

+ Сергеев

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

123408

Шифр

(заполняется ответственным  
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика  
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Арешин Ганислаз Олегович

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Апатиты, МБОУ СОШ №15

Регистрационный номер ЦМ 9108

Вариант задания 6

Дата проведения " 23 " марта 20 17 г.

Подпись участника Арешин.



05 (шестьдесят шест)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

123408

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0	
8	8	10	5	5	10	3	10	10	0	

Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

408

Σ 05

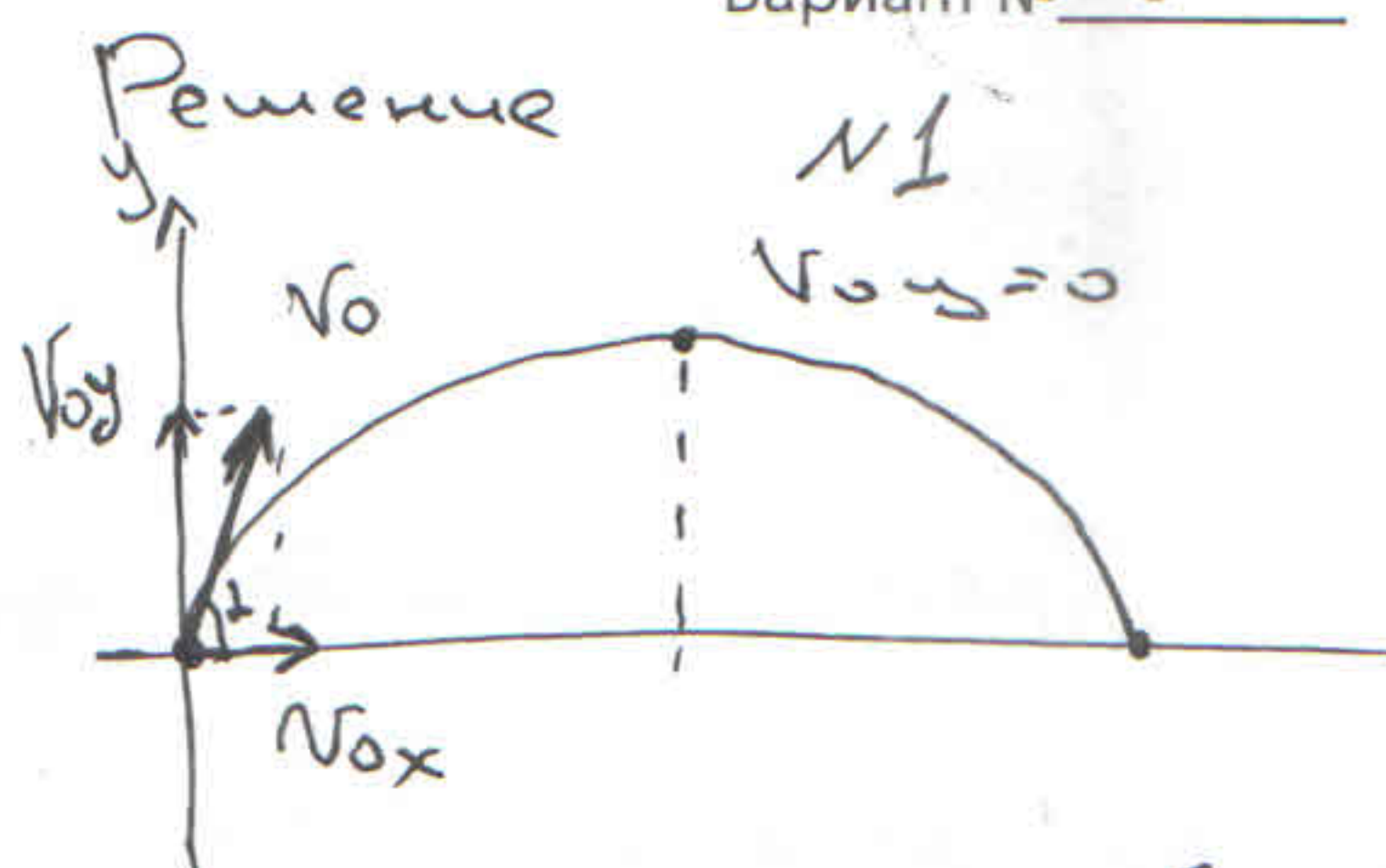
↑ высота = ?

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$E_k = 144 \text{ Дж}$$

Вариант № 6



1) Тело движется по вертикальной оси со скоростью  $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$ . В момент, когда тело достигло максимальной высоты  $h$ , проекция скорости на ось  $y$  равна 0  $\Rightarrow$  все кинетическая энергия, связанная с этой осью переходит в потенциальную, т.е. из закона сохранения энергии:

$$E_{ky} = E_{ph}; \quad \frac{mv_{0y}^2}{2} = mgh; \quad \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = mgh$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = gh$$

Откуда мы можем найти максимальную  $h$ :

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

2) В момент броска тела его кинетическая энергия равна:  $E_k = \frac{mv_0^2}{2}$ , откуда  $v_0 = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$

Т.о.  $h = \frac{2E_k \sin^2 \alpha}{2mg} = \frac{E_k \sin^2 \alpha}{mg}$

3) Найти максимальную  $h$  по уравнению движения:

