y = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$; Т.к. в начале и в конце движения тело принимает нулевую координату по оси (y), то

$$0 = 0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t(v_0 \sin \alpha - \frac{gt}{2}) = 0$$

$t = 0 \rightarrow$ начало движения

$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \rightarrow$ конец движения.

$$\text{Т.к. } \sin \alpha = \sin 30 = \frac{1}{2}; \text{ То } t = \frac{v_0}{g}.$$

$$2) E = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

$$3) t = \frac{\sqrt{\frac{2E}{m}}}{g} = \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot 144}{2}}}{10} = 1.2(\text{с})$$

Ответ: $t = 1.2(\text{с})$

Задача №2.

Дано:

Решение:

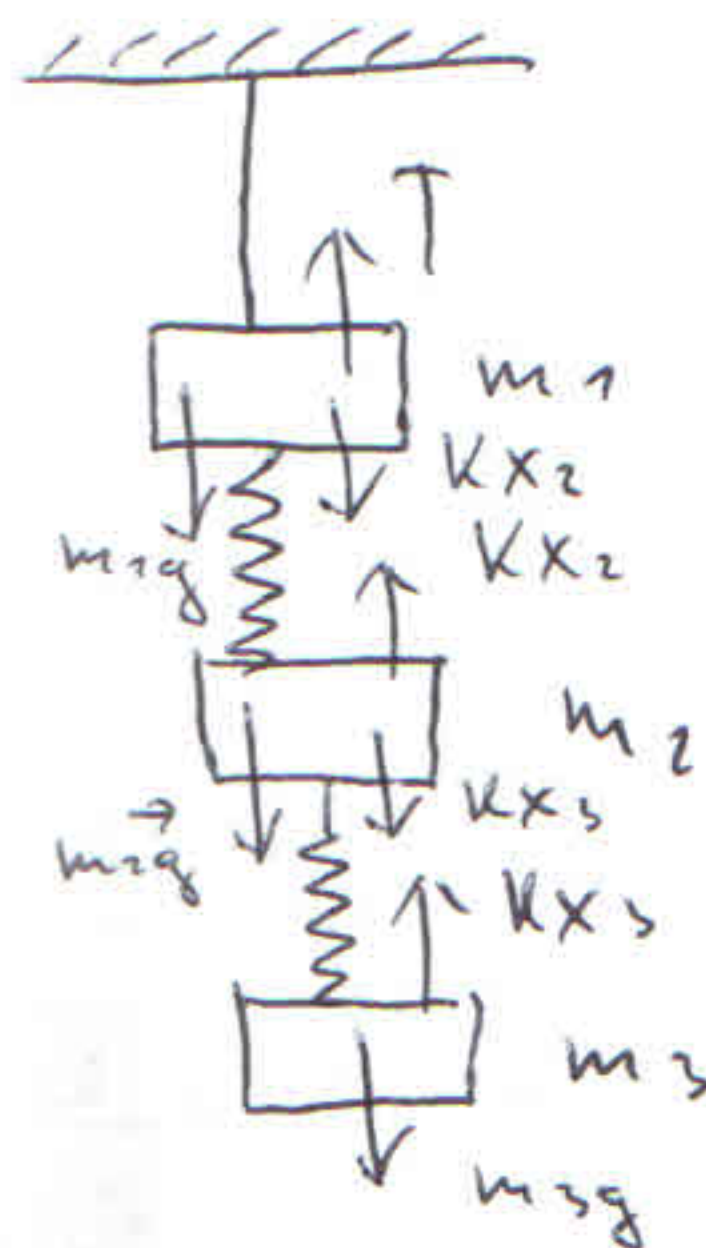
$$m_1 = 4 \text{ м}$$

$$m_2 = 3 \text{ м}$$

$$m_3 = 1 \text{ м.}$$

$T = ?$

$a_1 = ?$



1) Рассмотрим по первому закону Ньютона силы, действующие на пружины.

3й закон: $m_3 g = k x_3$. (1)

2й закон: $m_2 g + k x_3 = k x_2$. (2)

1й закон: $T = m_1 g + k x_2$. (3).

$$T = m_1 g + m_2 g + k x_3$$

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

2) После перемещения нити брусок не начнет двигаться с ускорением вниз. под действием сил тяжести и силы T нити, которые в сумме дают силу, равную силе натяжения в состоянии покоя.

Тогда, по II закону Ньютона:

$$a_1 = \frac{F_z}{m_1}; \text{ где } F_z = T; a_1 = \frac{T}{m_1} = \frac{80}{4} = 20 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

Ответ: $T = 80 \text{ Н}$

$$a_1 = 20 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

Задача 4.

Дано:

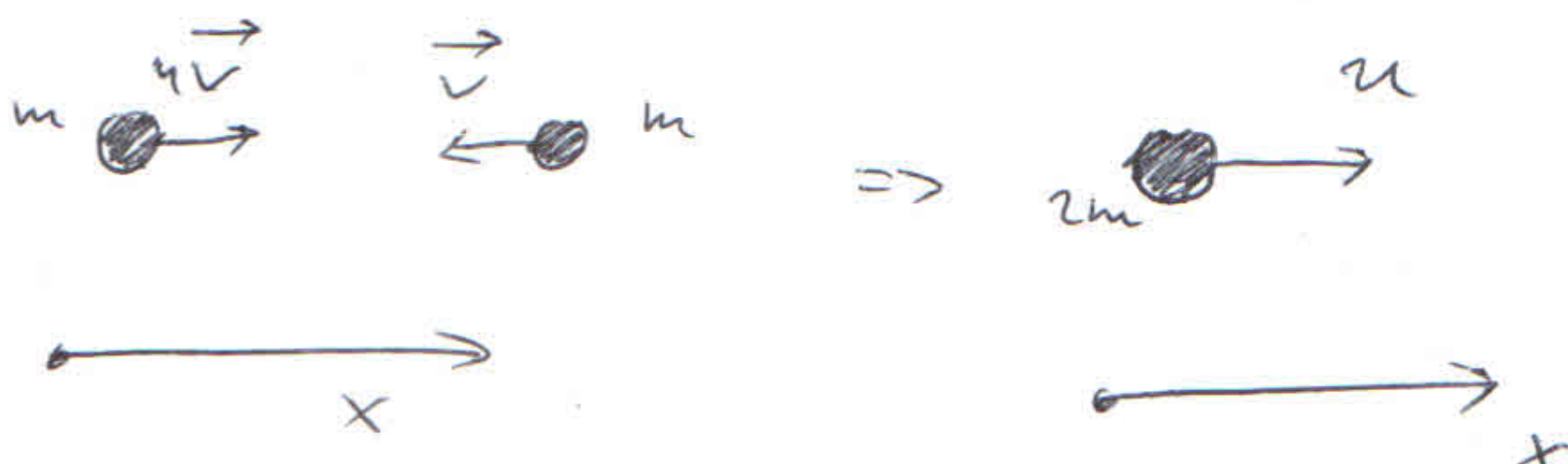
V

$4V$

C

$\Delta T = ?$

Решение:



