



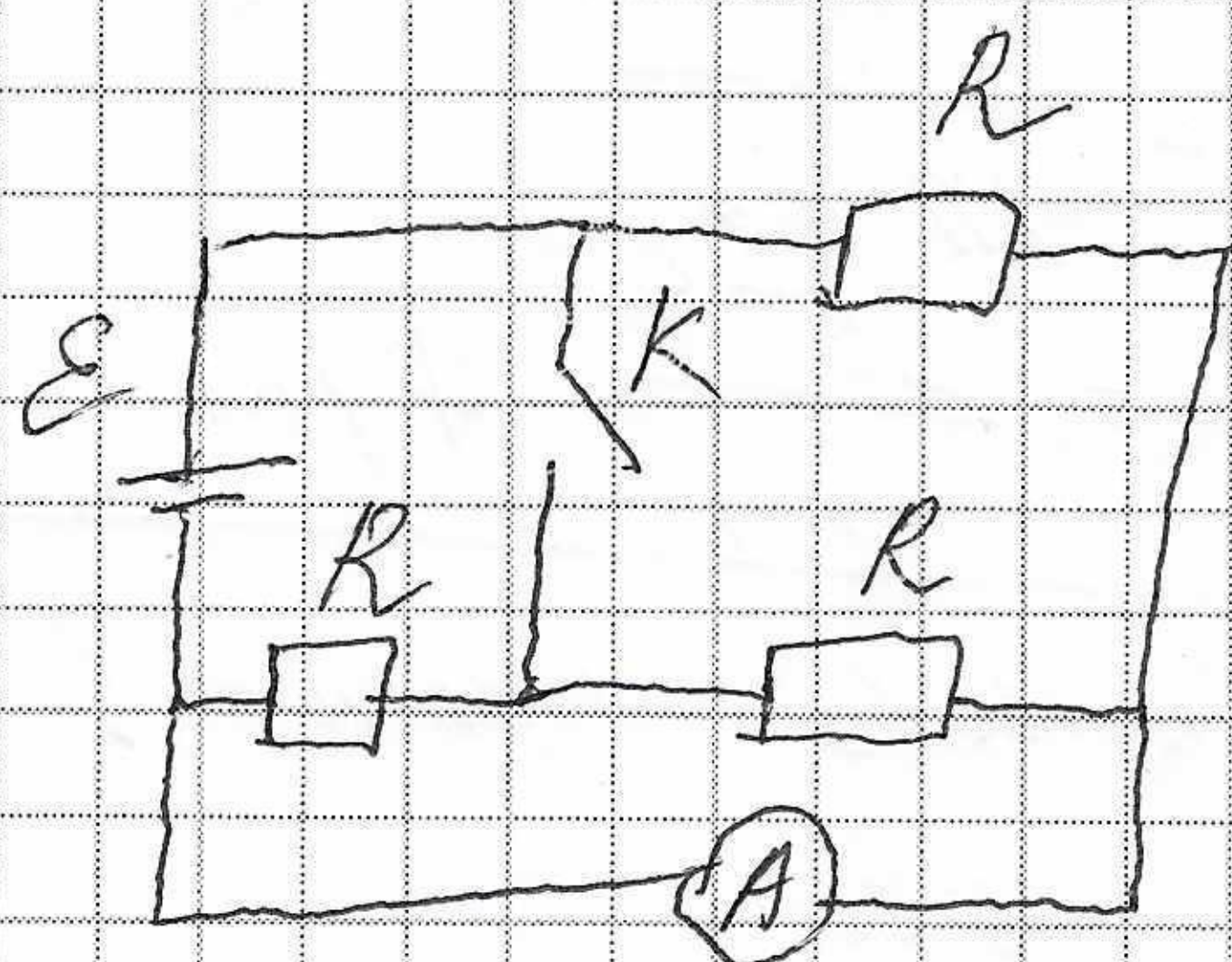
Для
билета

Вариант задания

1

Лист работы

1 из 4



№ 1

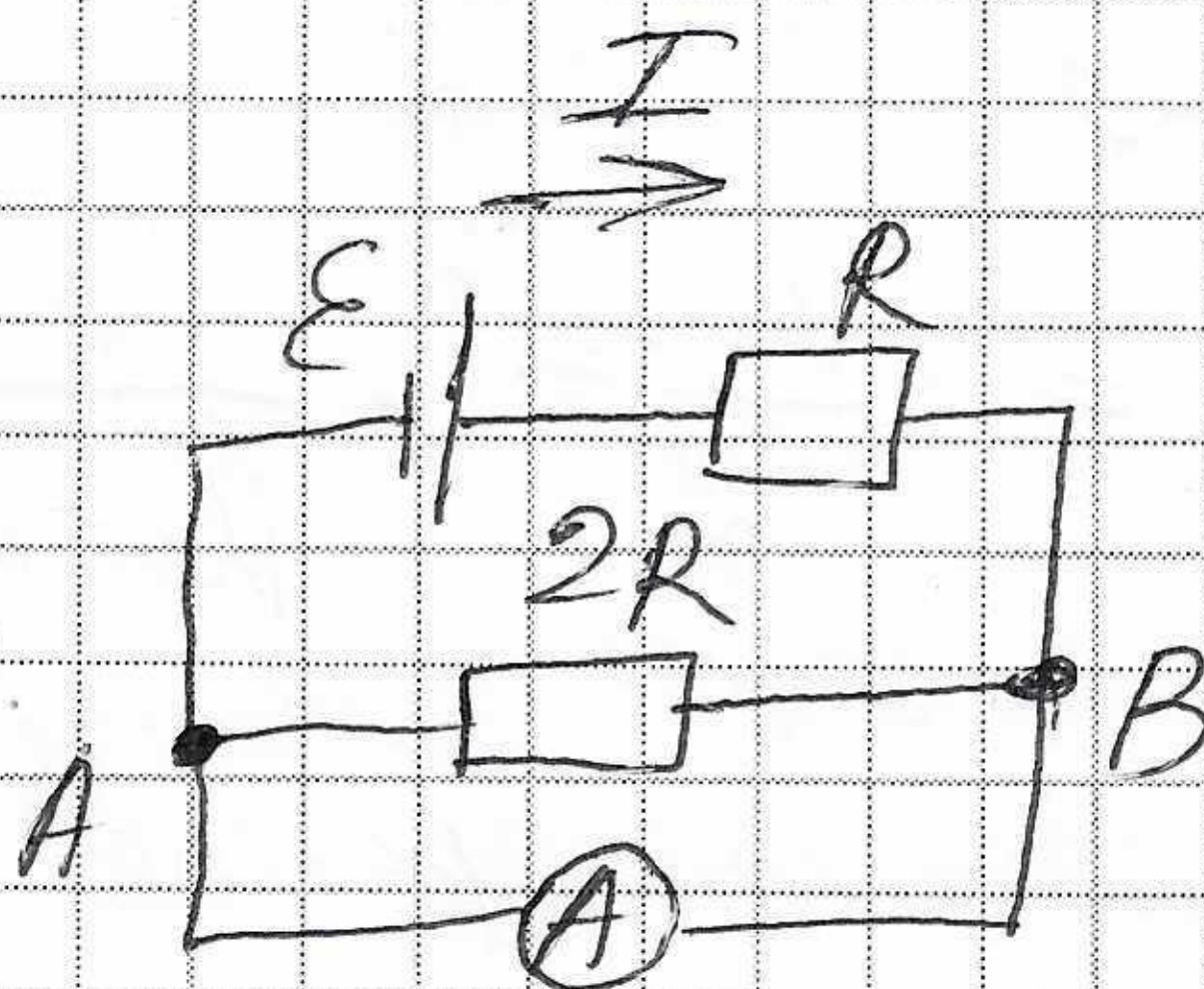
