



Для
билета

Вариант задания

1

Лист работы 1 из 4

Дано:

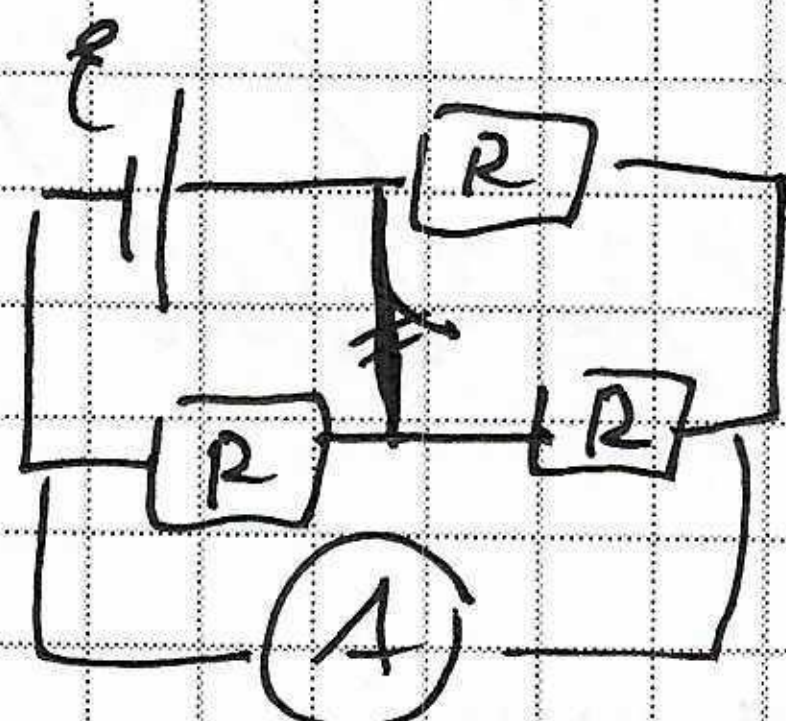
$$\mathcal{E} = 240 \text{ В}$$

$$R = 30 \text{ Ом}$$

$$I_1, I_2 - ?$$

Реш-ие:

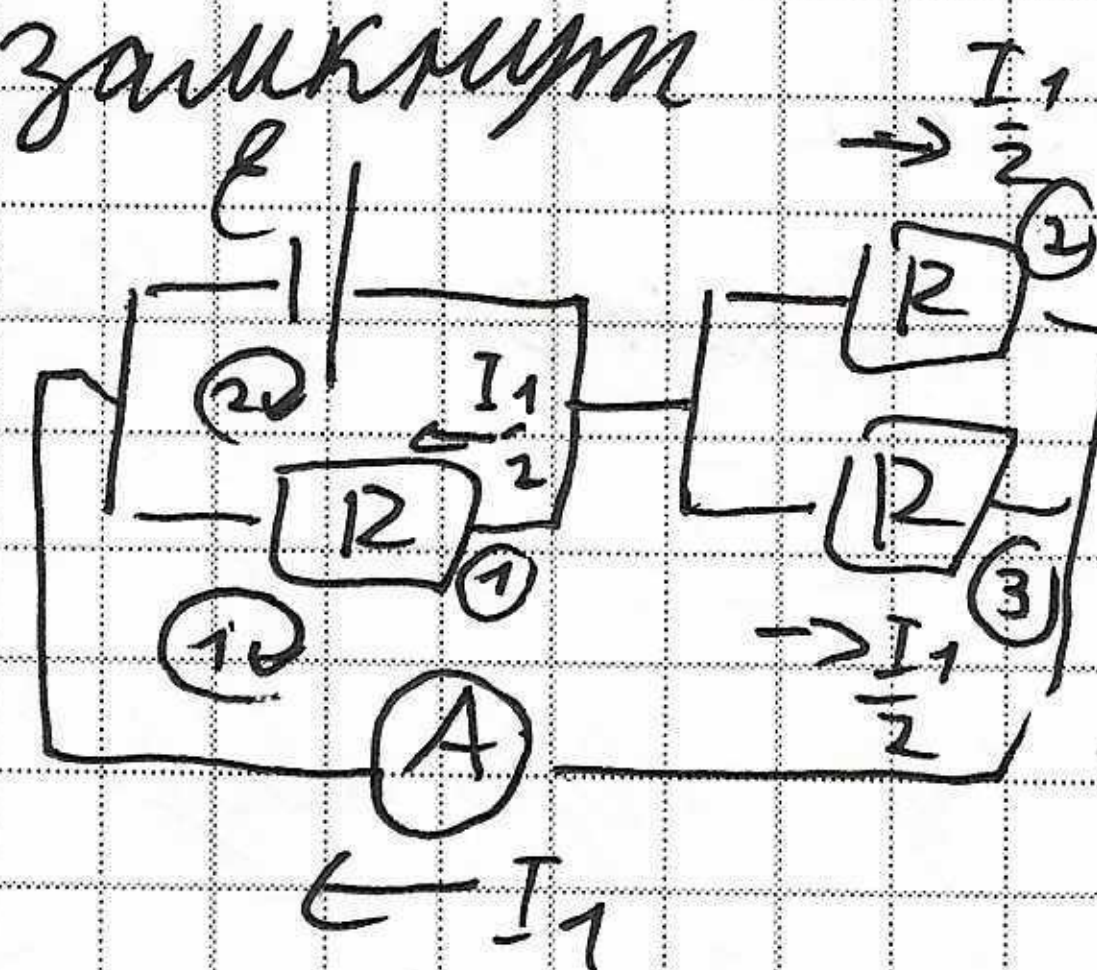
№ 1



Ключ замкнут

I ключ замкнут

\Rightarrow



$$U_2 = U_3$$

По 3-ому закону для уч. цепи: $U_2 = I_2 R$

$$U_3 = I_3 R$$

$$\Rightarrow I_2 = I_3$$

$$I_2 + I_3 = I_1$$

по 1-му зкн, Кирх.