1) Закон сохранения импульса.

$$4mV - mV = 2mU \quad +$$

$$4V - V = 2U$$

$$3V = 2U \Rightarrow U = \frac{3}{2}V \quad +$$

2) $Q = C 2m \Delta T \quad +$

3) Закон сохранения энергии:

$$\frac{mV^2}{2} + \frac{m(4V)^2}{2} = Q + \frac{2mU^2}{2} \quad +$$

$$\frac{mV^2}{2} + \frac{16mV^2}{2} = C \cdot 2m \Delta T + \frac{2mU^2}{2} \quad \left| \times \frac{2}{m} \right.$$

$$V^2 + 16V^2 = 4C \Delta T + 2U^2$$

$$17V^2 = 4C \Delta T + 2 \cdot \frac{9}{4}V^2 \quad \left| \times 4 \right.$$

$$68V^2 = 16C \Delta T + 18V^2$$

$$50V^2 = 16C \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{50V^2}{16C} = \frac{25V^2}{8C}$$

$+ \quad \text{Ответ: } \Delta T = \frac{25V^2}{8C}$

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

123406

Шифр

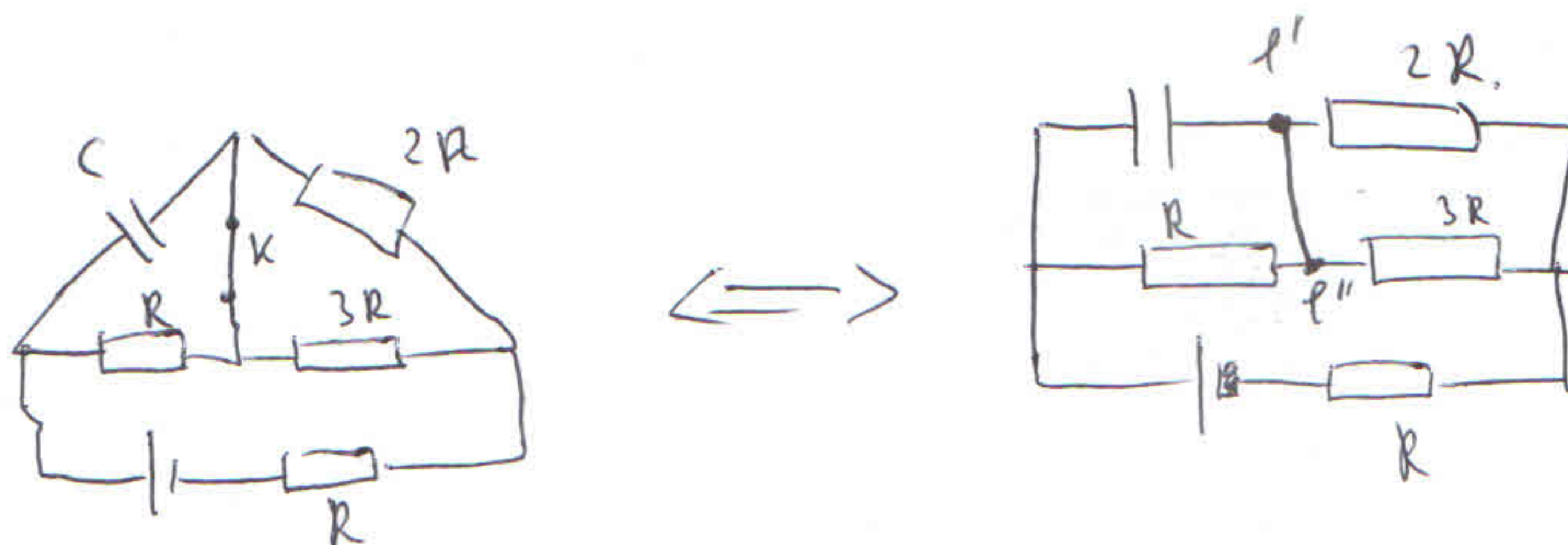
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

406

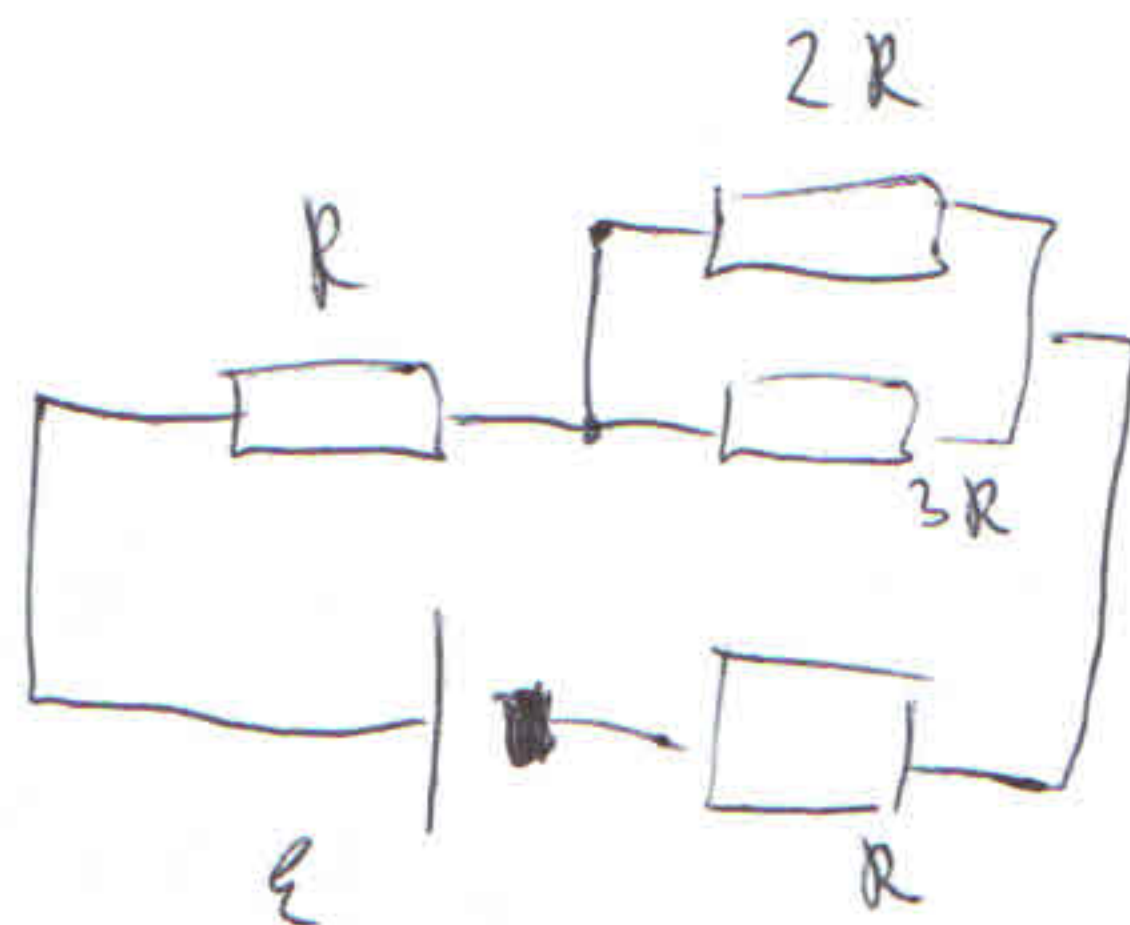
Вариант № 6

Продолжение задачи из.

