

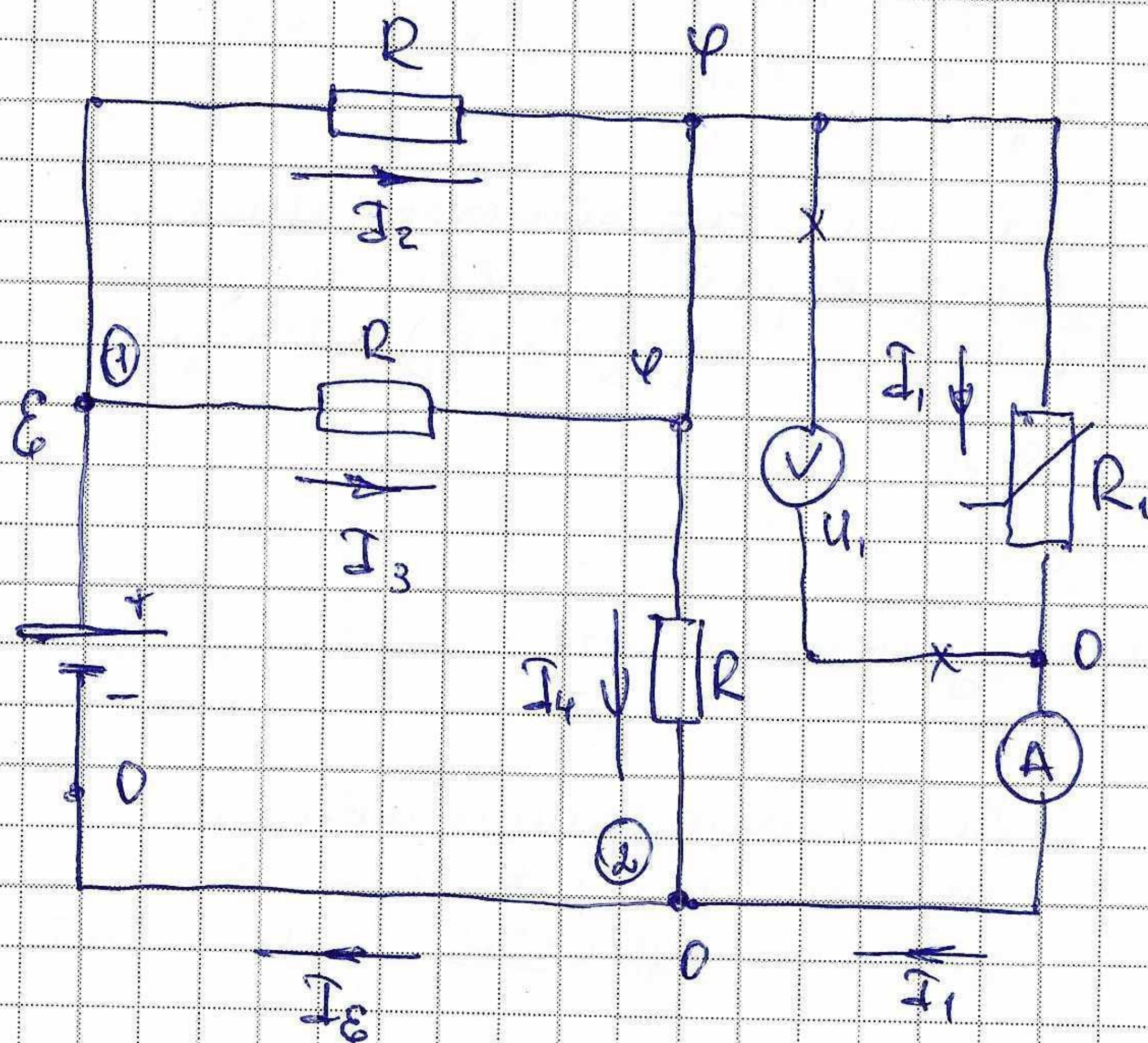


Для
билета

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 3

Задача 2.



$$E = 30 \text{ В} \quad R = 30 \text{ Ом};$$

$$I_1 = ? \quad U_1 = ?$$

Схема правильно
Амперметр, вольтметр
и источник (по ус.),
расставим пометки
в цепи.