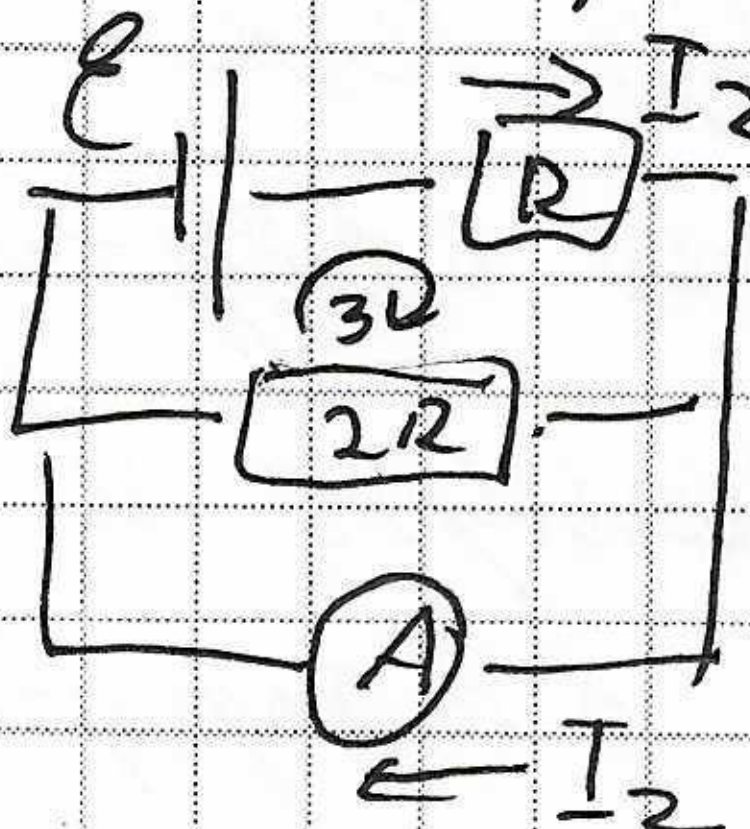
$$\Rightarrow I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2}$$

По 2-му зкн Кирхгофа

$$(1) : 0 = I_{R1} \cdot R + \frac{I_1}{2} R \Rightarrow I_{R1} = -\frac{I_1}{2} \text{ (т.е. течёт впрт. ч. стр.)}$$

$$(2) : \mathcal{E} = \frac{I_1}{2} R \Rightarrow I_1 = \frac{2\mathcal{E}}{R} = 2 \cdot \frac{240}{30} = 16 \text{ А}$$

II Ключ разомкнут



П.з. Амперметр идеальны

$$(U_A = 0), U_{2R} = U_A = 0 \Rightarrow I_{2R} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{2R} = I_2$$

По 2-му зкн Кирхгофа: (3) : $\mathcal{E} = I_2 R \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{240}{30} = 8 \text{ А}$$

$$\text{Ответ: } I_1 = 16 \text{ А; } I_2 = 8 \text{ А}$$



№2

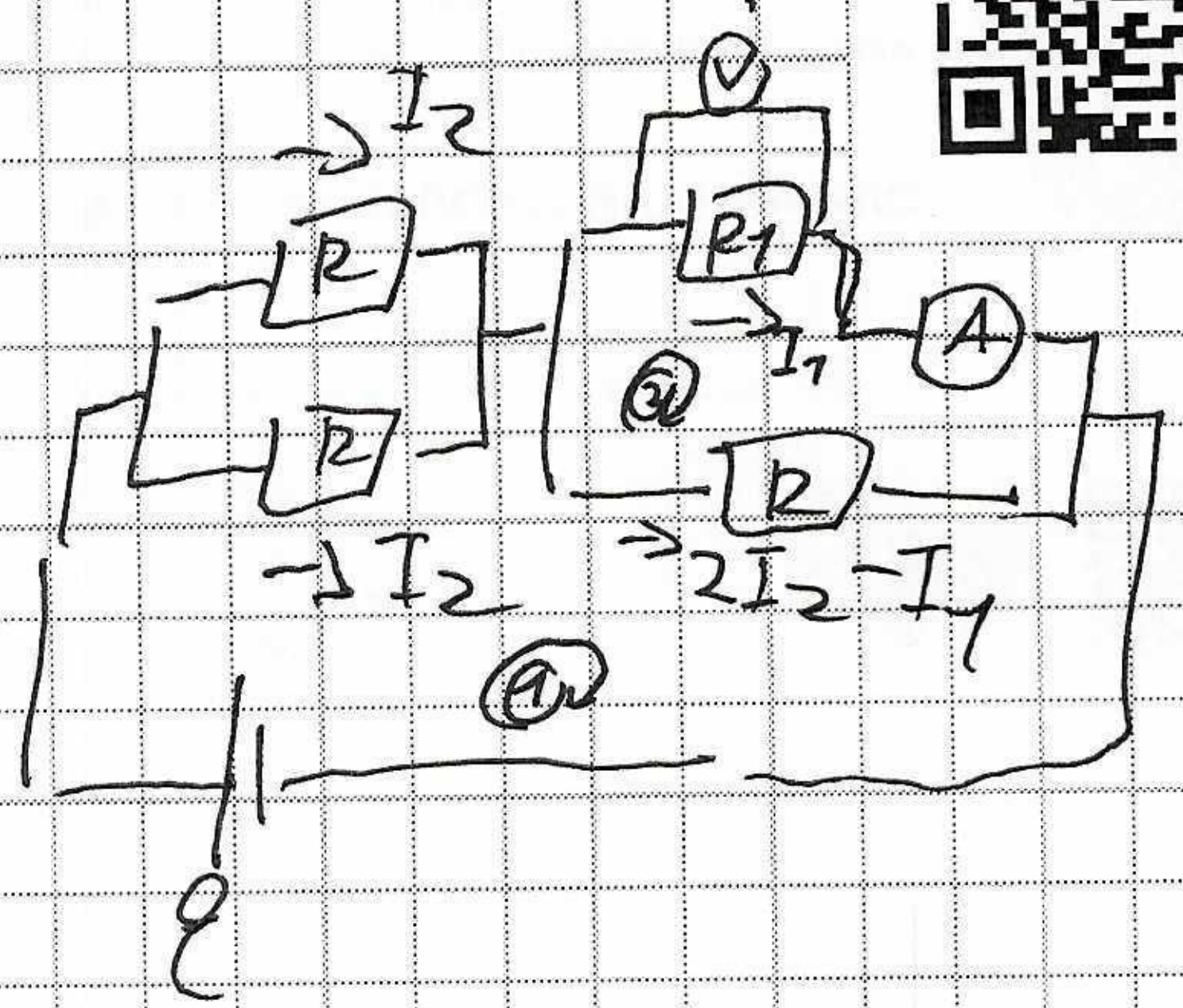
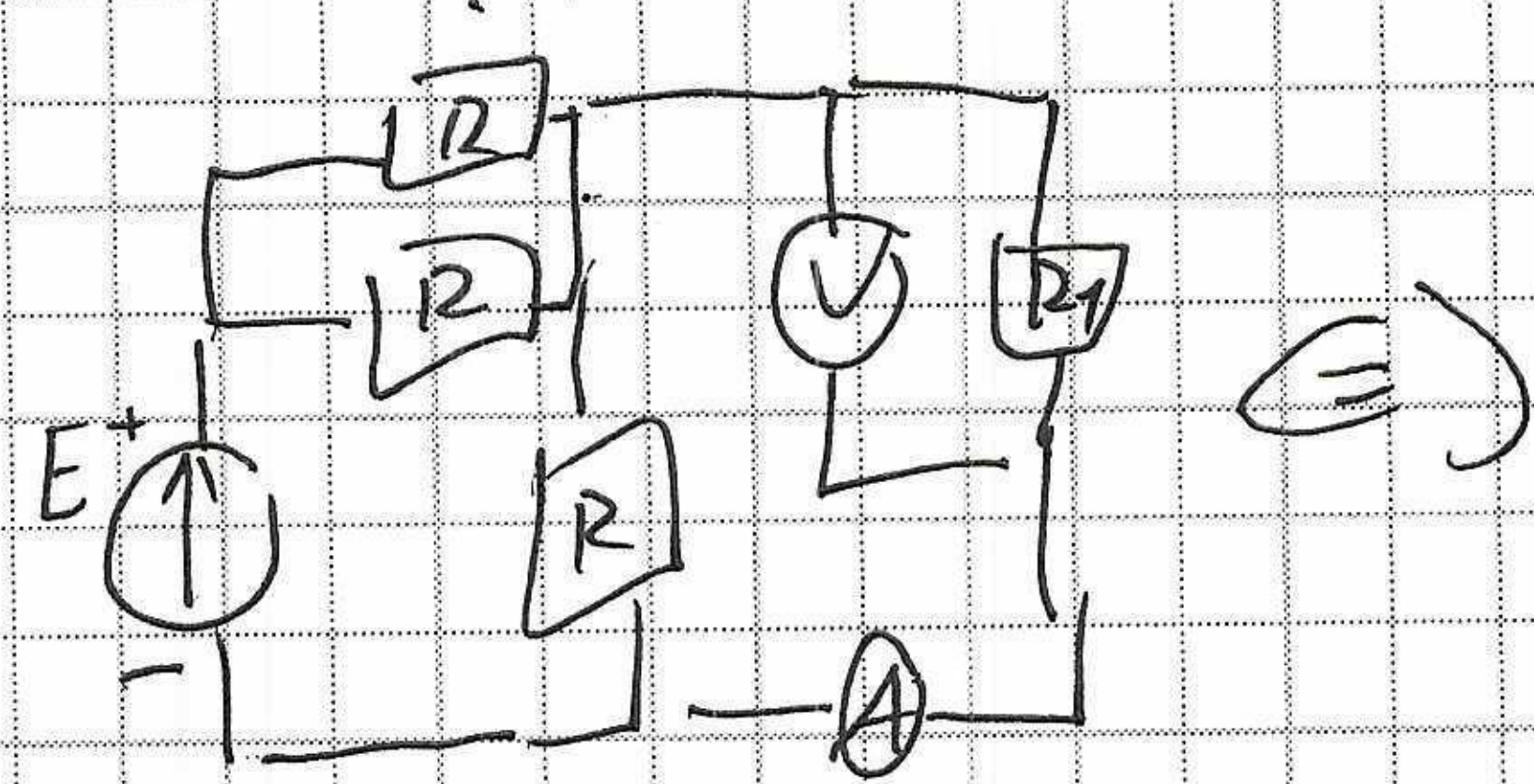
Дано:

$$\mathcal{E} = 30 \text{ В}$$

$$R = 300 \text{ мОм}$$

$$U_1, I_1 = ?$$

Решение:



Пусть ток сопротивлений

резисторов слева одинаковы, напряжение

равно (1-ое соединение), то через них

текут одинаковые токи I_2 . Пусть через

R_1 течёт ток $I_1 \Rightarrow$ по 1-ую Kirchhoff

через крайние мушкетеры правый R течёт

ток $2I_2 - I_1$

По 2-ую Kirchhoff:

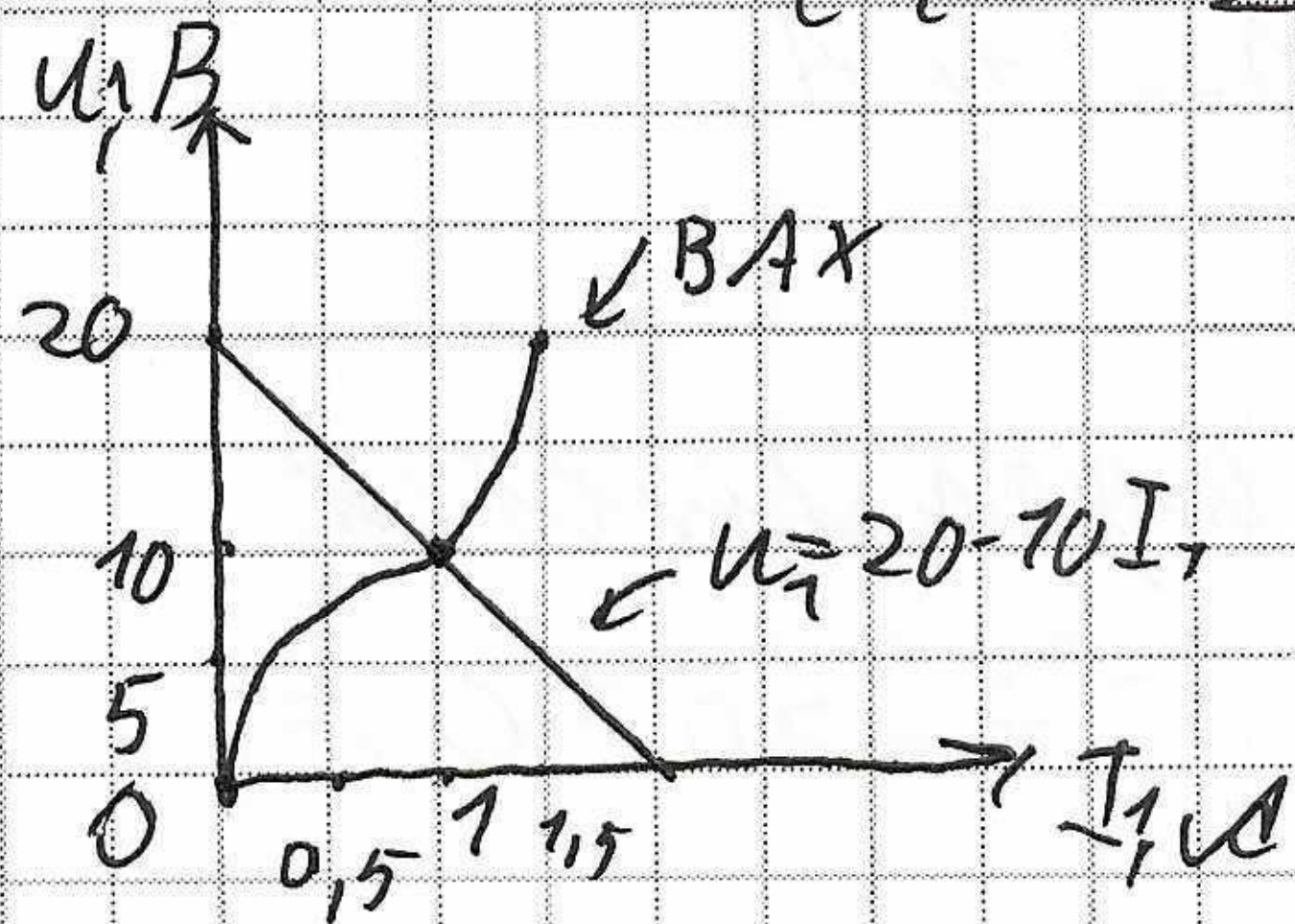
$$1) \quad \mathcal{E} = 3I_2R - I_1R$$

$$2) \quad U_1 = I_1R = 2I_2R - I_1R$$

$$\begin{cases} 2\mathcal{E} = 6I_2R - 2I_1R \\ 3U_1 = 6I_2R - 3I_1R \end{cases} \Rightarrow 2\mathcal{E} - 3U_1 = 0 \Rightarrow 2\mathcal{E} - 3U_1 = 0 \Rightarrow 2\mathcal{E} = 3U_1$$