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

(или по скорости)



$$② h = \sqrt{\frac{2Ek}{m}} \cdot \sin \alpha + \frac{g t^2}{2}$$

Приравняем к нулю:

$$\frac{Ek \sin^2 \alpha}{mg} = \sqrt{\frac{2Ek}{m}} \sin \alpha + \frac{g t^2}{2}$$

Подставим численные значения и получим следующее уравнение относительно  $t$ :

$$\frac{144 \cdot \frac{1}{4}}{2 \cdot 10^4 \cdot \frac{10^4}{4}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^4}} \cdot \frac{1}{2} + \frac{10 \cdot \frac{1}{4} t^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$3,6 = 12t - 10t^2 \quad | \cdot 10$$

$$100t^2 - 120t + 36 = 0 \quad | : 4$$

$$25t^2 - 30t + 9 = 0$$

$$D = 15$$

$$D_1 = 225 - 225 = 0$$

$$t_1 = \frac{15}{25} = 0,6 \text{ c} - \text{Время пока груз не начал падать}$$

4) То время пока груз не начал падать равно времени нахождению от момента пуска  $\Rightarrow t_{\text{нахождения}} = 2t_1$

$$\text{Ответ: } 1,2 \text{ c}$$

$$t_{\text{нахождения}} = 1,2 \text{ c}$$

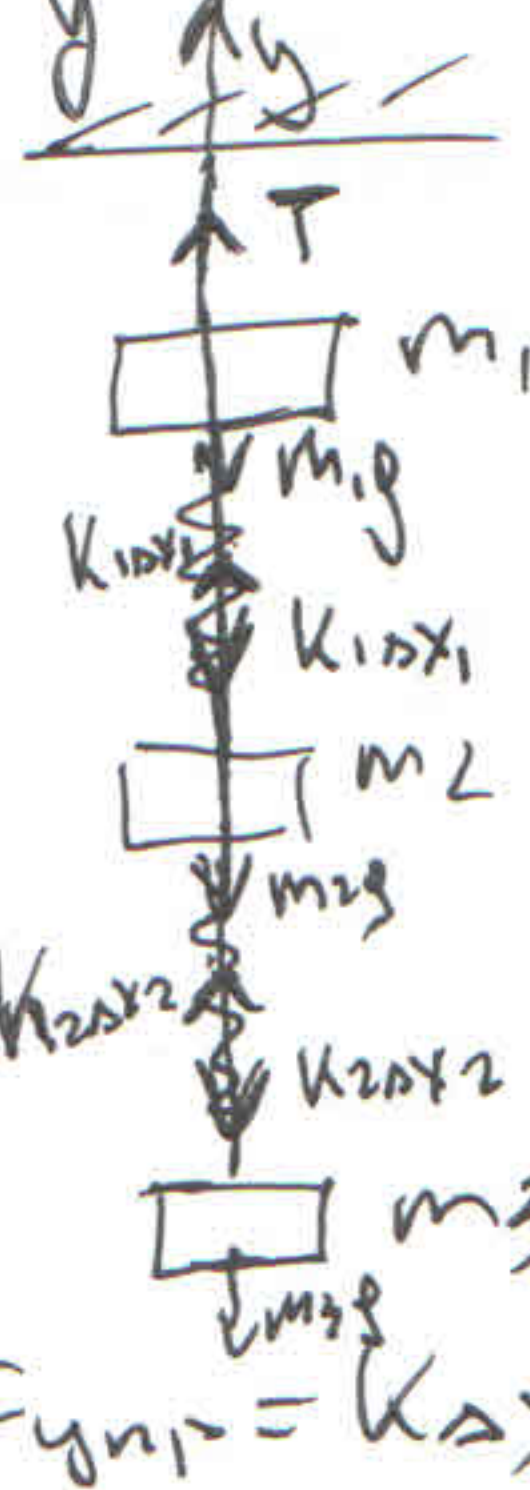
$$T = ? ; u = ?$$

$$m_1 = 4 \text{ кг}$$

$$m_2 = 3 \text{ кг}$$

$$m_3 = 1 \text{ кг}$$

Решение №2



$$F_{\text{упр}} = m_3 g$$

1) Система находится в состоянии покоя, значит  $\sum \vec{F} = 0$

Рассмотрим все массы, действуя на них принцип суперпозиции:

$$\text{на } m_1: T - m_1 g - K_1 \Delta x_1 = 0$$

$$T = m_1 g + K_1 \Delta x_1$$

$$\text{на } m_2: K_1 \Delta x_1 - m_2 g - K_2 \Delta x_2 = 0$$

$$K_1 \Delta x_1 = m_2 g + K_2 \Delta x_2$$

$$\text{на } m_3: K_2 \Delta x_2 - m_3 g = 0$$

$$K_2 \Delta x_2 = m_3 g$$

$$\text{Подставляем: } K_1 \Delta x_1 = m_2 g + m_3 g$$

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

$$T = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 8 \text{ кг} = 80 \text{ Н}$$

(все, что есть №3)