$$\text{Пусть } U_1 = U - 0 = U.$$

$$I_2 = \frac{E - U}{R} \quad (3 \text{ Ома})$$

$$I_3 = \frac{E - U}{R}$$

$$I_4 = \frac{U}{R}$$

Для узлов ① и ②:

$$I_E = I_2 + I_3, \quad I_E = I_1 + I_4 \quad (\text{заряд не накапливается}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 + I_3 = I_1 + I_4 \Rightarrow I_1 = I_2 + I_3 - I_4$$

$$I_1 = \frac{E - U}{R} + \frac{E - U}{R} - \frac{U}{R} = \frac{2E - 3U}{R} \Rightarrow I_1 R = 2E - 3U \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3U = 2E - I_1 R \Rightarrow U = \frac{2}{3}E - \frac{R}{3}I_1, \text{ тогда } U(I) = -\frac{R}{3}I_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{R}{3} \text{ при данных условиях; } R_1 = \frac{30 \text{ Ом}}{3} = 10 \text{ Ом}.$$

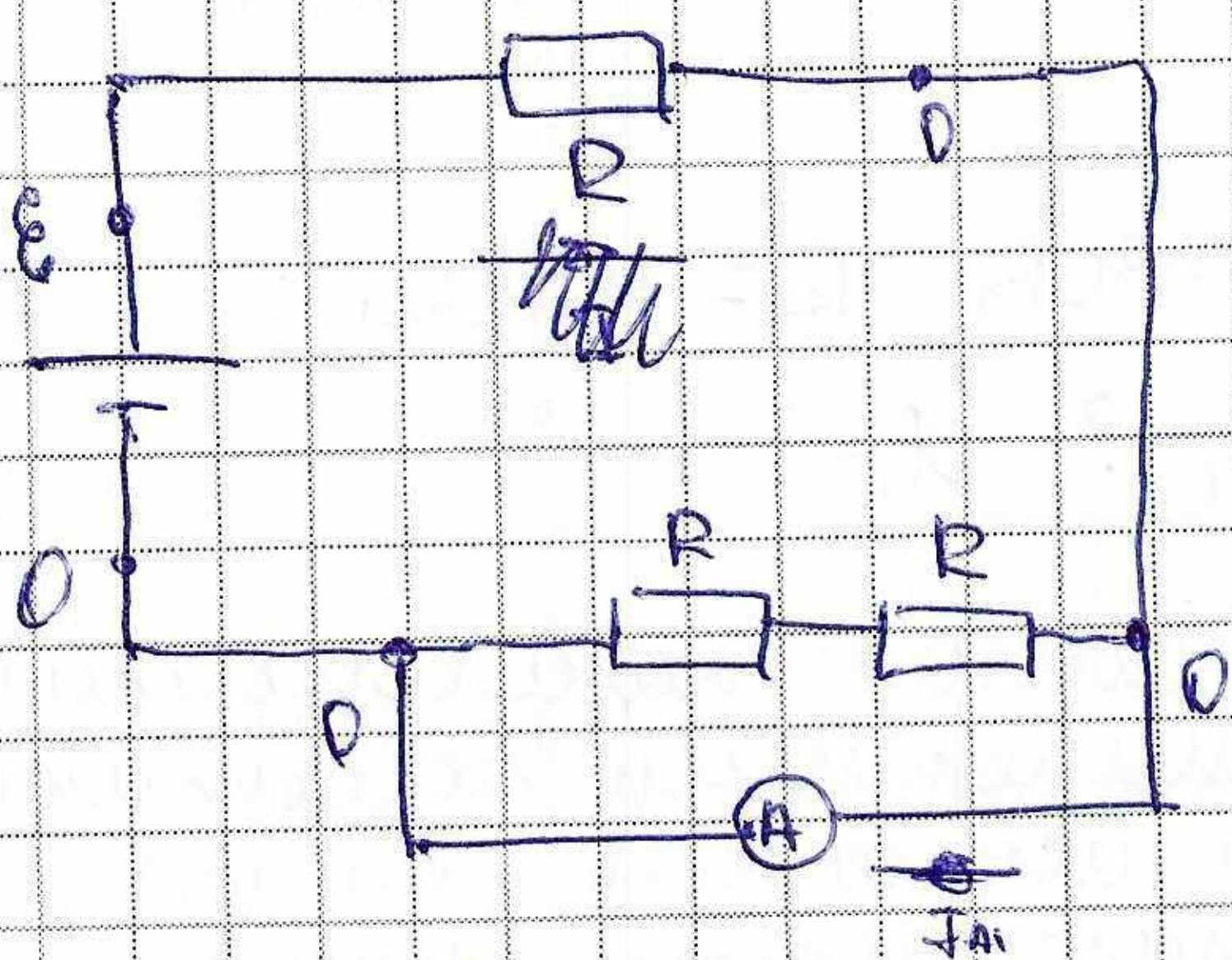
~~Решение~~. По ВАХ: $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ^{только} при $U_1 = 10 \text{ В}$,
 $I_1 = 1 \text{ А}$; тогда амперметр покажет $I_1 = 1 \text{ А}$,
 (по идее, сдв.), а вольтметр покажет $U_1 = 10 \text{ В}$ (парал. сдв.)