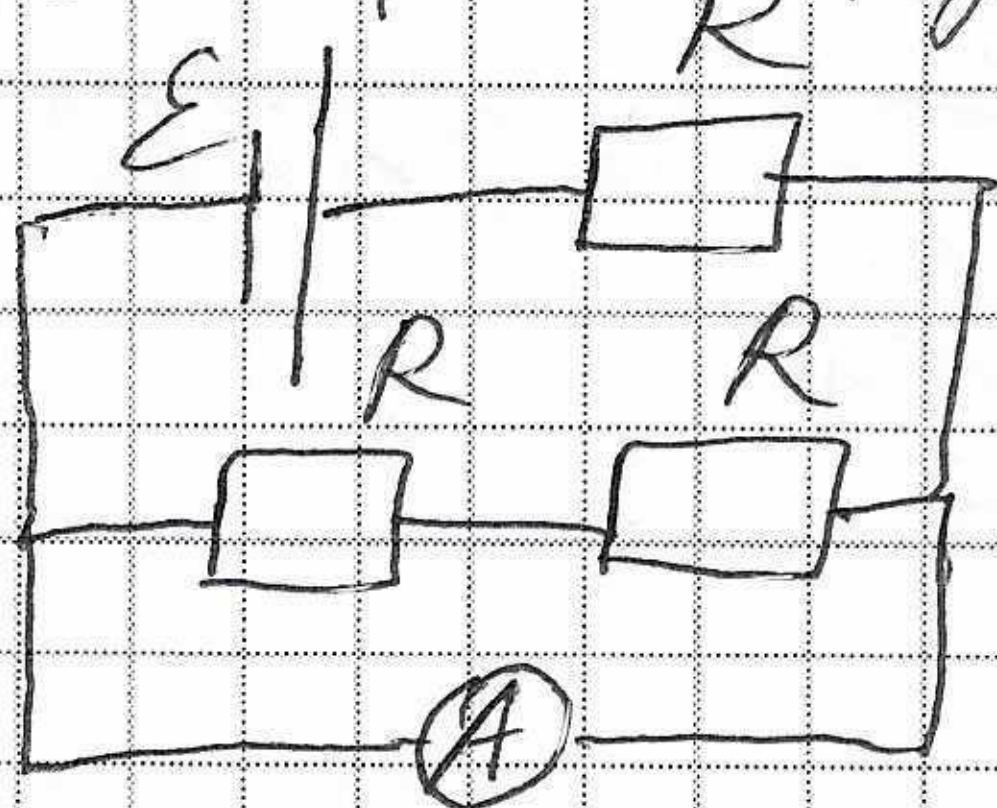
$$E = 240 \text{ В}$$

$$R = 30 \text{ Ом}$$

$I_{A1} = ?$ — замк.

$I_{A2} = ?$ — разомк.