- 2) Груз перемещают, система приходит в равновесие с ускорением  $a$ , направленного вниз (3)  
 где  $m$  — масса груза.  
 По второму закону Ньютона:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Дана, требуется:

$$T = m \cdot a,$$

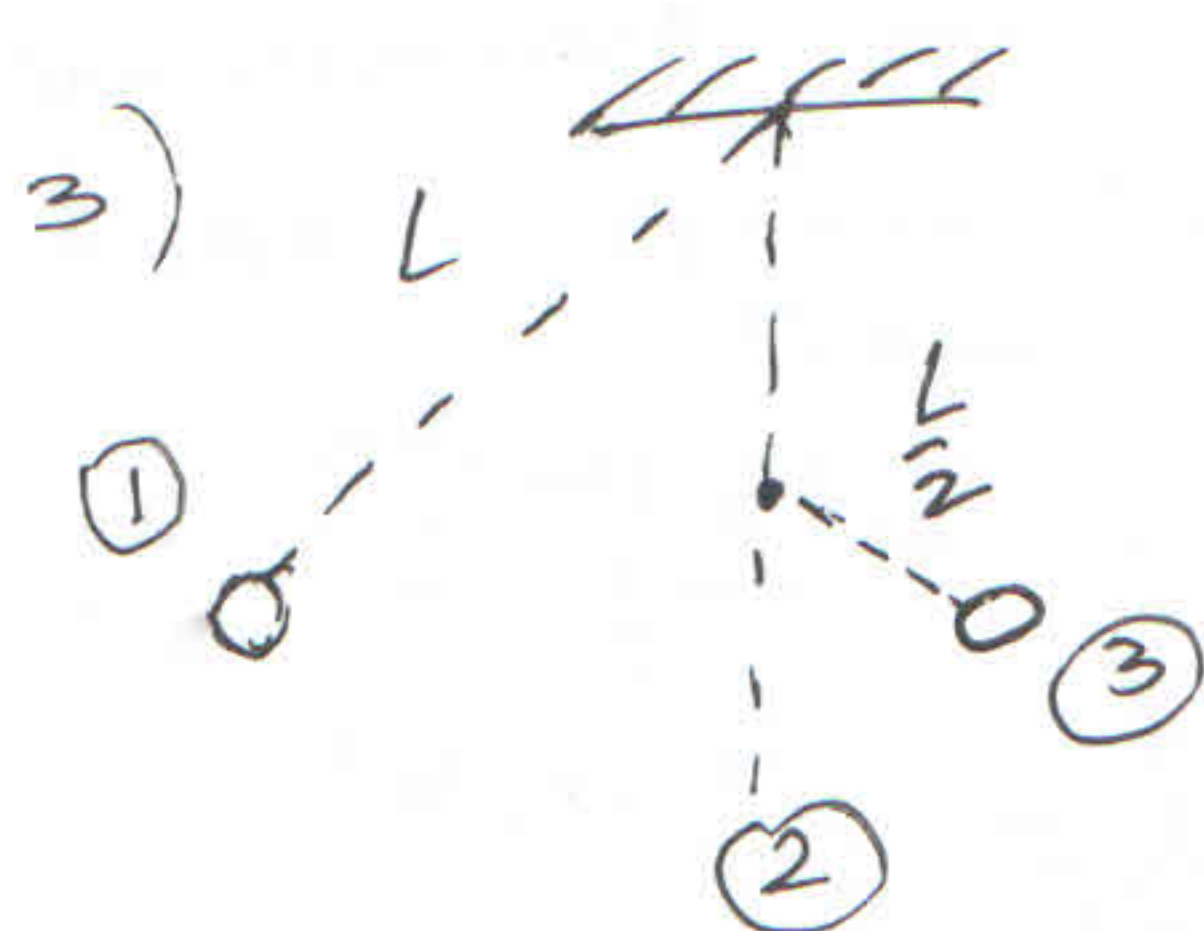
$$a = \frac{T}{m}, \quad a = \frac{80 \text{ Н}}{4 \text{ кг}} = \underline{20 \text{ м/с}^2}$$

Ответ: 80 Н; 20 м/с<sup>2</sup>

13 Решение

- 1) Без груза маятник колеблется с периодом:  
 $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

- 2) Если не груз маятник колеблется с периодом:  
 $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{2g}} = \frac{T_1}{\sqrt{2}}$



Рассмотрим 2 положения маятника из положений 1-2-3-2-1, т.е. полное колебание

1-2: маятник уходит в левую сторону, расширяется в первом действии (1) и проходит это расстояние за  $\frac{T_1}{4}$  с

2-3: маятник уходит в левую сторону, расширяется во втором действии (2) и проходит это расстояние за  $\frac{T_1}{4}$  с

3-2: аналогично, как для 2-3. Проходит за время  $\frac{T_1}{4}$  с

$$\frac{T_2}{4} = \frac{T_1}{4\sqrt{2}}$$

2-1: аналогично или для 1-2; проходит за время  $\frac{T_1}{4}$  с

$$\frac{T_1}{4} \text{ с}$$

4) Посчитаем  $T$ -период, т.е. время, за которое маятник совершает полное колебание.

$$T = \frac{2 \cdot T_1}{4} + \frac{2 \cdot T_2}{4} = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{T_1}{2} + \frac{T_1}{2\sqrt{2}} = \frac{T_1}{2} (1 + \frac{1}{\sqrt{2}})$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \cdot \frac{(1 + \frac{1}{\sqrt{2}})}{2}$$