4) ~~Реша~~ II случай (кнопка замкнута)



В этом случае ток через конденсатор не идет. Т.е.



$$R_0 = \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = \frac{6R}{5}$$

$$R_{\text{общ}} = 2R + \frac{6R}{5} = \frac{16R}{5}$$

$$E = I \cdot \frac{16R}{5} \Rightarrow I = \frac{5E}{16R}$$

5) В уст. режиме $l' = l'' \Rightarrow$ напряжение на (R) равно напряжению на конденсаторе (параллельное соединение)

$$U_R = U_C = I \cdot R = \frac{5E}{16R} \cdot R = \frac{5E}{16} = \frac{75}{16} \text{ (В)}$$

Ответ: $U_C \approx 4.7 \text{ (В)}$

Задача ~ 10.

Дано:

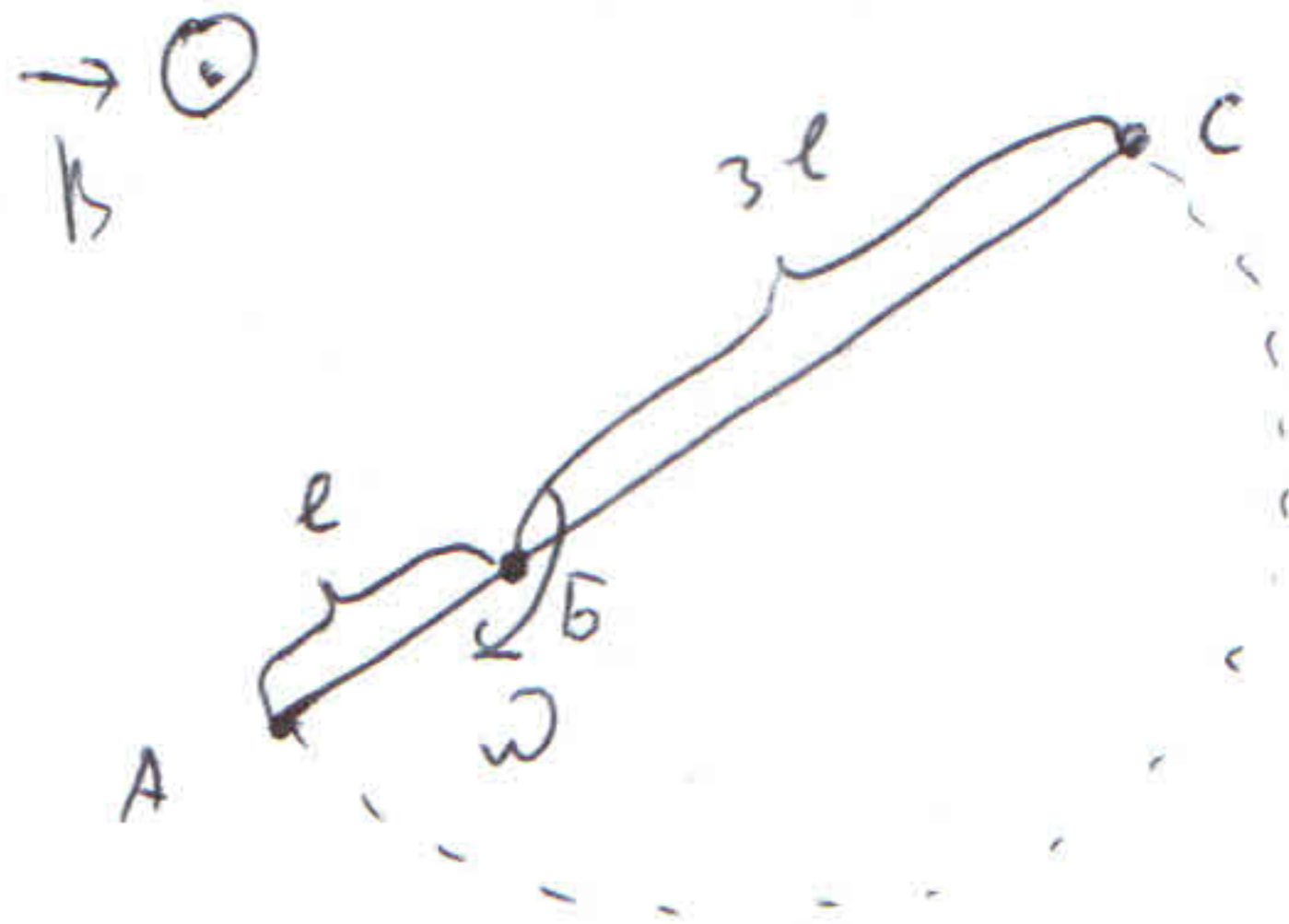
$3l$

l

ω

B

$I_C - I_A = ?$



1) Рассмотрим вращение части (A-B)

Т.к. точка B - неподвижна, то $I_B = 0$

$$E_{AB} = B v l \sin \alpha ; \alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1.$$

~~$$\omega = \frac{v}{R} \Rightarrow v = \omega R ; v = \omega l$$~~

$$v = \omega R \Rightarrow v = \omega l.$$

$$E_{AB} = B \omega l^2 = I_A - I_B$$

2) Рассмотрим вращение части (B-C)

Т.к. точка B - неподвижна, то $I_B = 0$.

$$E_{BC} = B \cdot v' \cdot 3l ; v' = \omega \cdot 3l.$$

$$E_{BC} = B \cdot \omega 3l \cdot 3l = B \omega 9l^2 = I_C - I_B.$$

$$3) I_C - I_A = I_C - I_B + I_B - I_A = 9 B \omega l^2 - B \omega l^2 = 8 B \omega l^2$$