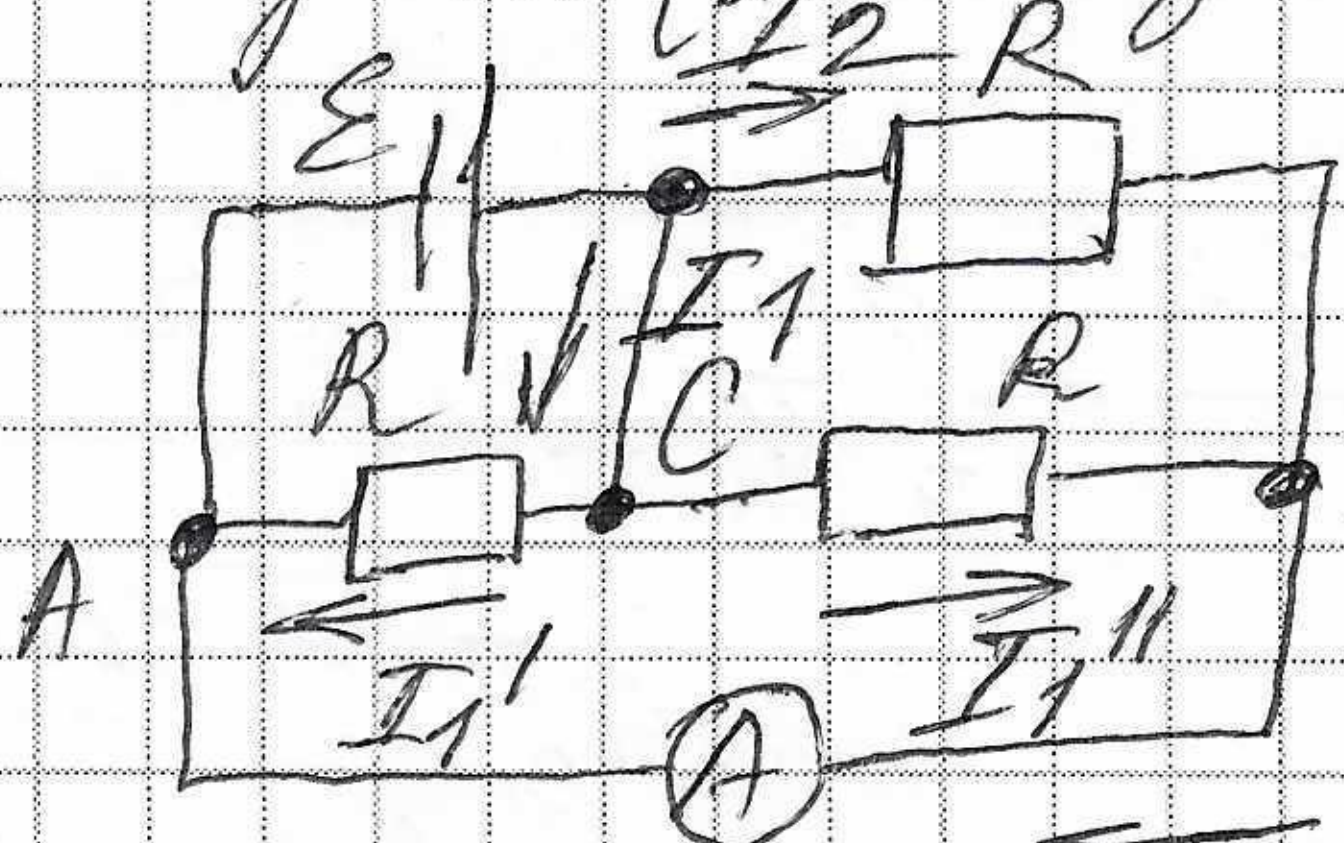
I случай (мощь разомк.)



Т.к. $\varphi_A = \varphi_B$ (амперметр идеальны, $R_A \rightarrow 0$),
ток через $2R$ не течет.

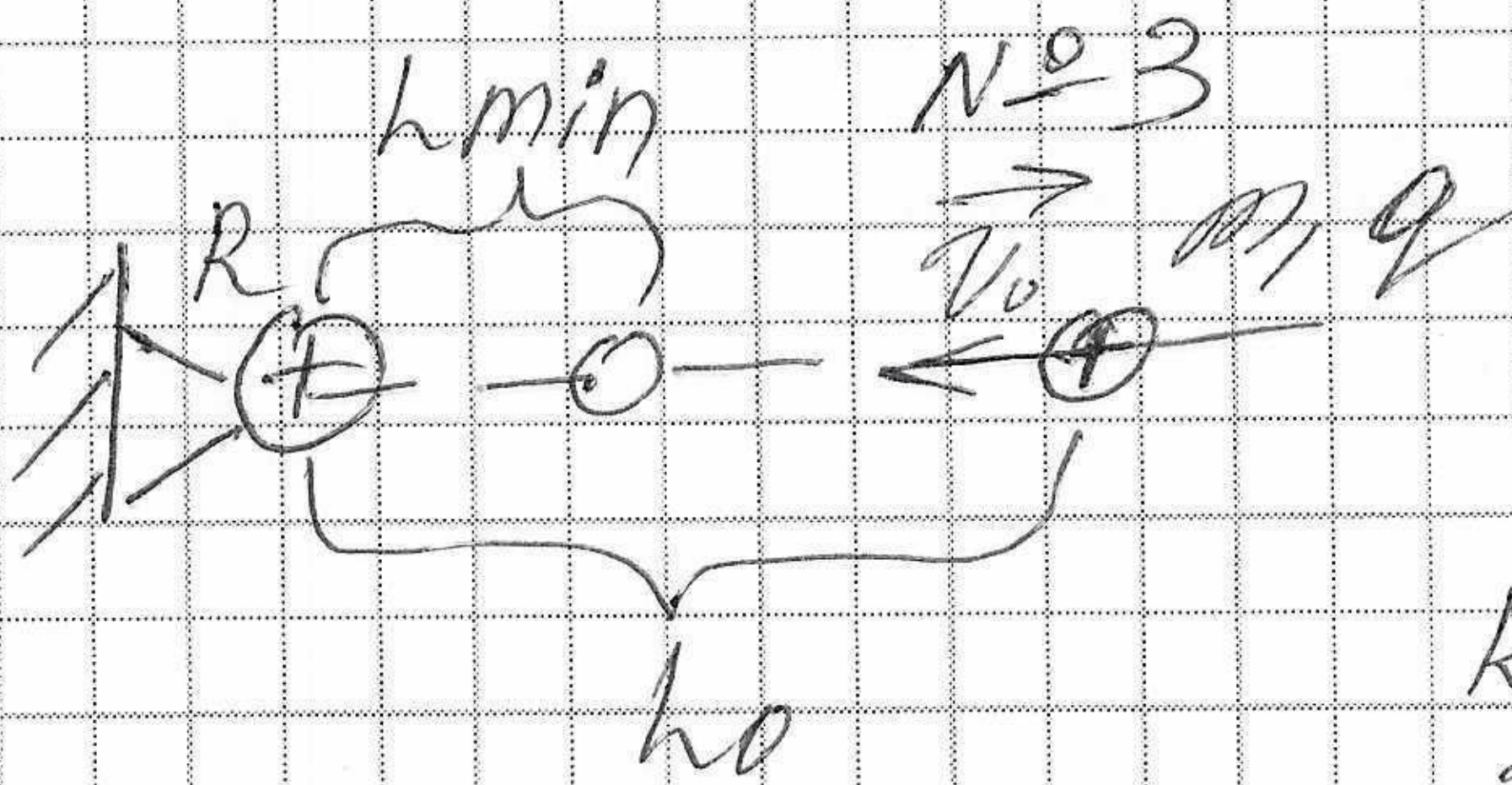
$$\text{Тогда } I_{A1} = I = \frac{E}{R} = \frac{240}{30} = 8 \text{ А} \quad \boxed{\text{по } 30 \text{ ОМ}}$$