$$\Rightarrow 3U_1 = 2\mathcal{E} - 3I_1R$$

$$3U_1 = 2 \cdot 30 - 30I_1 \Rightarrow U_1 = 20 - 10I_1$$



По 2-ую $I_1 = 1 \text{ А}, U_1 = 10 \text{ В}$

Ответ: $I_1 = 1 \text{ А}, U_1 = 10 \text{ В}$

$$U_1(I_1) = 20 - 10I_1 - \text{линейная}$$

характеристика, характерная

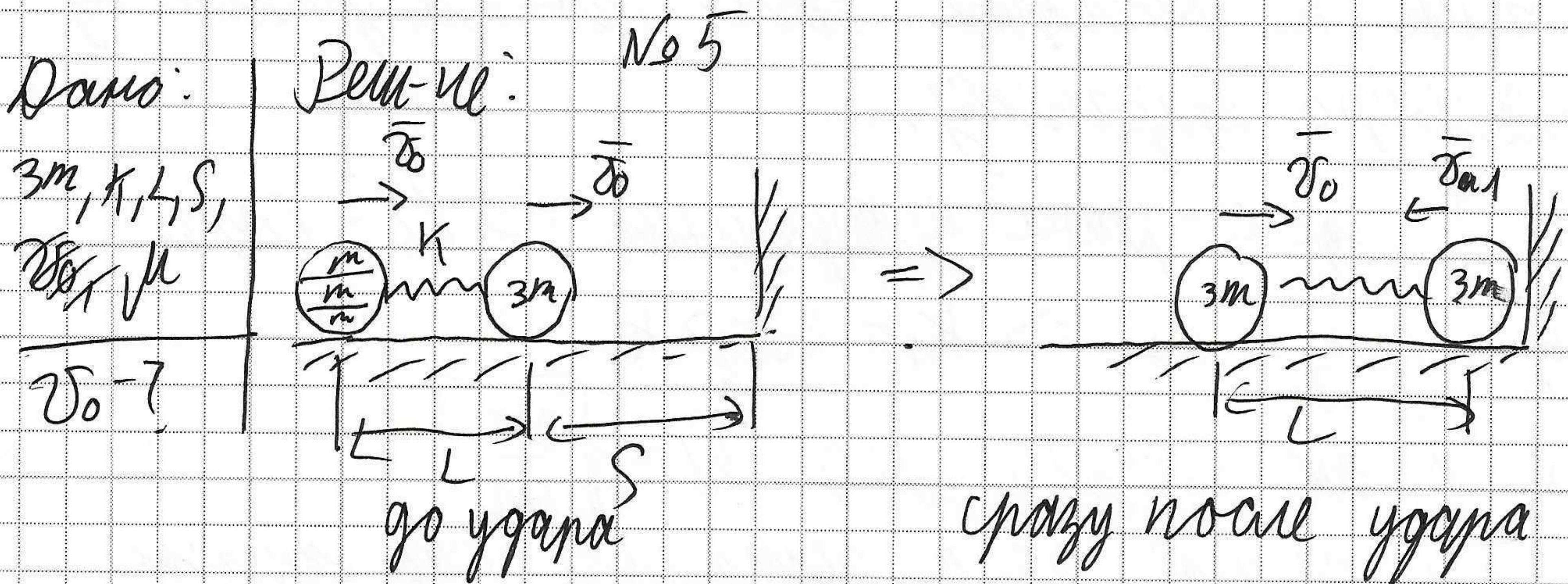
$U_1(I_1)$ для данного соединения

Начертать эту прямую и

ВАХ элемента в координатах

$U(I)$. Координаты точек 1-ой

и будут соответствовать значениям U_1, I_1



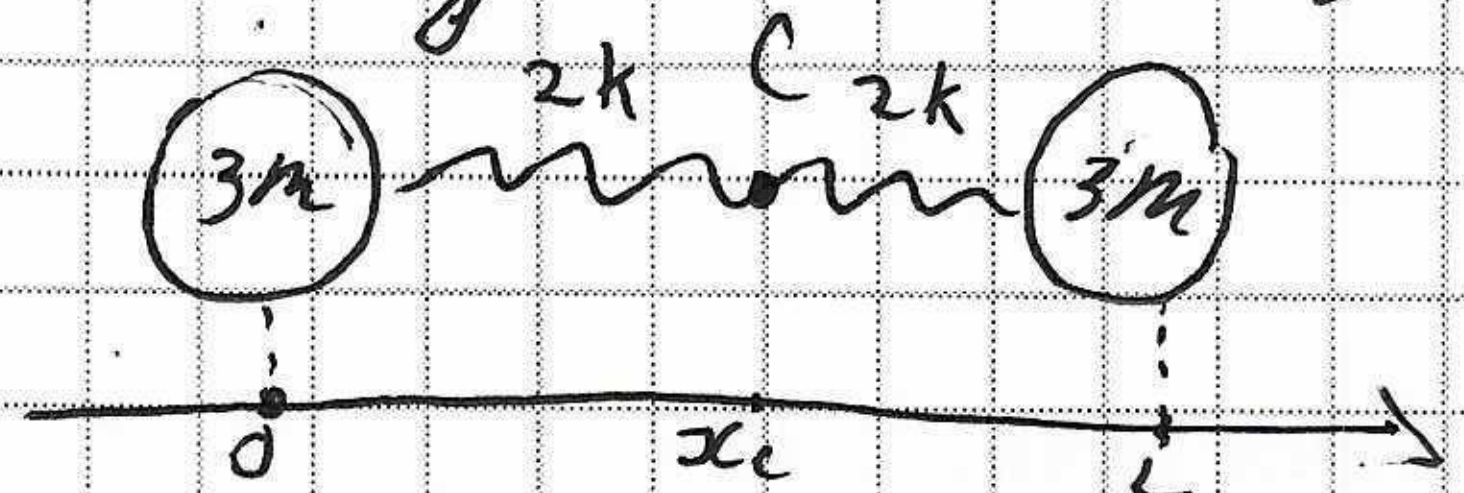
Стол гладкий \Rightarrow в момент удара ск-ть
правого шарика всё ещё \vec{v}_0 . Витая время
удара очень малым ($\&$ изменением длины
пружина можно пренебречь) \Rightarrow сразу
после удара скорость правого шарика
такова \vec{v}_0 (т.к. удар абсолютно упругий и
энергия сохран-ся); т.е. $\vec{v}_1 = \vec{v}_0$

Рассмотрим систему после удара. Витая
действие только «шар-пружина-шар» дейст-т