Ответ: 1 А и 10 В .

Задача 1.

$\mathcal{E} = 240 \text{ В}$; $R = 30 \text{ Ом}$; $I_{A1} = ?$ $I_{A2} = ?$

(1) Рассм. цепь при разомкн. ключе.

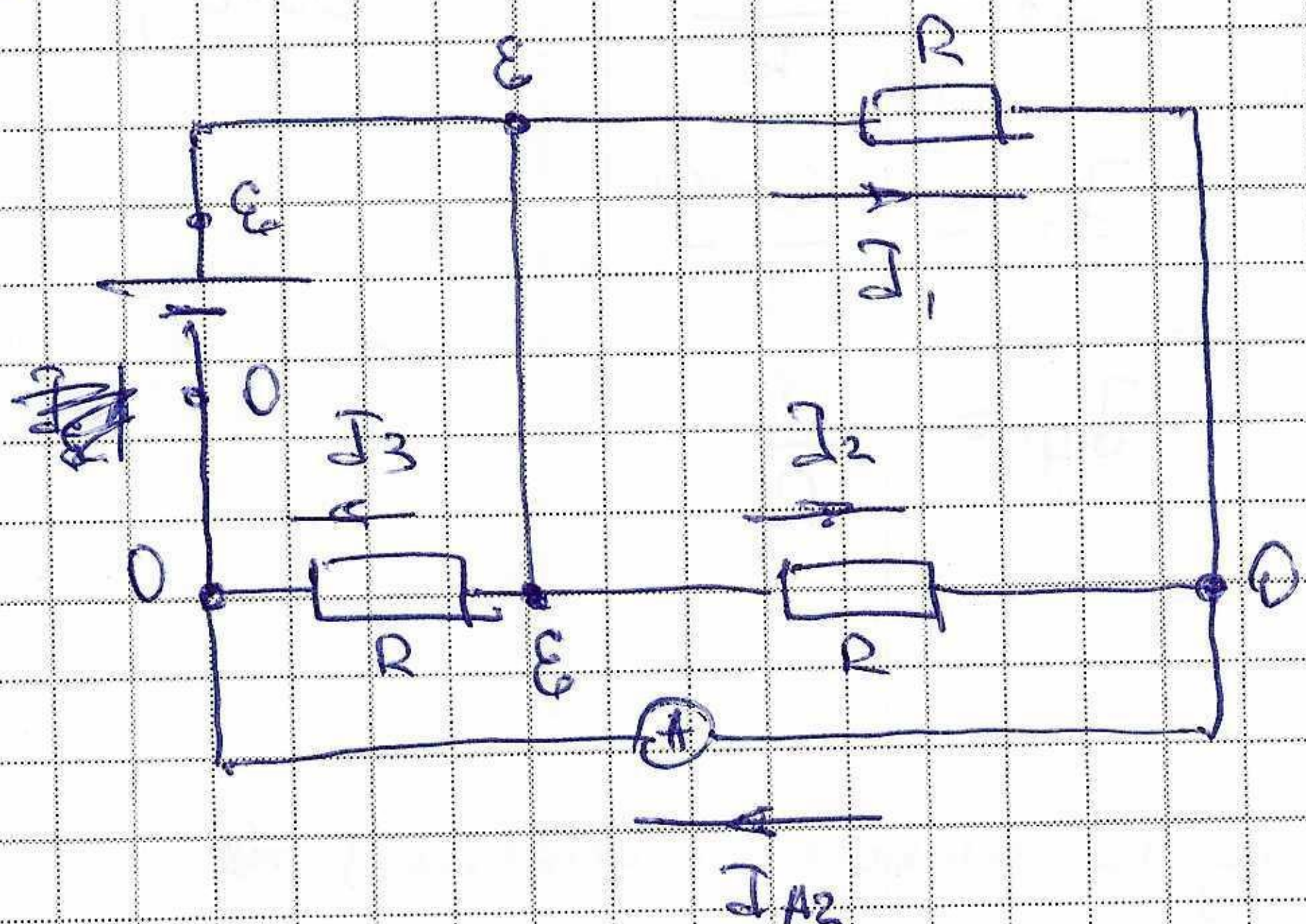


Источник идеальный \Rightarrow
 амперметр идеальный
 \Rightarrow рассчитываем потенциалы
 в цепи, учитывая, что
 $U_A = 0$.

Т.о. ток ~~только~~ пойдет только
 через верхний резистор и
 амперметр ($R_A = 0$), тогда

$$I_{A1} = \frac{\mathcal{E}}{R}; \quad I_{A1} = \frac{240 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 8 \text{ А}.$$