II случай (мощь замк.)



$$\begin{aligned} 1) & U_{AC} + U_{BC} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} I_1' R - I_2'' R = 0 \\ I_1' + I_2'' = I_1 \end{cases} \\ 2) & \begin{cases} I_2 R = E \\ I_1' R = E \end{cases} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} I_2 &= I_1' = I_1'' = \frac{I_1}{2} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1' = I_1'' \\ I_1' + I_1'' = I_1 \end{cases} \end{aligned}$$
$$I_1' = I_1'' = \frac{I_1}{2}$$

(см. лист № 2)



Дано:

$$R = 1 \text{ мм}$$

$$\lambda = 450 \text{ нм}$$

$$m = 5 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$Q = 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$l_0 = 0,2 \text{ м} \quad v_0 = 0,15 \text{ м/с}$$

$$l_{\min} = 2 \text{ мм}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

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

1. 3. фотоэффекта Эйнштейна:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

2. Т.к. шар движется во время облучения, он приобрел неск. заряд Q .

Значит между пластинами будут действовать

электростатич. силы отталкивания. $A_{\text{вых}} = ?$

$$\text{ЗСЭ: } k \frac{Q^2}{L_0} + \frac{mv_0^2}{2} = k \frac{Q^2}{L_{\min}}$$

$$Q = \frac{mv_0^2}{2} \cdot \frac{l_0 \cdot L_{\min}}{(l_0 - L_{\min})kQ} \approx 1,263 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}$$

3. Число «выбитых» электронов: (фотоэлектронов)

$$n = \frac{Q}{q_e} = 789345$$

$$\text{ЗСЭ: } n \cdot \frac{mv^2}{2} = W \cdot V, \text{ где } W = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2}$$

$$W = \frac{\epsilon_0 \cdot \left(k \frac{Q^2}{R^2}\right)^2}{2} \Rightarrow$$

объемная плотность энергии

$$\Rightarrow W \cdot V = W \cdot \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{\epsilon_0 \cdot k^2 \cdot Q^2}{2R} \cdot \frac{4}{3}\pi = \frac{Q^2}{24\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{WV}{n} = \frac{Q^2}{24\pi\epsilon_0 R n}$$

ответ: $24\pi\epsilon_0 R$

$$\text{Из (1): } A_{\text{вых}} = h\nu - \frac{mv^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{Q^2}{24\pi\epsilon_0 R n} \approx \frac{2,39 \cdot 10^{-19}}{4,12 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}$$



№1 - продолж.

Через амперметр течет ток $I_2 + I_1''$,
равный I_1 (ранее доказано, что $I_2 = I_1'' = \frac{I_1}{2}$)