только внутренние силы $\Rightarrow \vec{A}_{\text{вн}} = 0$ по
Т О дв-ии $\vec{v}_{\text{ц.м.}}$, $\vec{v}_{\text{ц.м.}} = \frac{3m\vec{v}_0 + 3m\vec{v}_1}{6m}$

$$\Rightarrow \vec{v}_{\text{ц.м.}} = \vec{v}_0$$

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_1 \text{ по док}$$
$$\vec{v}_0 \uparrow \vec{v}_1$$

Перейдем в СЦМ. Найдём коор-ту точки С
(Центра масс системы!)



Введём Ox' как показано на рис.

$$x_c = \frac{3m \cdot 0 + 3mL}{6m} = \frac{L}{2}$$

В этой СО шарик колеблется отн. неподвижной точки С. Найдём эйлеровы пружины, на которые эта точка делит изначальную пружину.

$$K \sim \frac{1}{l}, \text{ где } l - \text{длина пружины} \Rightarrow Kl = \text{const}$$

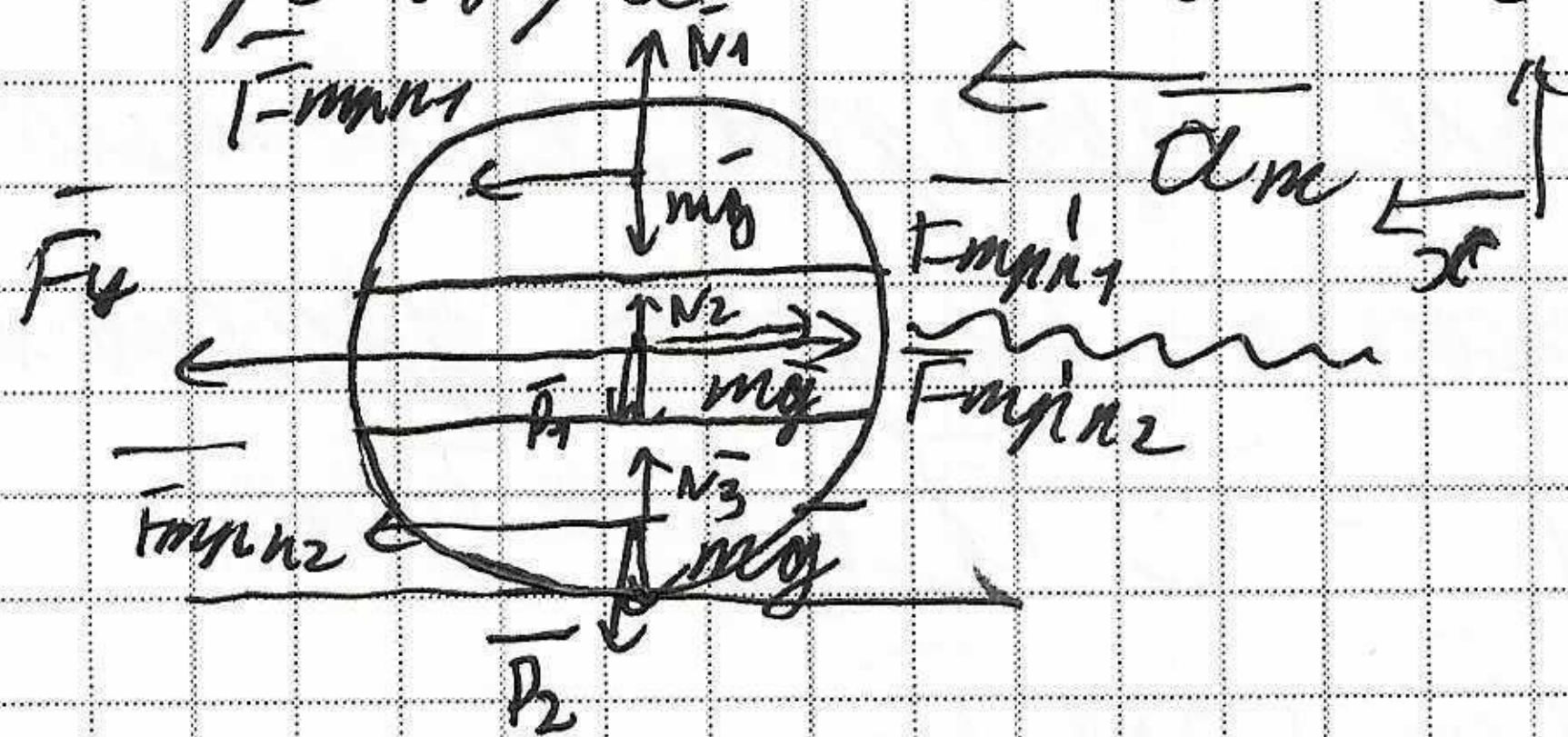
$$K_1 \frac{L}{2} = K_2 \frac{L}{2} = KL \Rightarrow K_1 = K_2 = 2K$$

Пл.О. в эт СОм и ЛСО $\omega = \sqrt{\frac{2K}{3m}}$

Чтобы пружина вытаскивалась как единое целое, это должно оставаться таковым и при a_m максим. ускорении.