(2) Рассм. цепь при замкнутом ключе.



Аналогично рассчитываем
 потенциалы в цепи с
 учетом идеальн. амм. и ист.

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

(3. Ом)

$$I_{A2} = I_1 + I_2$$

(заряд в узлах
не накапливается)

$$\Rightarrow I_{A2} = \frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{2\mathcal{E}}{R}$$

$$I_{A2} = \frac{2 \cdot 240 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 16 \text{ А}$$

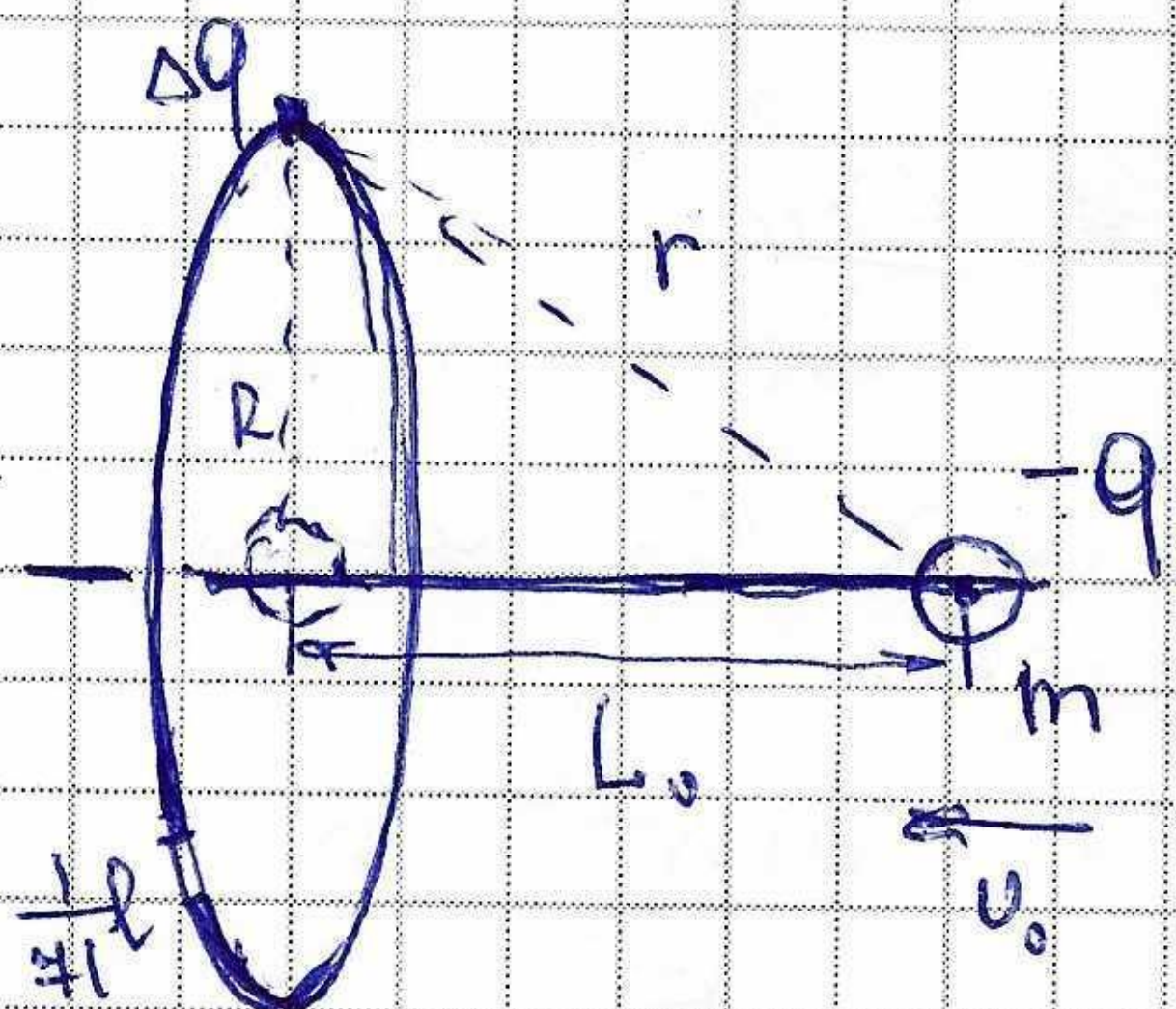
Ответ: при разомкн. ключе 8 А , при замкн. — 16 А .