$$I_{A2} = I_1 = \frac{2\varepsilon}{R} = 16 \text{ A}$$

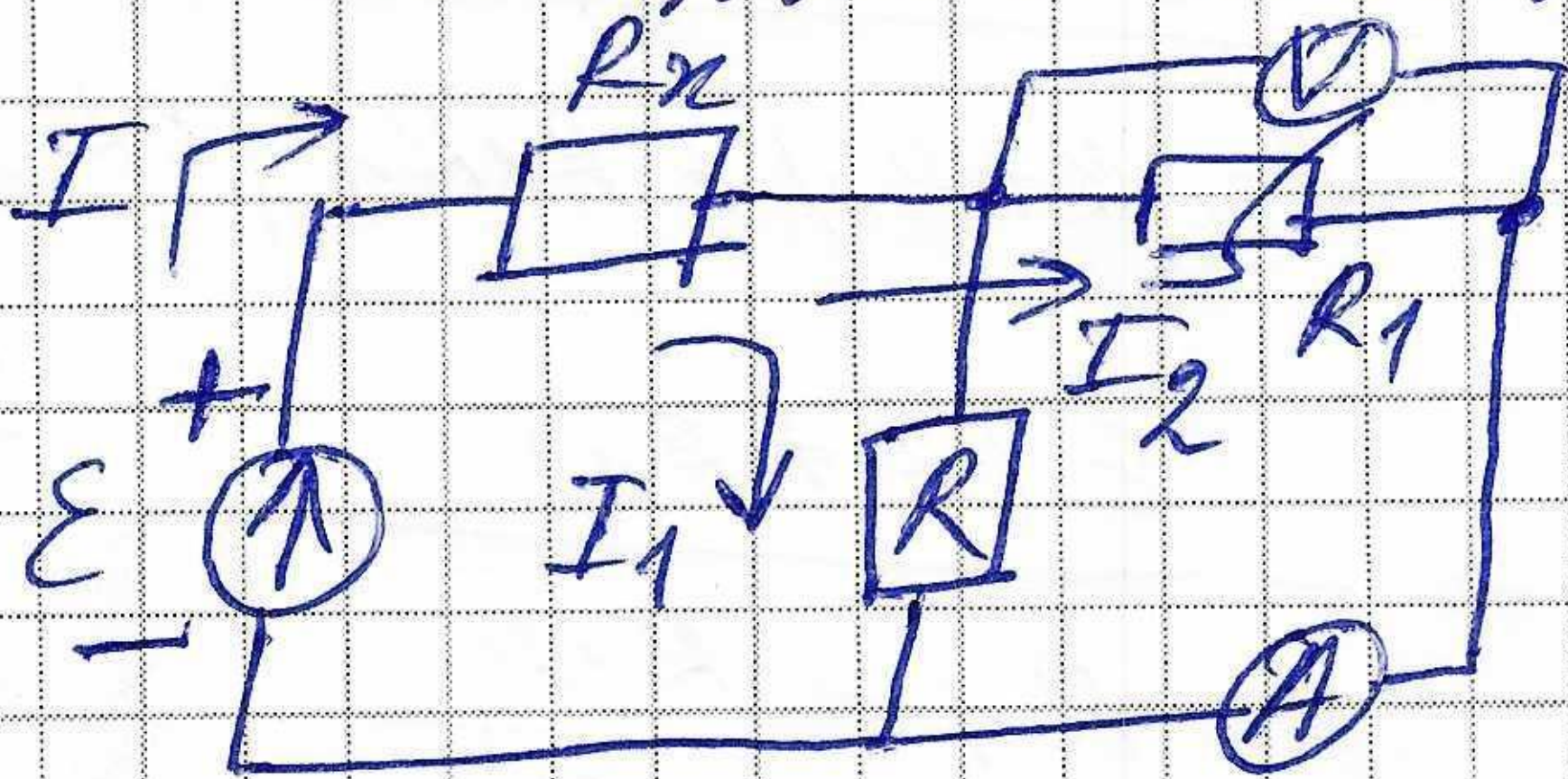
(т.к. в контуре $\varepsilon - C - A$ $I_1' R = \varepsilon$;

ответ: 8 A ; 16 A.

$$I_1 R = 2\varepsilon ; I_1 = \frac{2\varepsilon}{R})$$

№2

Иск. схема эквивалентна:



$$\varepsilon = 30 \text{ В}$$

$$R = 300 \text{ Ом}$$

$$I_A = ?$$

$$U_{R1} = ?$$

$$\text{где } R_x = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{R}{2} ; I = I_1 + I_2$$

т.к. $R_A \rightarrow 0$, $R_V \rightarrow +\infty$

по 3. схема $U_{R1} = I_2 R_1$

по св-ву параллельного соединения,

$$U_{R1} = U_R = \varepsilon - I R_x$$

(см. ответ)

(№2 - программа)
Имеем circuit:



$$\begin{cases} I_2 R_1 = E - I R_n & (1) \\ I_1 + I_2 = I & (2) \\ I = \frac{E}{R_n + \frac{R \cdot R_1}{R + R_1}} & (3) \end{cases}$$

$$(3): I = \frac{E(R + R_1)}{R_n(R + R_1) + R \cdot R_1}$$

$$(1): I_2 R_1 = E - (I_1 + I_2) R_n$$

$$I_1 = \frac{E - I_2(R_1 + R_n)}{R_n}$$

$$(2): I_1 + I_2 = I$$

$$\frac{E - I_2(R_1 + R_n)}{R_n} + I_2 = I = \frac{E(R + R_1)}{R_n(R + R_1) + R \cdot R_1} \quad | \cdot R_n$$

$$E - I_2 R_1 - I_2 R_n + I_2 R_n = \frac{E(R + R_1)}{R + R_1 + \frac{R \cdot R_1}{R_n}}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_1} \left(1 - \frac{R + R_1}{R + R_1 + \frac{R \cdot R_1}{R_n}} \right) \quad | \cdot R_1$$

$$U_{R1} = E \left(1 - \frac{R + R_1}{R + 3R_1} \right) \stackrel{R=10}{=} \frac{R}{2}$$

подставим точки (1; 10) и графика

$$10 = 30 \left(1 - \frac{30 + R_1}{30 + 3R_1} \right)$$

$$\frac{30 + R_1}{30 + 3R_1} = \frac{2}{3} \quad ; \quad 90 + 3R_1 = 60 + 6R_1$$

$$3R_1 = 30; R_1 = 10 \text{ Ом.}$$

Проверим: $I_2 = \frac{U_{R1}}{R_1} = \frac{10}{10} = 1$ — в точности абсцисса этой точки

Значит установившийся ток равен 1 А, напряжение на R_1 — это ЭДС, значит $R_1 = 10 \text{ Ом.}$ (см. лист 3)