(или аналогично)



2) 4)  $T = (1 + \sqrt{2}) \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$   $T = \frac{2 \cdot T_1}{4} + \frac{2 \cdot T_1}{4\sqrt{2}} =$   
 Ответ:  $(1 + \sqrt{2}) \pi \sqrt{\frac{L}{g}} = T_1 \frac{(1 + \sqrt{2})}{2\sqrt{2}}$

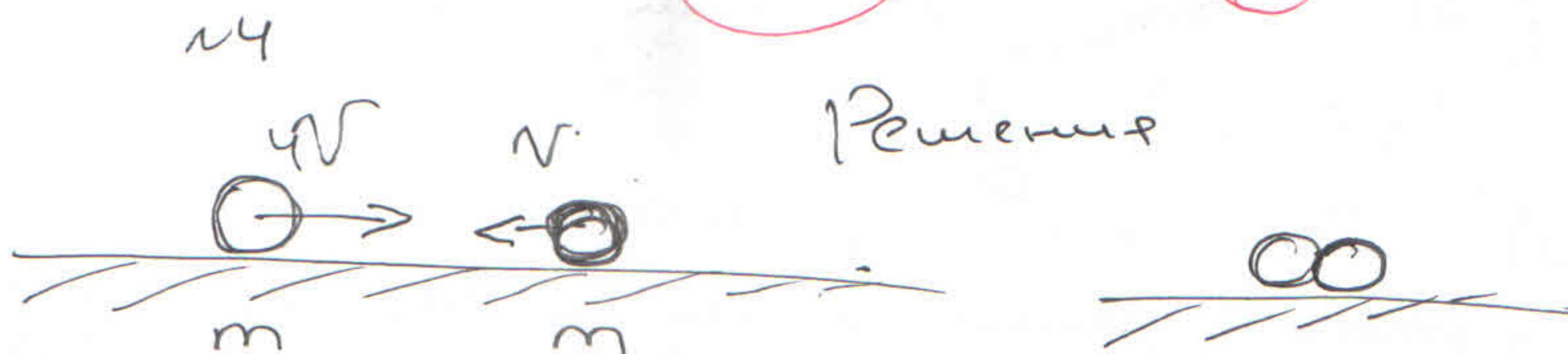
T.o.  $T = \frac{2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \cdot (1 + \sqrt{2})}{2\sqrt{2}} = (1 + \sqrt{2}) \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$T \approx 1,7 \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

Ответ:  $1,7 \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Delta t = ?$

$v; 4v; c$



1) Абсолютно неупругий центральный удар  $\Rightarrow$   
 Все энергия системы ушла на нагревание

Первый шар обладает кин. энергией Второй шар обладает кин. энергией

$E_{k1} = \frac{mv^2}{2}$

$E_{k2} = \frac{16mv^2}{2}$

$\Rightarrow Q = E_{k1} + E_{k2}, Q = \frac{17mv^2}{2}$

2)  $Q = C(m_1m_2) \Delta t$ , т.к. у нас две шара.

$2Cm \Delta t = \frac{17mv^2}{2}$

$\Delta t = \frac{17v^2}{4C}$

304!  $\Delta t = \frac{17v^2}{4C}$   
 Ответ:

$V_2 = 2$

$V = 20 \text{ гм}^3 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$

$m_{\text{H}} = 182$

$m_{\text{N}_2} = 142$

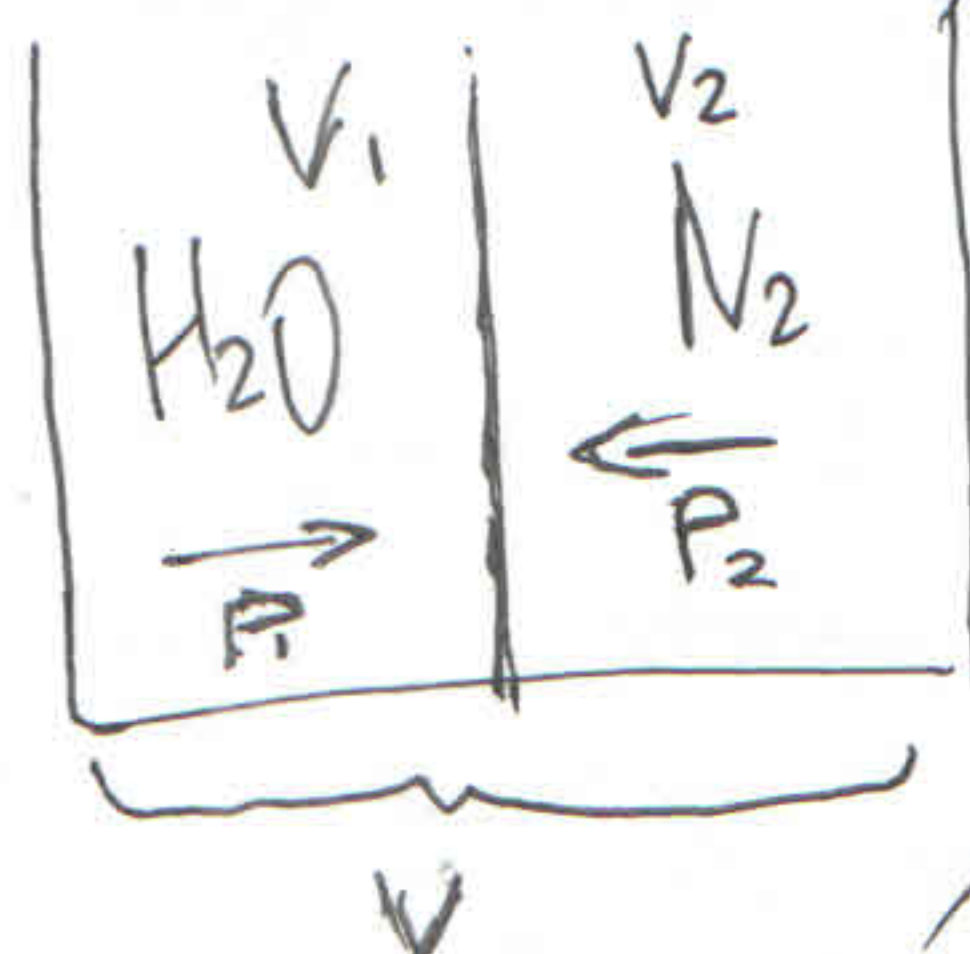
$t = 1000^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$