Вариант задания 1

Лист работы 2 из 3

Задача 4.



$$Q = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}; m = 0,001 \text{ кг}; q = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}; \\ L_0 = 0,5 \text{ м}; v_0 = 10 \text{ м/с}; \epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}; \\ v = ?; R = 0,2 \text{ м}$$

$$\text{при } L_0: r = \sqrt{R^2 + L_0^2} \text{ (по Пифагора)} \\ r = \sqrt{0,2^2 + 0,5^2} = 0,5385 \text{ (м)}.$$

Рассмотрим взаимодействие кольца и большого заряда $-q$ с суммой малых зарядов Δq , так что

$\sum \Delta q = Q$; Энергия взаимодействия в таком случае:

$$-\frac{k \Delta q q}{r} = W_{\Delta q} \text{ (взаимодействие)}, \text{ тогда } W_0 = \sum W_{\Delta q} = -\sum \frac{k q \Delta q}{r} = \\ = -\frac{k Q q}{r} \text{ — энергия взаимодействия со всем кольцом.}$$

Аналогично для ситуации, когда кольцо будет в центре большого заряда:

$$W = -\frac{k q Q}{R}, \text{ тогда по ЗЭД:}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{k q Q}{r} = \frac{mv^2}{2} - \frac{k q Q}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{k q Q}{r} + \frac{k q Q}{R} \Rightarrow v^2 = v_0^2 + \frac{2}{m} \left(\frac{k q Q}{R} - \frac{k q Q}{r} \right)$$

$$\Rightarrow v^2 = v_0^2 + \frac{2}{m} \cdot k q Q \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right) \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2 k q Q}{m} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)},$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}, \text{ тогда}$$

$$\epsilon_0 = \frac{36\pi}{10^9} = 10^{-9} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