Ответ: $I_A - I_C = 18 B \omega$

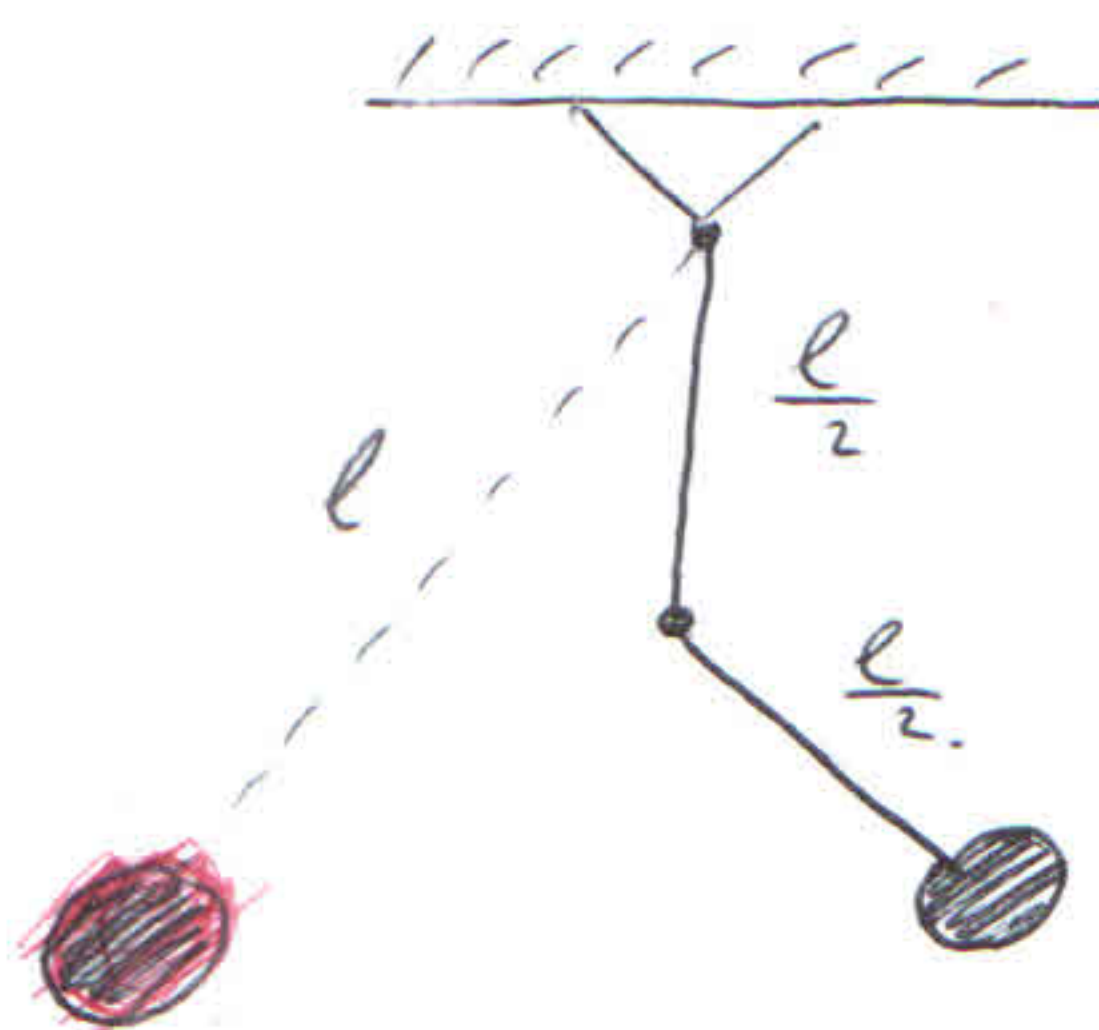
Задача №3.

Дано:

l

g

$T_2?$



1) Первым колебаниям маятника с длиной нити l равен $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

2) После того, как забили гвоздь $\frac{l}{2}$, нить от точки подвеса перестает колебаться, а колеблется только нижняя часть нити $\frac{l}{2}$ нити. Ее период равен.

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

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

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

123406

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

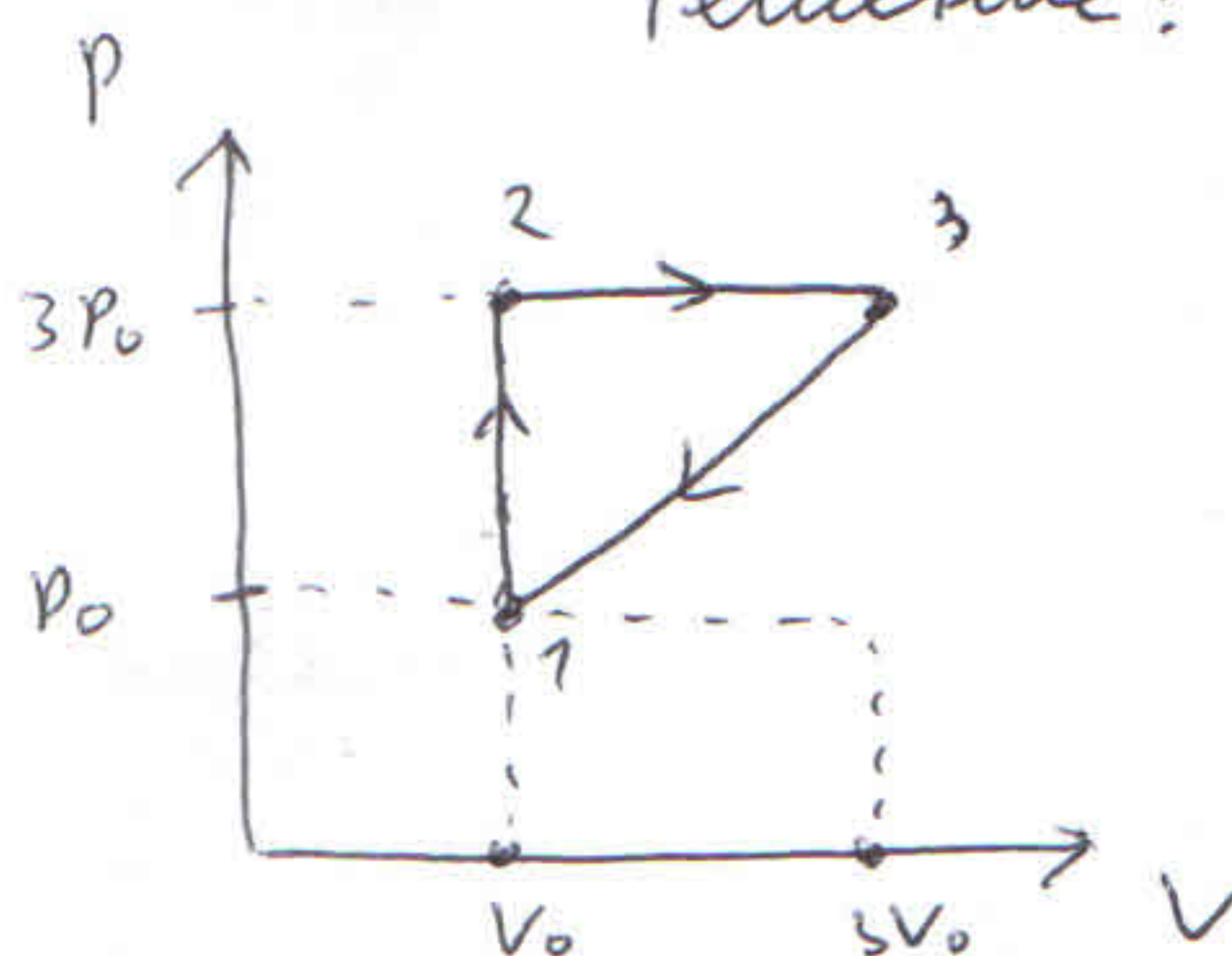
Вариант № 6

Задача №6.