Вм сразу после удара скорость шарика $v_0 = v_m$, т.к. пружины не деформированы $\Rightarrow a_m = \omega v_0 = \sqrt{\frac{2K}{3m}} v_0$

Рассмотрим систему в момент, когда ускорение максимально и пружина сожата



По 2-й для верхней крышки: $N_1 + m_1 g + F_{m1} = m a_m$

$$Oy: N_1 = m g$$

$$Ox: F_{m1} = m a_m$$

для среднего крышки:

$$N_2 + F_y + m g + F_{m1} + F_{m2} = m a_m$$

$$Oy: N_2 = m g + P_1$$

$$\text{По 3-й и-м } P_1 = N_1 = m g$$

$$\Rightarrow N_2 = 2m g$$

для нижней крышки:

$$N_3 + m g + F_{m2} = m a_m$$



Вариант задания

1

Лист работы

3

из 4

№ 5

$$Oy: N_3 = mg + P_2$$

$$\text{По 33. Н-ма: } P_2 = N_2 = 2mg \} \Rightarrow N_3 = 3mg$$

$$Ox: F_{тр12} = mam$$

Для покоя должно выполняться:

$$\begin{cases} F_{тр11} \leq \mu N_1 \\ F_{тр12} \leq \mu N_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} mam \leq \mu mg \\ mam \leq 3\mu mg \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow am \leq \mu g \Rightarrow \sqrt{\frac{2k}{3m}} D_0 \leq \mu g \Rightarrow$$

$$\Rightarrow D_0 \leq \sqrt{\frac{3m}{2k}} \mu g$$

$$\text{Ответ: } D_0 \leq \sqrt{\frac{3m}{2k}} \mu g$$

Дано:

$$L = \frac{1}{7-1}$$

$$Q = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$q = -4 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$L_0 = 0,5 \text{ м}$$