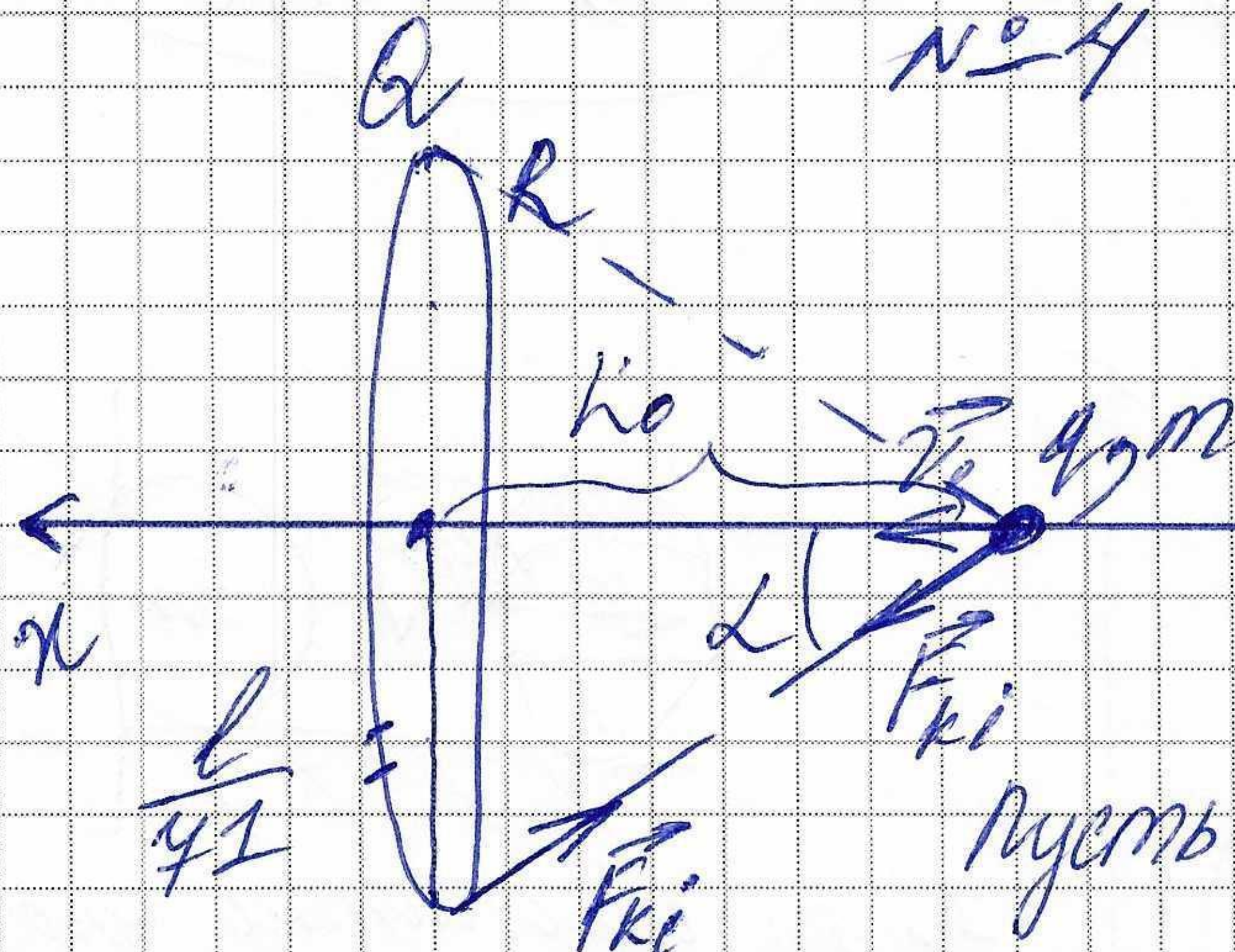


(№2 - продолж.)

Мы выяснили ранее, чему равно
напряжение и ток на наименьшем элементе R_1 .
Искомое ~~по~~ показание вольтметра равно
напряжению на R_1 , т.е. 10 В.

Через идеальный амперметр течет
такой же ток I_2 , что и через R_1 .
Значит показание амперметра - 1 А.
Ответ: 10 В; 1 А.

№4



$V_H = ?$

1. Пренебрежем вырез.
частью, т.к. она
вносит незначит.
вклад в эл. поле кольца

Пусть R - радиус кольца

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

2. Найдем напряженность эл. поля кольца
в точке, где находится заряд

$$E = \sum E_{xi} \text{ (разобьем кольцо на } n \text{ мал. частей)}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{R \sin \alpha}{L_0} ; E_{xi} = k \frac{Q_i \cos \alpha}{(\sqrt{R^2 + L_0^2})^2} = k \frac{Q_i \cos \alpha}{R^2 + L_0^2}$$

$$E = \sum_{i=0}^n k \frac{Q_i \cos \alpha}{R^2 + L_0^2} = k \frac{Q}{R^2 + L_0^2} \cos \alpha =$$

$$\cos \alpha = \frac{L_0}{\sqrt{L_0^2 - R^2}} \text{ (см. оборот)}$$



(№4-продолж.)

3.