Дано:
 $j=3$

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

Решение:



$$1) Q_{12} = \Delta U_1 + A_{12}$$

$$Q_{23} = \Delta U_2 + A_{23} \rightarrow \text{первые начала термодинамики для (1-2) и (2-3)}$$

$$2) A_{12} = 0, \text{ т.к. процесс изохорный и } \Delta V = 0.$$

$$3) \Delta U_1 = \frac{3}{2} \mathcal{O} R \Delta T_1$$

$$\Delta U_2 = \frac{3}{2} \mathcal{O} R \Delta T_2.$$

$$A_{23} = (3V_0 - V_0)(3P_0) = 6P_0V_0.$$

$$4) \text{ Уравнение Менделеева-Клапейрона для точки (1)} \\ P_0V_0 = \mathcal{O} R T_0.$$

$$5) \text{ т.к. (3-1) - процесс } P \propto V \Rightarrow T_3 = \kappa^2 T_0 = 9T_0 \\ (1-2) - \text{ процесс } V = \text{const} \Rightarrow T_2 = \kappa T_0 = 3T_0.$$

$$(\text{где } \kappa = \frac{3P_0}{P_0} = \frac{3V_0}{V_0} = 3)$$

$$6) \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \mathcal{O} R (3T_0 - T_0)}{\frac{3}{2} \mathcal{O} R (9T_0 - 3T_0) + 6P_0V_0} = \frac{\frac{3}{2} \mathcal{O} R \cdot 2T_0}{\frac{3 \mathcal{O} R \cdot 6T_0}{2} + 6 \mathcal{O} R T_0}$$

$$\frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3T_0}{9T_0 + 6T_0} = \frac{3T_0}{15T_0} = \frac{1}{5} \quad \text{Ответ: } \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{1}{5}.$$

Задача ~ 7.

Дано:

Решение:

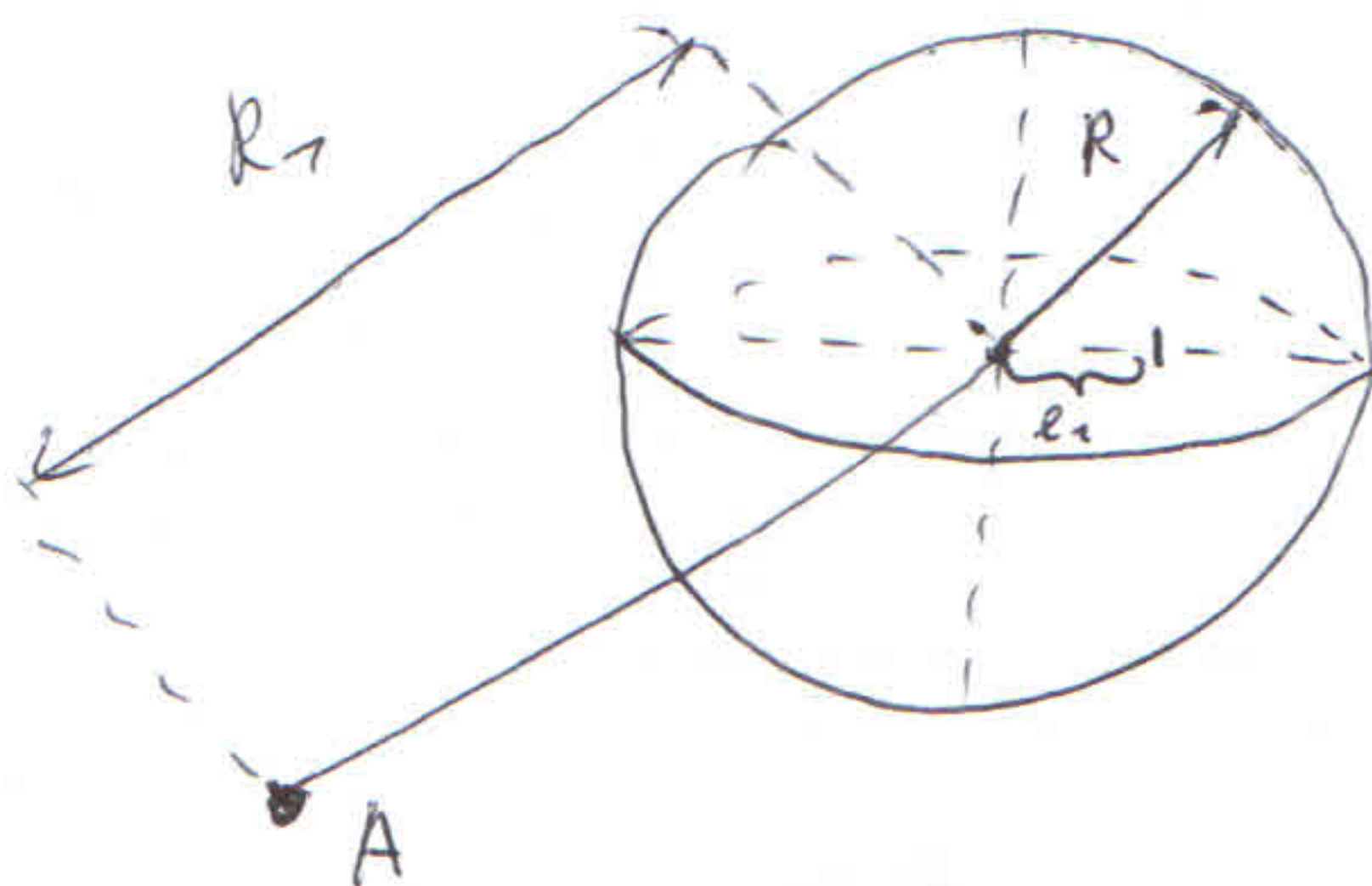
$$R$$

$$l_1 = \frac{R}{3}$$

φ

$$R_1 = 3R$$

$E = ?$



1) Так как внутри сферы потенциал в любой точке равен потенциалу на поверхности сферы

$$\text{То: } \varphi = \frac{kq}{R} \Rightarrow kq = \varphi R$$



2) Найдем напряженность в точке A.