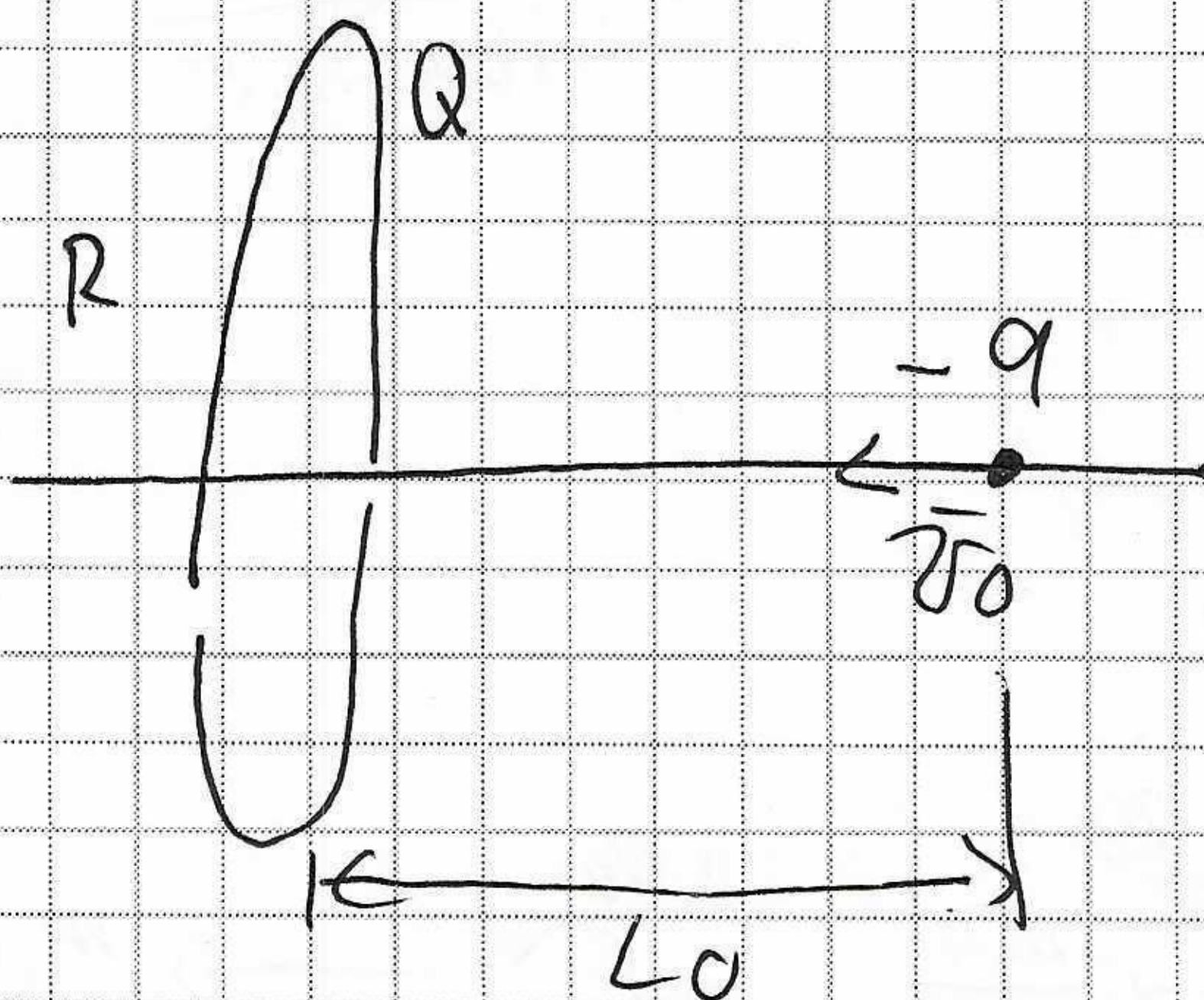
$$m = 12$$

$$D_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$R = 0,2 \text{ м}$$

$$D_1 = 7$$

Реш-е: № 4



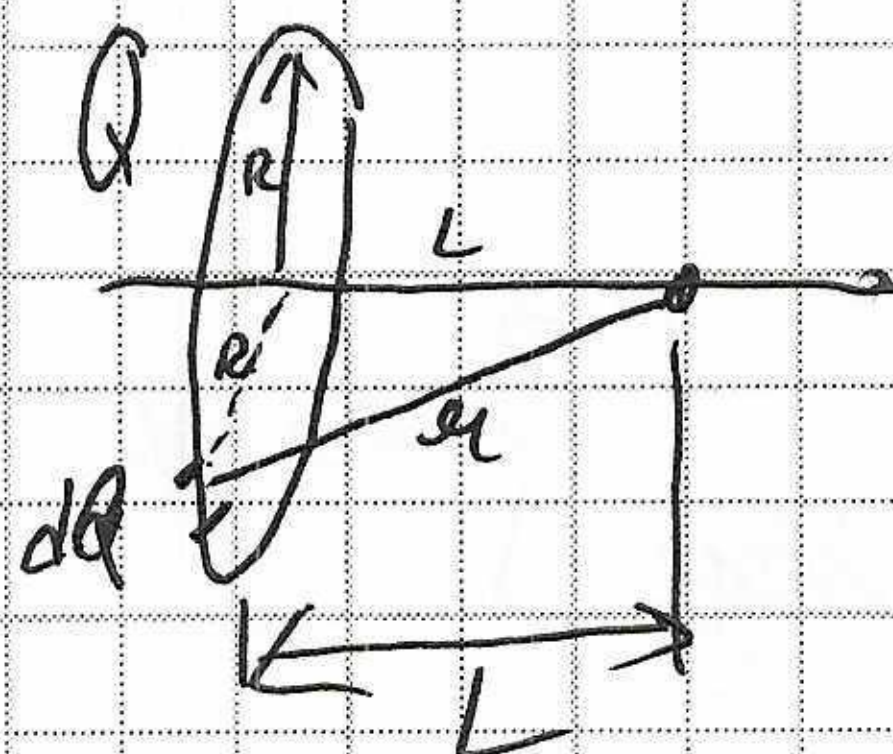
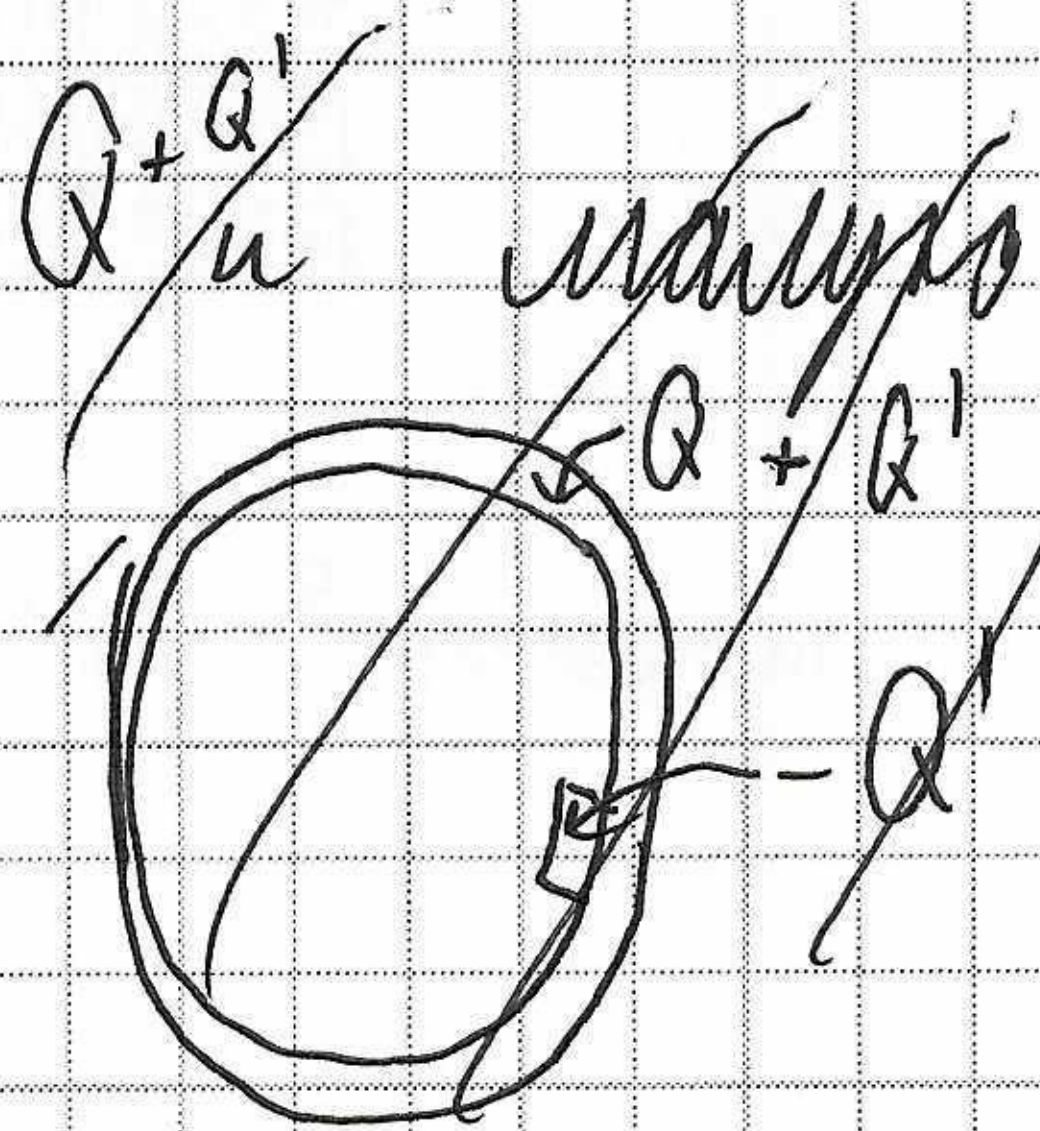
По 33:

$$\frac{mD_0^2}{2} - q \cdot \varphi_0 = -q \cdot \varphi_1 + \frac{mD_1^2}{2}$$

где φ_0, φ_1 — потенциалы кольца в точках расположения частицы в нач. и кон. моменты времени

можно использовать оборот листа для записи решений

№4



Найдем потенциал в произвольной точке на оси

Рассмотрим малый участок кольца и зарядом dQ .