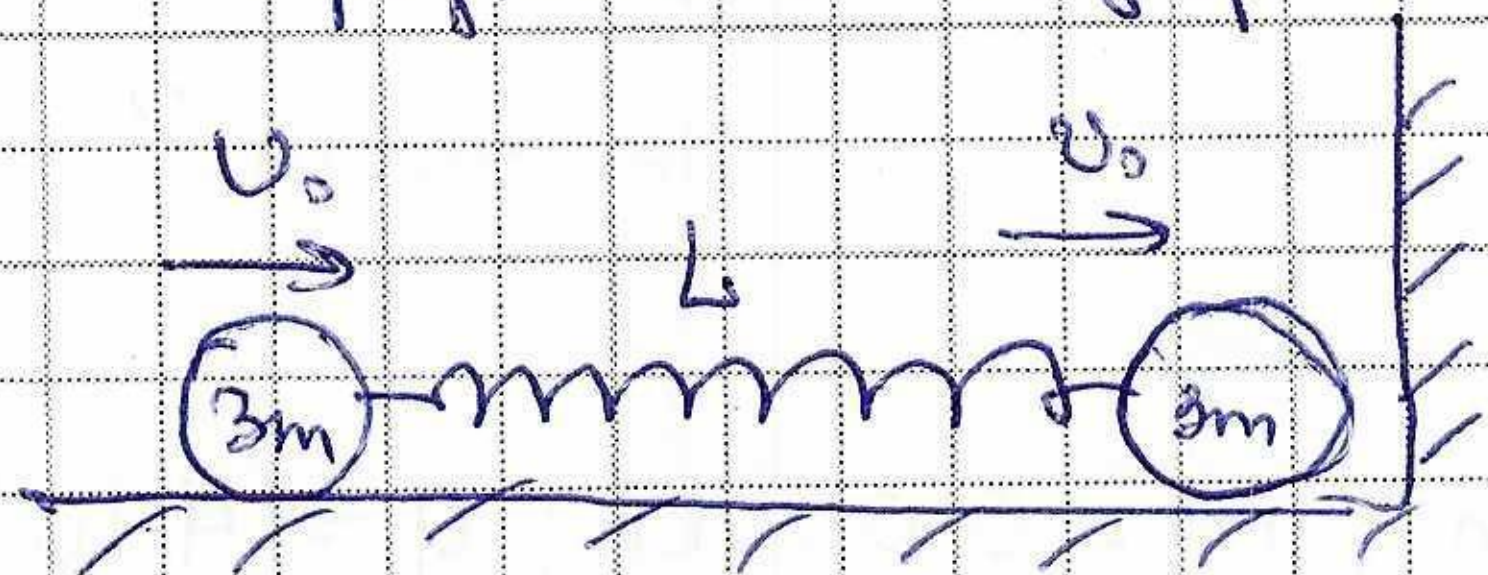
$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2 k q Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot m} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)}$$

$$v = \sqrt{10^2 + \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 36\pi}{4\pi \cdot 0,001 \cdot 10^{-9}} \cdot \left(\frac{1}{0,2} - \frac{1}{0,5385} \right)} \approx 23,5 \text{ (м/с)}.$$

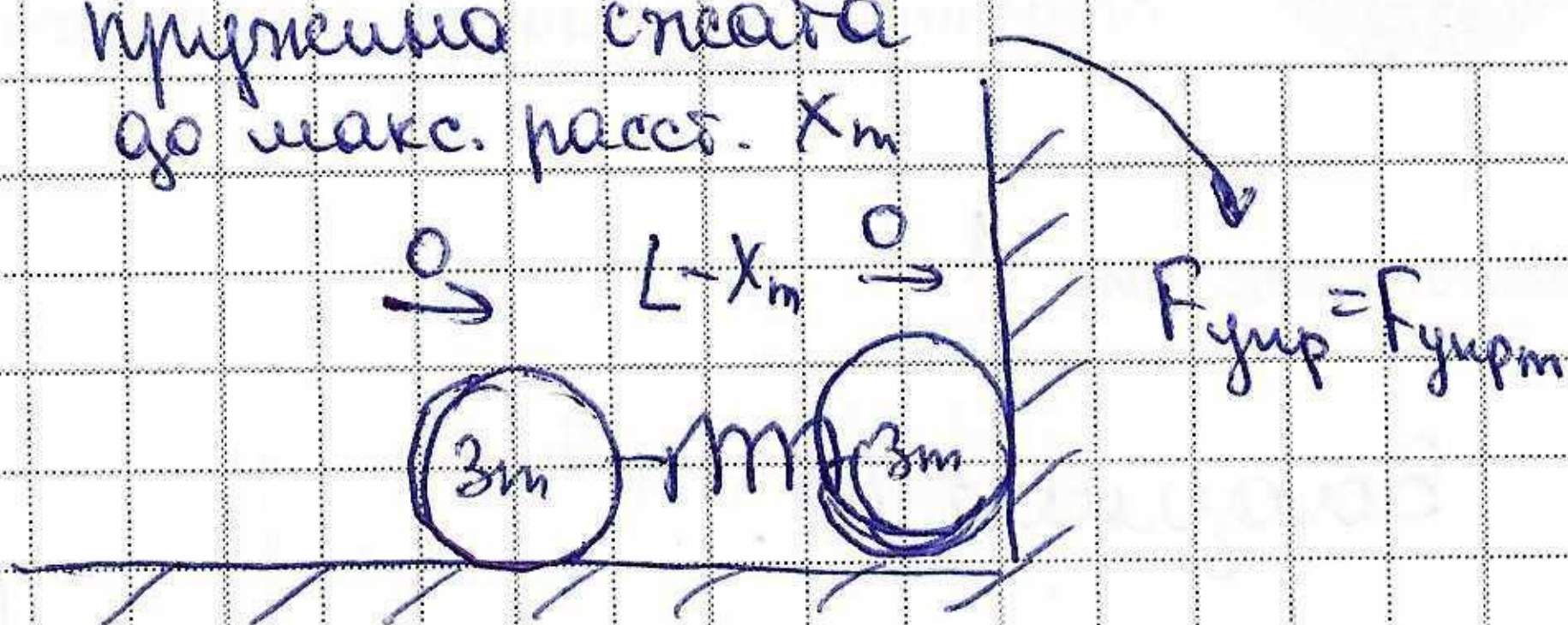
Ответ: 23,5 м/с.