$M(\text{H}) = 1 \text{ г/моль}$

$M(\text{O}) = 16 \text{ г/моль}$

$M(\text{N}) = 14 \text{ г/моль}$

45



1)  $T = 1000^\circ \text{C} \Rightarrow$

$\text{H}_2\text{O} - 203 \text{ (мг)}$

Смесь в равновесии

T.e.

$P_1 = P_2$

$P_1 = P_2$

(см. шаг 45)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

123408

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 6

5

По уравнению КС (уравн.м.)  
Менделеев-Клапейрона:

$$PV = \nu RT \Rightarrow P_1 = \frac{\nu R T}{V_1}; P_2 = \frac{\nu R T}{V_2}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R T}{V_1} = \frac{\nu R T}{V_2}; \frac{\nu}{V_1} = \frac{\nu}{V_2}$$

$$\nu V_2 = \nu V_1 \Rightarrow \nu V_2 = \nu V - \nu V_2$$

$$V_1 = (V - V_2) \Rightarrow V_2 = \frac{\nu V}{\nu + \nu}$$

$$2) \nu = \frac{m}{M}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{\frac{m_{N_2}}{M(N_2)} \cdot V}{\frac{m_{H_2O}}{M(H_2O)} + \frac{m_{N_2}}{M(N_2)}}; V_2 = \frac{142}{\frac{182}{18^2/\text{моль}} + \frac{142}{28^2/\text{моль}}} = 0,02 \text{ м}^3$$

$$V_2 = \frac{0,5 \cdot 0,02}{1,5} = 0,0067 \text{ м}^3 \quad \text{Ответ: } 0,0067 \text{ м}^3$$

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

Решение

$$1) \Delta U = Q + A_{\text{изг}} = Q - A_2 \Rightarrow Q = \Delta U + A_2$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

изг. работа

$$A_2 = P \Delta V$$

$$2) \text{ Рассмотрим изохорный процесс } 1-2: V = \text{const}, P_1 = P_2, 2-3: P = \text{const}, V_1 = V_2, 3-1: T = \text{const}, P_1 V_1 = P_2 V_2$$



6

Дана процесс 1-2:

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{3P_0}{T_2} \Rightarrow T_2 P_0 = T_0 \cdot 3P_0$$

$$T_2 = 3T_0$$

$$\Delta T_{12} = T_2 - T_0 = 2T_0$$

$$\Rightarrow \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \text{OR} \cdot 2T_0 = 3 \text{OR} T_0$$

$$V = \text{const} \Rightarrow A_{12} = 0 \Rightarrow Q_{12} = 3 \text{OR} T_0$$

Дана процесс 2-3:

$$\frac{V_0}{T_2} = \frac{3V_0}{T_3} \Rightarrow T_3 V_0 = 3T_2 V_0$$

$$T_3 = 3T_2 = 9T_0$$

$$\Delta T_{23} = T_3 - T_2 = 9T_0 - 3T_0 = 6T_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \text{OR} \cdot 6T_0 = 9 \text{OR} T_0$$

$$A_{23} = 3P_0 \cdot 2V_0 = 6P_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q = 9 \text{OR} T_0 + 6P_0 V_0$$

$$3) \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3 \text{OR} T_0}{9 \text{OR} T_0 + 6P_0 V_0}$$