$$\text{Тогда } d\varphi = \frac{k dQ}{r}$$

(для всех малых участков кольца $r = \text{const} =$

$$= \sqrt{L^2 + R^2})$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{kQ}{\sqrt{L^2 + R^2}}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{\sqrt{L_0^2 + R^2}} \quad \varphi_1 = \frac{kQ}{R}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{kQq}{\sqrt{L_0^2 + R^2}} = -\frac{kQq}{R} + \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{2kQq}{m} \left(\frac{1}{\sqrt{L_0^2 + R^2}} - \frac{1}{R} \right)}$$

$$= \sqrt{10^2 - \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} \left(\frac{1}{\sqrt{0,5^2 + 0,2^2}} - \frac{1}{0,2} \right)} \approx$$

$$\approx 23,5 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_1 = 23,5 \text{ м/с}$

№3

Дано:

$$R = 1 \text{ мм}$$

$$Q = 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$L_0 = 0,2 \text{ м}$$

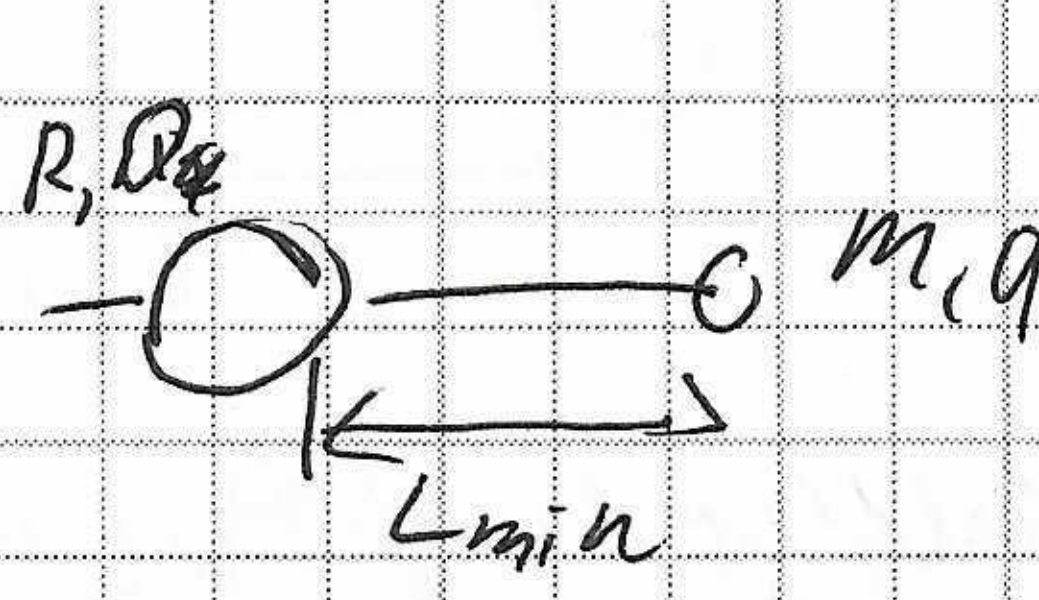
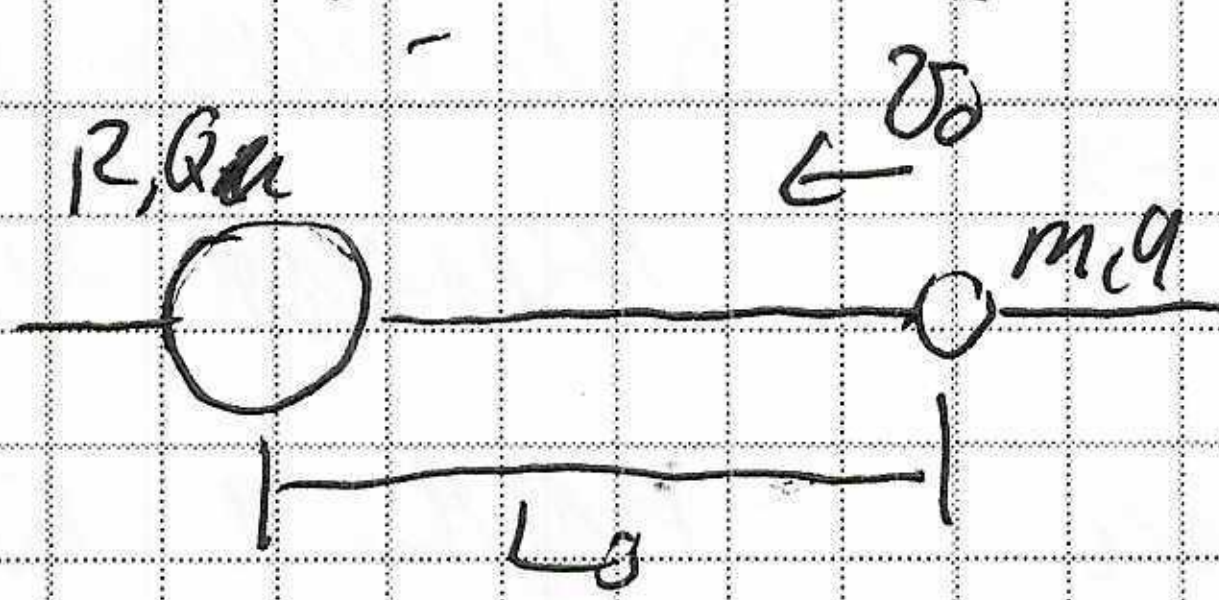
$$m = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$$

$$v_0 = 0,15 \text{ м/с}$$

$$L_{\text{min}} = 2 \text{ мм}$$

$$V = ?$$

Решение:



В момент мин. сближения $V = 0$, по 3(7):

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{kQq}{L_0} = \frac{kQq}{L_{\text{min}}}$$

(Считаем, что за время дв-ия заряд шара почти не изменился)



Вариант задания 1

Лист работы 4 из 4

№3

Считаем, что энергии облучения идёт на работу
выхода и извл-ие э-м-им шара

$$h\nu = \nu\Delta + \frac{1}{2} \frac{kQ^2}{R} \Rightarrow \Delta = h\nu - \frac{1}{2} \frac{kQ^2}{R} \quad (z = \frac{c}{\nu}) \quad \left. \vphantom{\Delta = h\nu - \frac{1}{2} \frac{kQ^2}{R}} \right\} \Rightarrow$$

$$\frac{m\bar{v}_0^2}{2} = kQq \left(\frac{1}{L_{min}} - \frac{1}{L_0} \right) \Rightarrow Q_{max} = \frac{m\bar{v}_0^2}{2kq \left(\frac{1}{L_{min}} - \frac{1}{L_0} \right)}$$

$$\Rightarrow \Delta = \frac{h\nu}{z} - \frac{1}{2} \frac{k}{R} \left(\frac{m\bar{v}_0^2}{2kq \left(\frac{1}{L_{min}} - \frac{1}{L_0} \right)} \right)^2 =$$