$$E = \frac{kq}{R_1^2} = \frac{\varphi R}{9R^2} = \frac{\varphi}{9R}$$

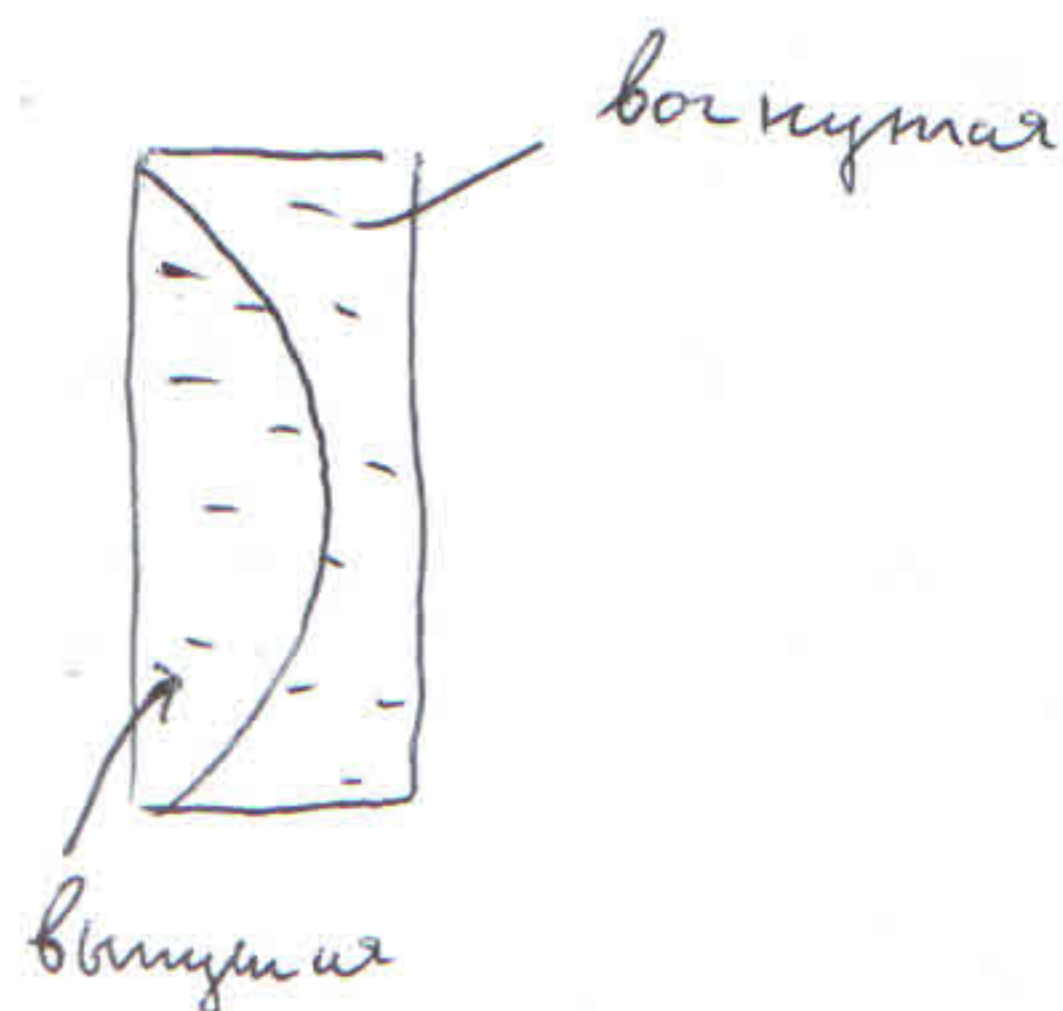
$$\text{Ответ: } E = \frac{\varphi}{9R}$$

Задача ~ 8.

Дано:

$$D_1 = 3 \text{ гн/м}$$

$E_2 = ?$



1) Запишем формулу линзы для выпуклой линзы.

$$D_1 = \left(\frac{n_2}{n_{\text{ср}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right); \text{ пусть } \frac{n_2}{n_{\text{ср}}} = \varepsilon$$

Т.к. вторая поверхность вогнутой линзы - плоская $\Rightarrow R_2 = \infty$

$$D_1 = (\varepsilon - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{\infty} \right) = (\varepsilon - 1) \left(\frac{1}{R_1} \right); \text{ через } \frac{1}{R} - \text{ ставим полупериоды, т.к. линза с}$$

2) Zusammenfassung: Linse gilt brennender Linse.

$$D_2 = \frac{1}{F_2} = (\xi - 1) \left(-\frac{1}{R_3} + \frac{1}{\infty} \right) \quad ; \text{ T.K. } R_4 \text{ analog zu } R_2 = \infty. \text{ u. da } D_2 > 0, \text{ ist sie brennend.}$$

$$D_2 = -(\xi - 1) \left(\frac{1}{R_3} \right)$$

3) По условию задано $R_1 = R_3 = R$.

$$D_1 = \frac{(\xi - 1)}{R} \Rightarrow R = \frac{(\xi - 1)}{D_1}$$

$$D_2 = -\frac{(\xi - 1)}{R}$$

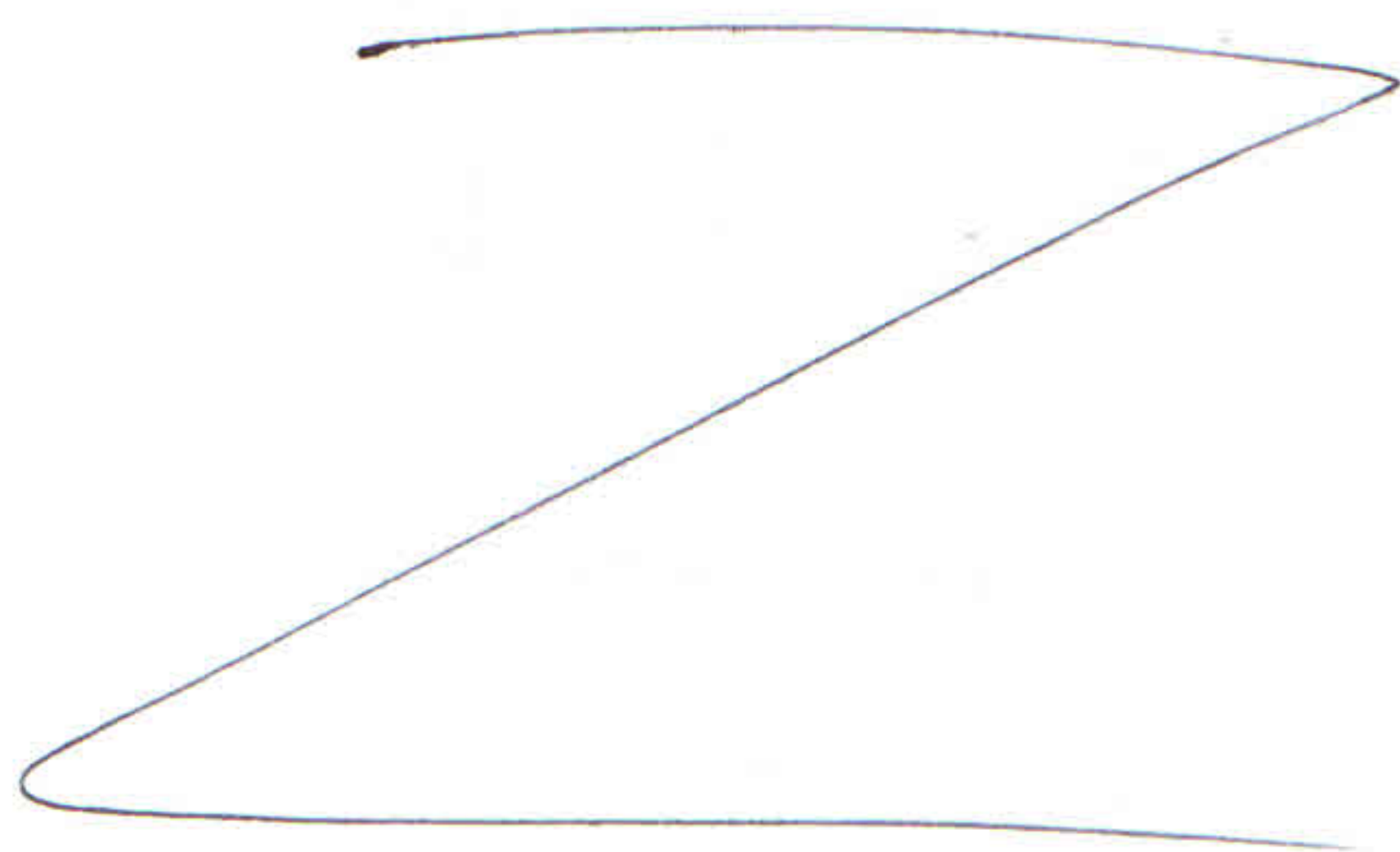
Тогда $D_2 = \frac{1}{F_2} = -\frac{(\xi - 1)}{(\xi - 1)} D_1$