Задача 5.

пружина недеформ.



пружина сжата до макс. расст. x_m



$$E_{max1} = \frac{3mv_0^2}{2} + \frac{3mv_0^2}{2}$$

$$E_{max2} = \frac{kx_m^2}{2}$$

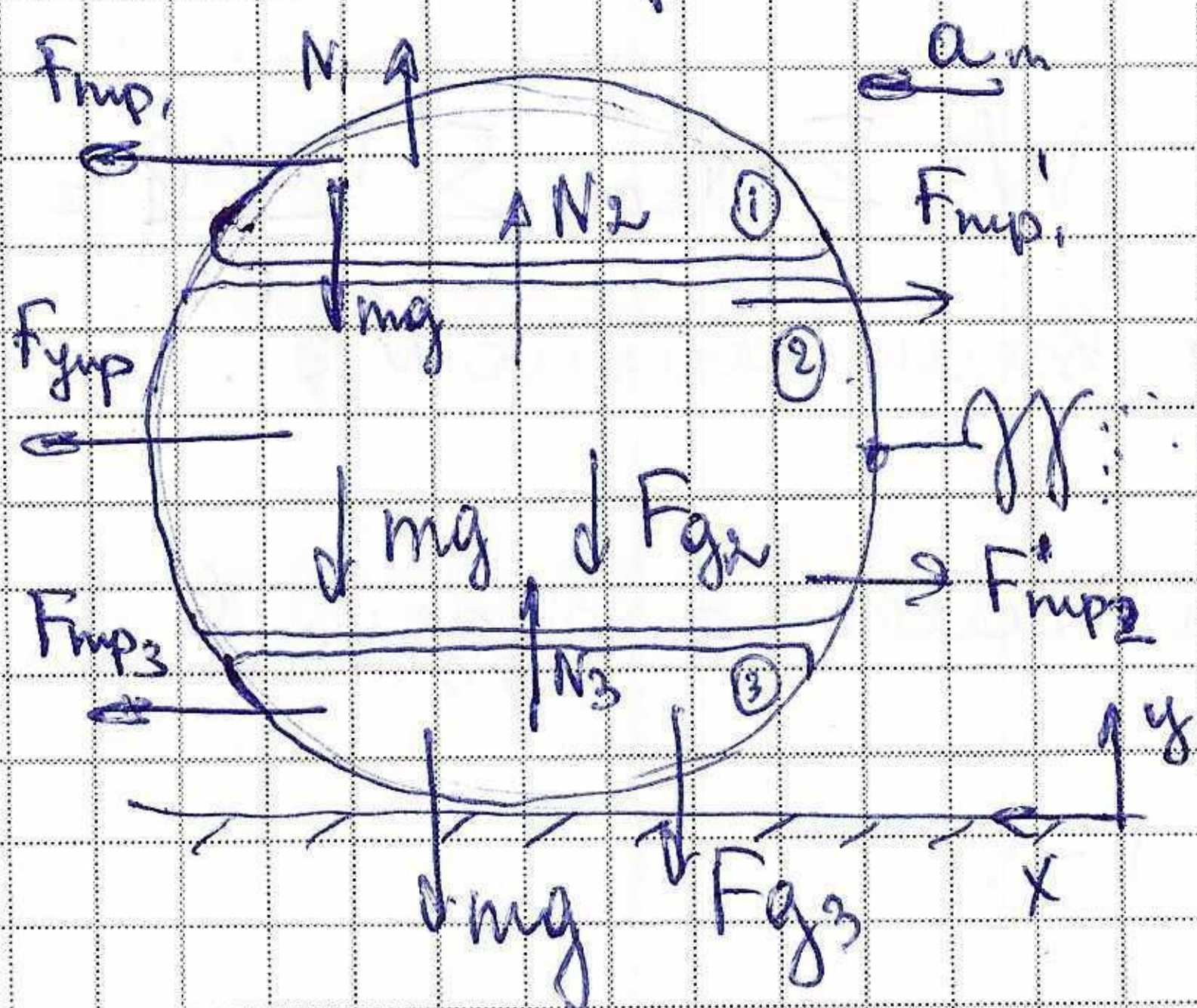
Рассмотрим предельный случай, когда v_0 такая, что система движется как единое целое.