Запомним, что в момент прохождения
колечком заряда центра кольца, на него не
будет действовать кулоновская сила,

т.к. они взаимно сократятся, поэтому
напряженность поля в центре кольца равна 0.
Запомним ЗСЭ для заряженного ~~кольца~~
кольца:

$$\frac{mv_4^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{19|E_0|}{2}, \text{ т.к. напряженность}$$

поля кольца на центральной
оси равномерно

$$m(v_4^2 - v_0^2) = 19|E_0|$$

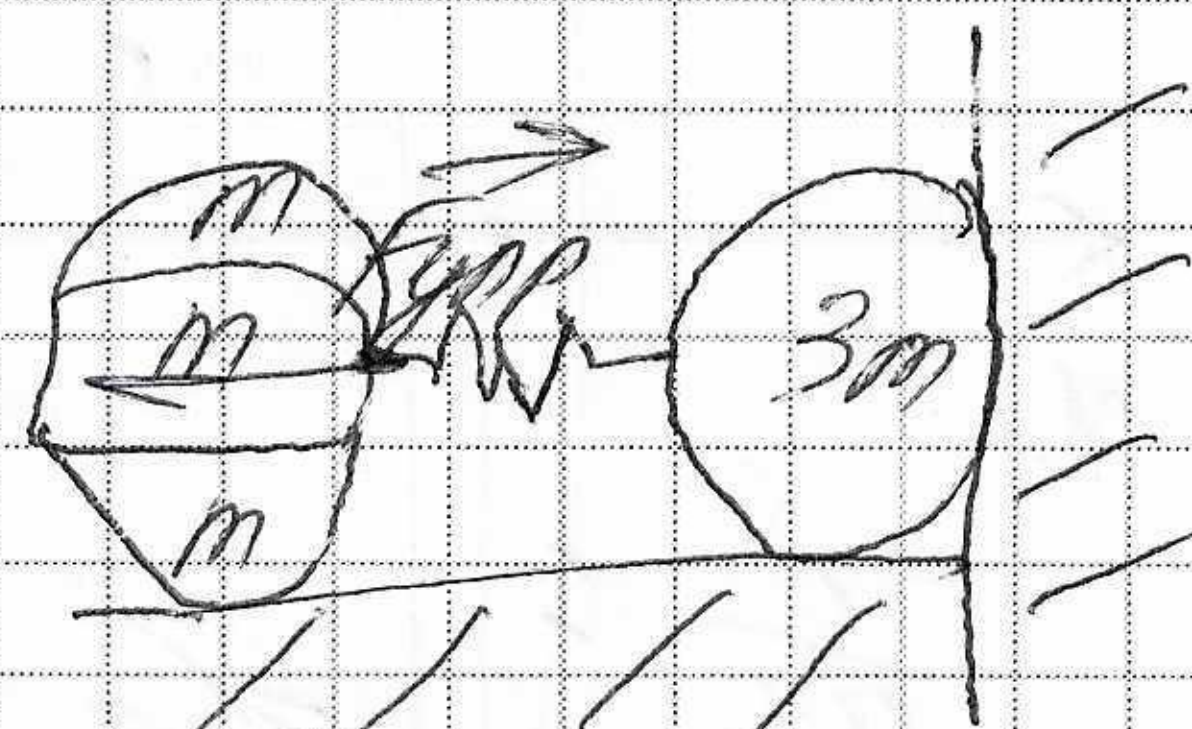
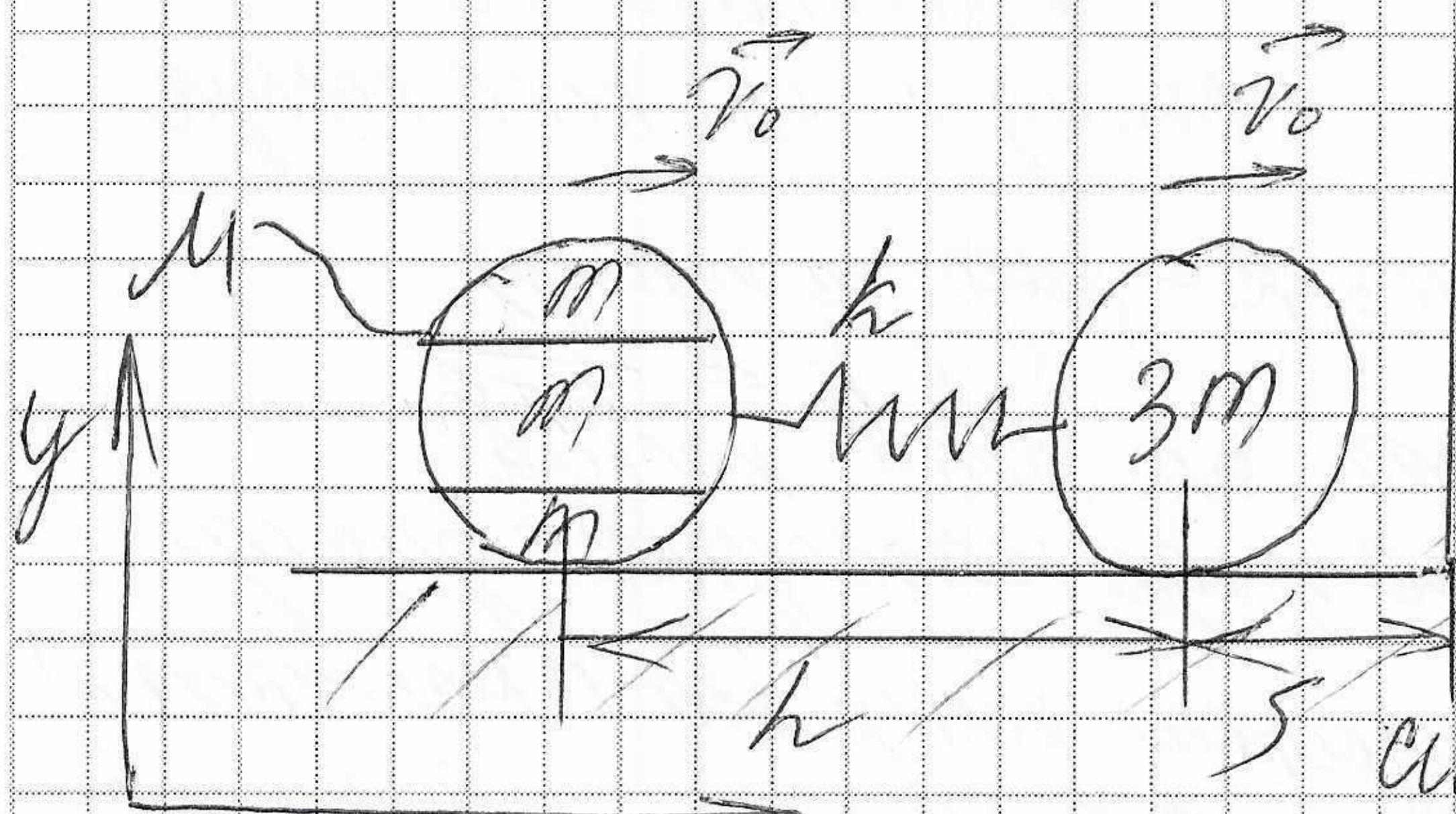
убывает от макс.
значения в нач. момент
до 0.