$$\frac{1}{F_2} = -D_1 \Rightarrow \boxed{F_2 = -\frac{1}{D_1}}$$

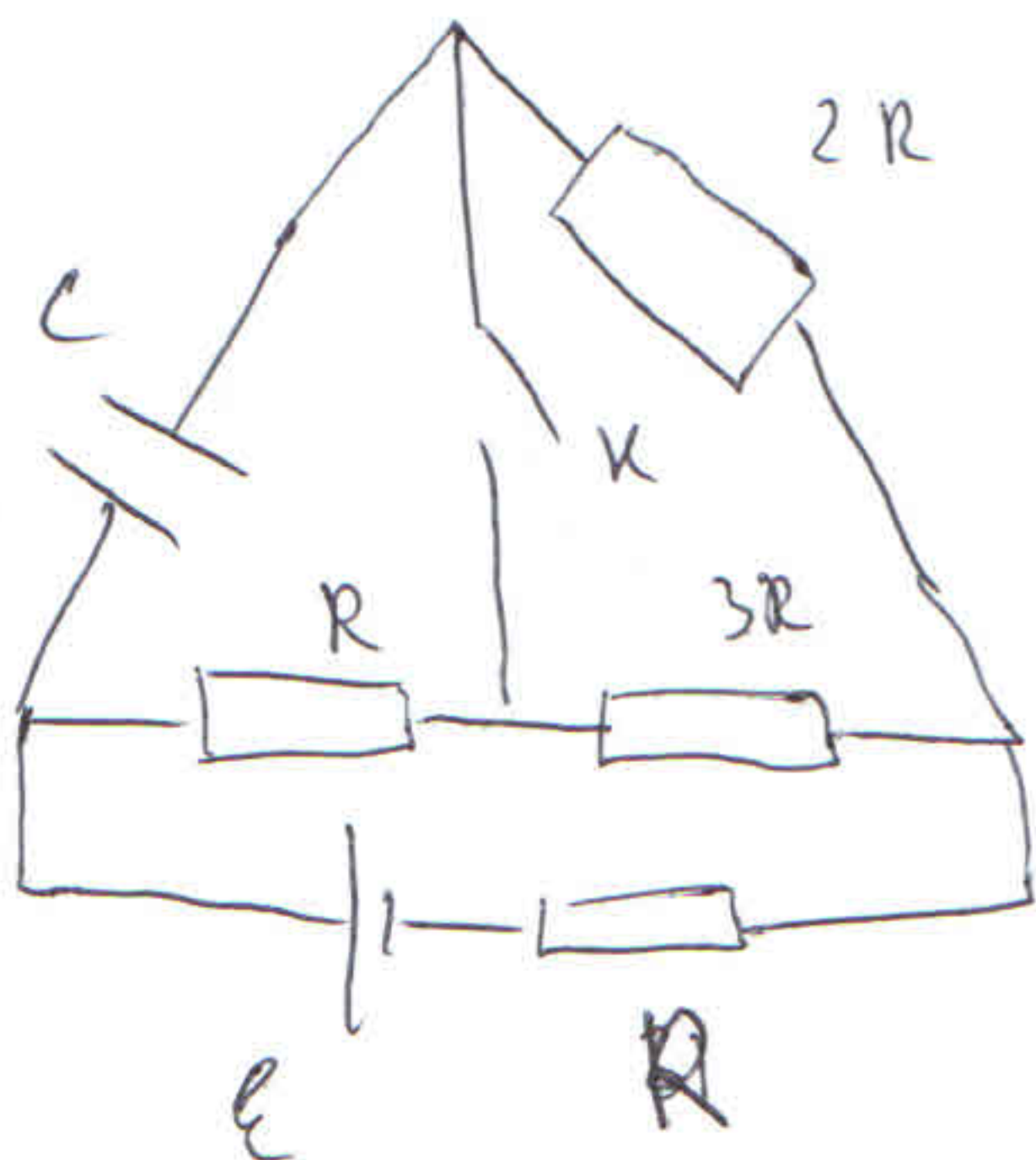
Значит линза собирающая, что линза рассеивающая.

$$\text{Ответ: } F_2 = \frac{1}{D_1} = \frac{1}{3} \approx 33 \text{ (см)}$$

$$F_2 \approx 33 \text{ (см)} = 0.33 \text{ (м)}$$



Задача 19.