по ЗСЭ: $\frac{6mv_0^2}{2} = \frac{kx_m^2}{2} \Rightarrow x_m = \sqrt{\frac{6mv_0^2}{k}}$

$$\Rightarrow x_m = v_0 \sqrt{\frac{6m}{k}}$$

$F_{упр} = kx \Rightarrow F_{упрm} = kx_m$ — макс. сила упругости.

Рассмотрим левый шарик при макс. сжатии:



по III з. Ньютона: $F_{г2} = N_1$; $F_{г3} = N_2$

по II з. Ньютона:

$$N_1 = mg; N_2 = mg + F_{г2}; N_3 = mg + F_{г3}$$

Внесем значения: (y)

$$N_1 = mg$$

$$N_2 = mg + mg = 2mg$$

$$N_3 = mg + mg + mg = 3mg$$

$$F_{упр} = \mu N \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{упр1} = \mu mg$$

$$F_{упр2} = 2\mu mg$$

$$F_{упр3} = 3\mu mg$$

Для целого шарика $F_{упр} = ma_m \Rightarrow$

$$\Rightarrow kx_m = 3ma_m \Rightarrow a_m = \frac{kx_m}{3m}$$

по III з. Ньютона: $F_{упр1} = F'_{упр1}$, $F_{упр3} = F'_{упр3}$

Тогда по II з. Ньютона для среднего шарика:

$$F_{упрm} + F_{упр2} + F_{упр1} = ma_m; x:$$

$$kx_m - \mu N_2 - \mu N_1 = m \frac{kx_m}{3m} \Rightarrow$$



Вариант задания 1

Лист работы 3 из 3

$$\Rightarrow kx_m - 2\mu mg - \mu mg = \frac{1}{3}kx_m$$

$$\frac{2}{3}kx_m = 3\mu mg \Rightarrow x_m = \frac{9}{2} \cdot \frac{\mu mg}{k}; \text{ подст. } x_m:$$

$$v_0 \sqrt{\frac{6m}{k}} = \frac{9\mu mg}{2k} \Rightarrow v_0 = \frac{9\mu mg \sqrt{k}}{2k \sqrt{6m}} =$$

$$= \frac{3\sqrt{6}}{2 \cdot 6^2} \cdot \mu g \sqrt{\frac{m^2 k}{k^2 m}} = \frac{3\sqrt{6}}{4} \cdot \mu g \sqrt{\frac{m}{k}} - \text{максимальн.}$$

возможна скорость v_0 для движения как единое.
При большей скорости $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр} \text{ск}}$ и части левого
шарика разъедутся.

~~Ответ~~

Ответ: ~~$\frac{3\sqrt{6}}{4} \mu g \sqrt{\frac{m}{k}}$~~ при скоростях $v_0 \leq \frac{3\sqrt{6}}{4} \mu g \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Задача 3.

$$R = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \lambda = 450 \cdot 10^{-9} \text{ м}; m = 5 \cdot 10^{-4} \text{ кг}; q = 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$L_0 = 0,2 \text{ м}; v_0 = 0,15 \text{ м/с}; L_{\text{min}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}; \epsilon_0 = \frac{10^{-9} \text{ Ф}}{36\pi \text{ м}};$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}; e = 3 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; A_{\text{вых}} - ?$$

$A_{\text{вых}} = Ue$. После длительного облучения метал.
шарик полностью зарядится.