Найти  $T_0$  из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$P_0 V_0 = \text{OR} T_0$$

$$T_0 = \frac{P_0 V_0}{\text{OR}}$$

$$T.о. \frac{Q_{12}}{Q_{23}} = \frac{3P_0 V_0}{15P_0 V_0} = \frac{1}{5}$$

Ответ:  $\frac{1}{5}$

$$U_2 = ?$$

$$R, 2R, 3R$$

$$U_1 = 12V$$

$$R; 2R; 3R$$

Решение

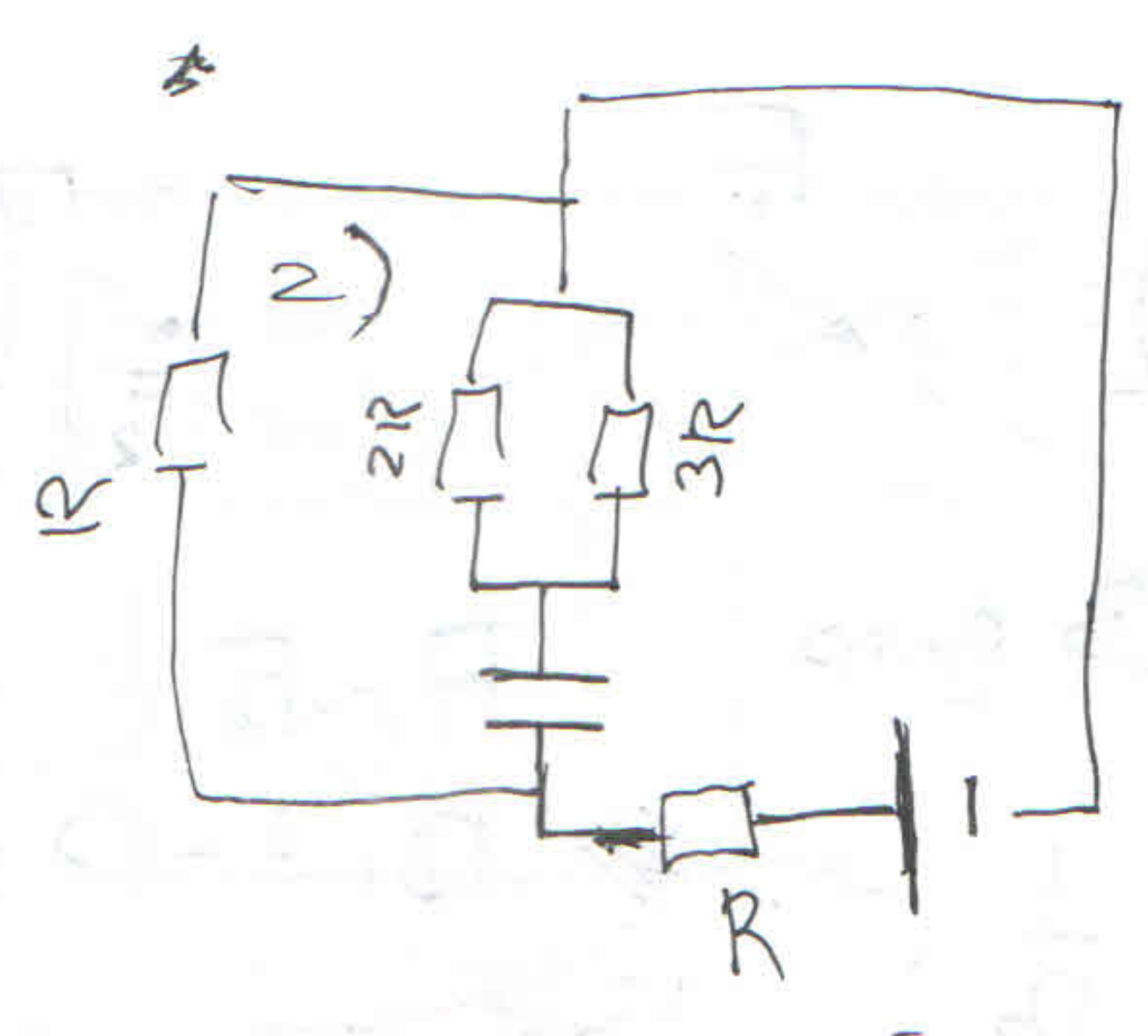
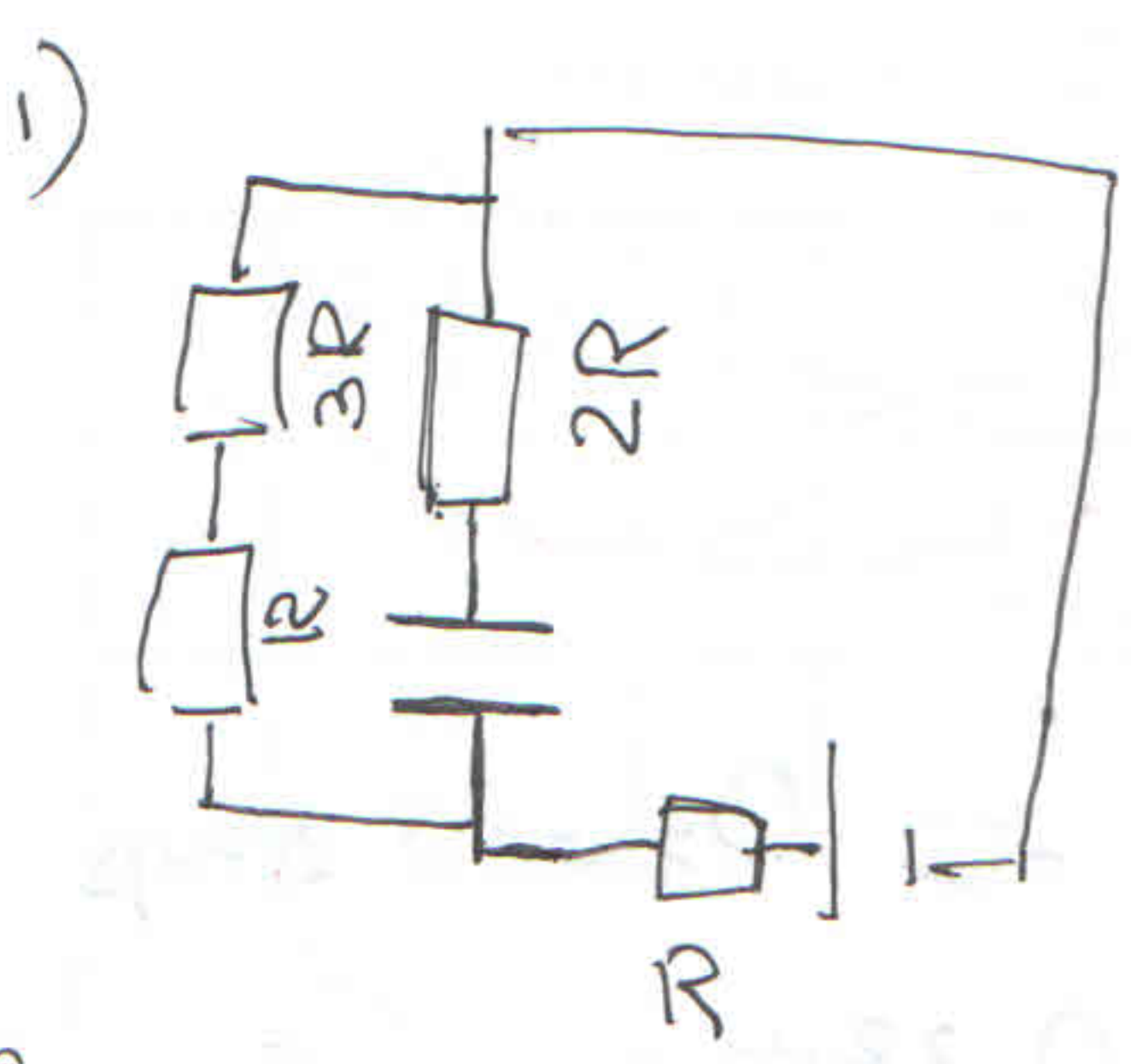
Составим эквивалентную схему для  
данных элементов (резисторы) и найдем