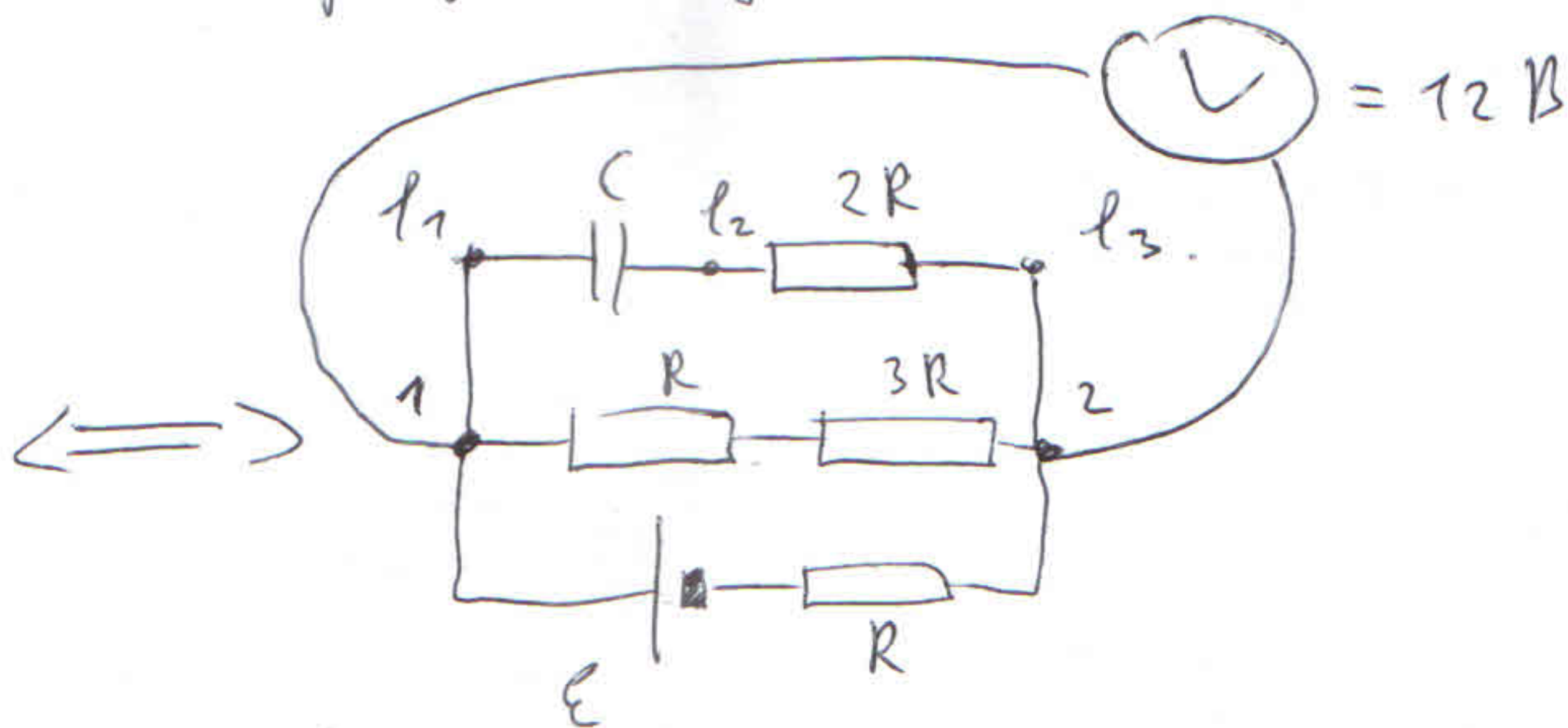
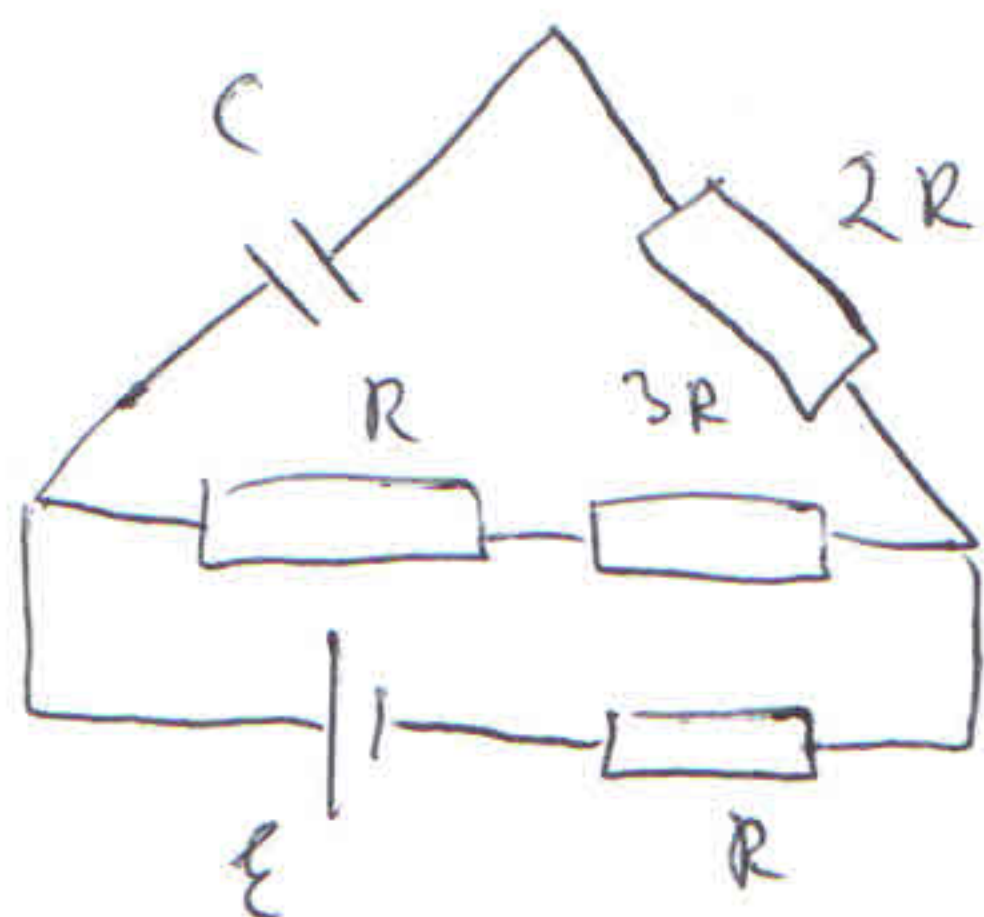
Дано:

$$U_1 = 12 \text{ В.}$$

$$U_2 = ?$$



1) I найти, если разгрузить.

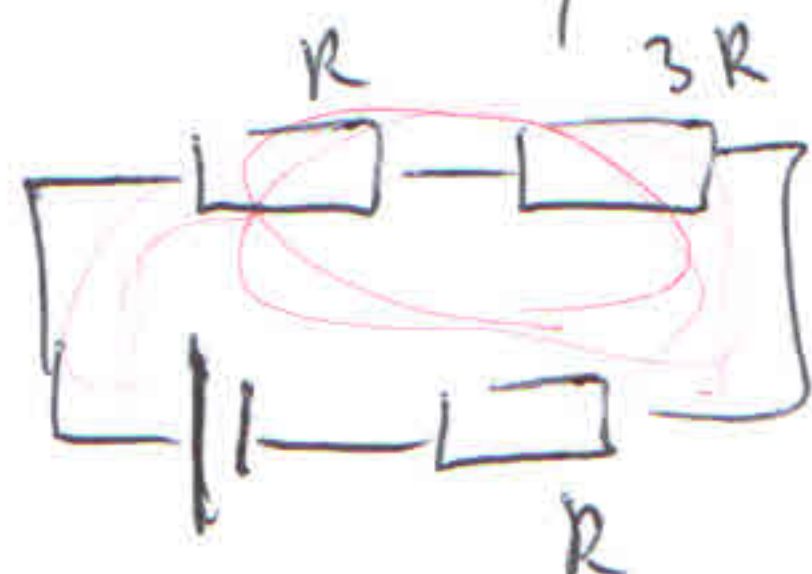


Т.к. при разгрузке ток через конденсатор не течет, а следовательно ток не течет через $(2R) \Rightarrow I_2 = I_3$.

Это говорит о том, что показание вольтметра = 12 В

(следствие параллельности)

2) Рассмотрим цепь, по которой идет ток.



$$E = 5R \cdot I \Rightarrow I = \frac{E}{5R}$$

Также заметим, что на участке (1-2) напряжение = 12 В и элементы соединены параллельно \Rightarrow

$$\Rightarrow I = \frac{U}{4R}$$

$$3) I = \frac{E}{5R} = \frac{U}{4R} \Rightarrow E = \frac{5 \cdot U}{4} = \frac{12 \cdot 5}{4} = 15 \text{ В}$$