напряжения ; 2) найдем ток

###

(или, может быть, 7)





По закону Ома для замкнутой цепи:

$$\mathcal{E} = I(R_0 + R) \Rightarrow U = I(R_0 + R)$$

1) ~~3R и 2R~~ R и 3R соединены последовательно  $\Rightarrow R_1 = 4R$

$R_1$  и  $2R$  соединены параллельно  $\Rightarrow$

$$\frac{1}{R_{01}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R}$$

$$\frac{1}{R_{01}} = \frac{1}{4R} + \frac{1}{2R}$$

$$R_{01} = \frac{4R}{8R^2} \cdot \frac{8R^2}{6R} ; R_{01} = \frac{4}{3}R$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R_{01} + R} ; I = \frac{12}{\frac{7}{3}R} ; I = \frac{36}{7R}$$

2)  $2R$  и  $3R$  соединены параллельно

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} ; R_2 = \frac{6R^2}{5R} = \frac{6}{5}R$$

$R$  и  $R_2$  соединены последовательно  $\Rightarrow$

$$\frac{1}{R_{02}} = \frac{1}{R} + \frac{5}{6R} ; R_{02} = \frac{6R^2}{11R} = \frac{6}{11}R$$

$$U_2 = I(R_{02} + R)$$

$$U_2 = \frac{36}{7R} \cdot \frac{17R}{11} ; U_2 = 7,95B \approx 8B$$

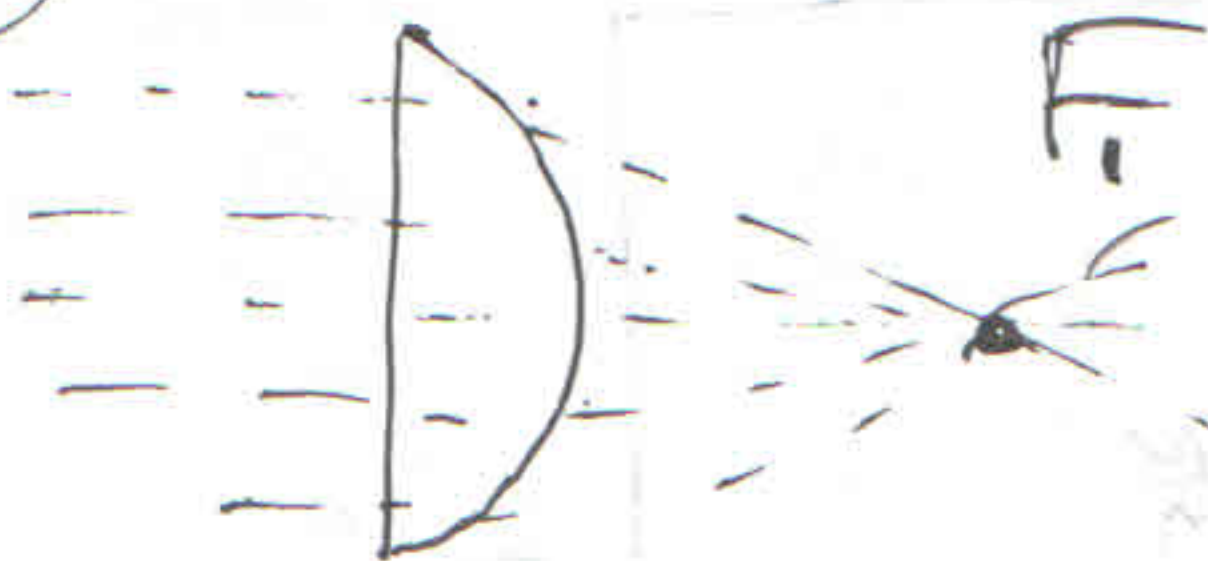
Ответ: 8B

~~17B~~ 17B

~~17B~~ 17B



8



$$D_1 = 3 \text{ group}$$

$$F_1 = -F_2$$



$$\Rightarrow F_2 = \frac{1}{D_2}$$

$$D_1 = -D_2 \Rightarrow D_2 = -3 \text{ group}$$

$$F_2 = -\frac{1}{3 \text{ group}} = -0,33 \text{ m}$$

$$\text{Otket: } -0,33 \text{ m}$$

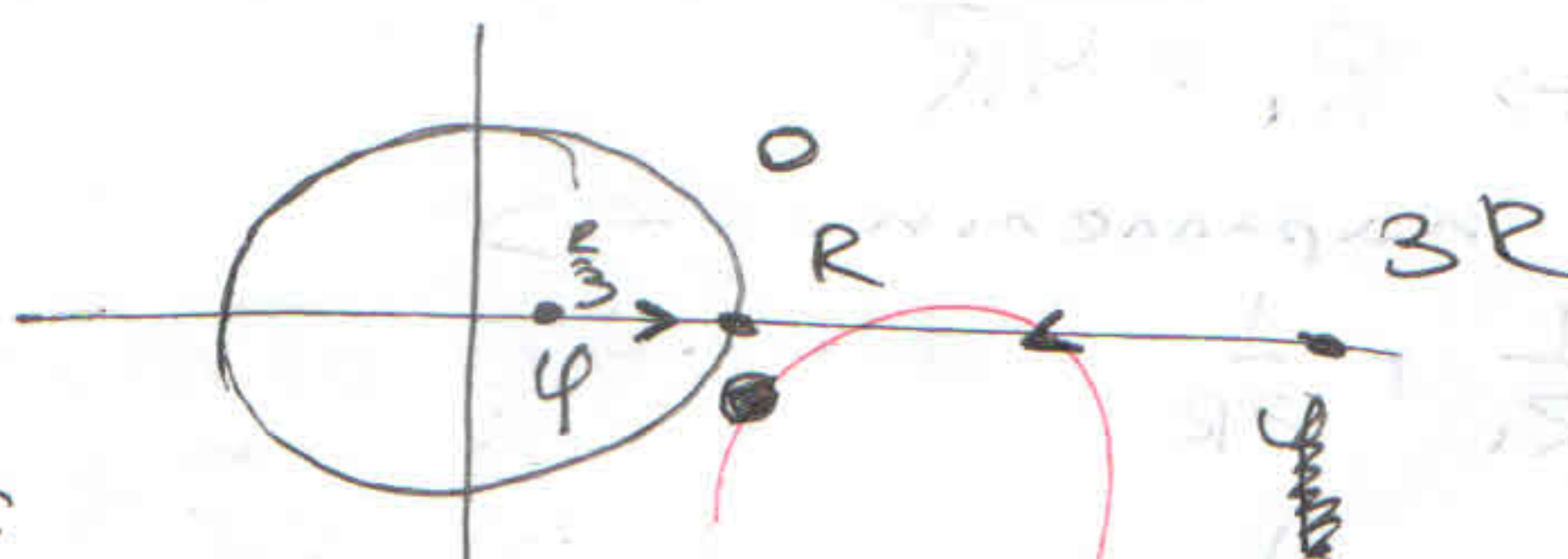
Proachennya ? !

$$E_R = ?$$

$$R; \frac{R}{3}; \varphi$$

$$R_1 = 3R$$

Решение



$$\varphi = \frac{E}{R}$$

$$E = 9R \quad \varphi R$$

$$\varphi \text{ is same } R=0 \Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 \text{ same } R=3$$

$$\Rightarrow E \text{ same } R_1 = (3R - R) \cdot \varphi = 2R \varphi$$

$$\text{The } E_R = 2R \varphi$$

$$\text{Otket: } 2R \varphi$$

$$u_1 - u_2 = ?$$

$$\omega; 1; 3L$$

B

Решение.

the length of the lever

$$F_{A1} \cdot L = F_{A2} \cdot 3L$$

$$q_1 \sqrt{B \sin \alpha} \cdot L = q_2 \sqrt{B \sin \alpha} \cdot 3L$$

$$q_1 = 3q_2$$