$$v_4 = \sqrt{\frac{19|E_0|}{m} + v_0^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{19|E_0|^2}{m} \cdot \frac{kQ\sqrt{L_0^2 - R^2}}{L_0^4 - R^4} + v_0^2} = 15,34 \text{ м/с}$$

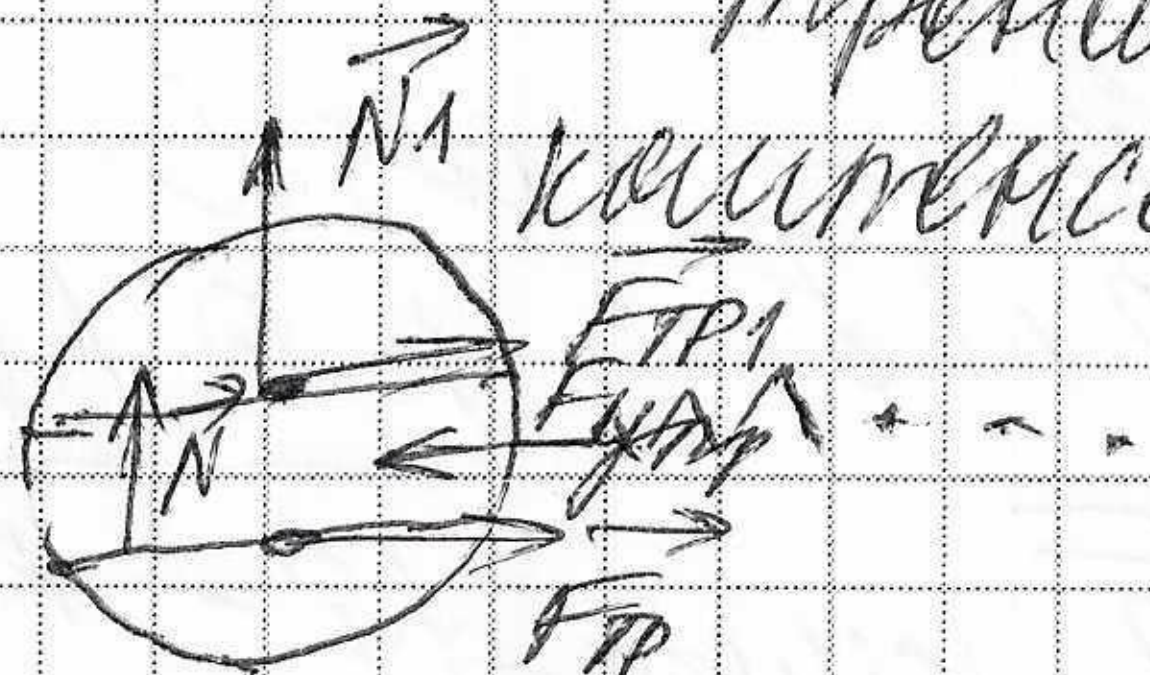
ответ: 15,34 м/с.

№5



1. При абсолютно упругом
столкновении в нач. момент
пружина сожмется, создав
силу $F_{упр}$, направ. влево.

т.ч. чтобы части левого шара не
сдвинулись относительно друг друга, силы
трения между частями должны
компенсировать $F_{упр}$, т.е.



$$\text{Оу: } F_{упр1} = \mu N_1 = \mu mg$$

$$F_{упр} = \mu N = 2\mu mg \text{ (см. лист-4)}$$



Вариант задания

1

Лист работы

4 из 4

Ох; (№ 5 - продолж.)

$$F_{упр} \leq 3mg$$

При макс. скорости v_0 в граничном случае

$$F_{упр} = 3mg = k\Delta x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{3mg}{k} \text{ макс. допустимое}$$

- статическая пружина при ударе о стенку.

2. Т.к. удар абсолютно упругий, выполняется
ЗСИ и ЗСЭ.

ЗСЭ:

$$\frac{2 \cdot 3m v_0^2}{2} = \frac{k \Delta x^2}{2}$$

(когда шары остановятся, деформация пружины будет максимальной)

$$3m v_0^2 = k \Delta x^2$$

$$v_0 = \sqrt{k \cdot \frac{\Delta x^2}{3m}} =$$

$$= \sqrt{k \cdot \frac{3^2 \mu^2 g^2}{k^2 \cdot 3m}} = g \sqrt{\frac{3 \mu^2 m}{k}} =$$

$$= \mu g \sqrt{\frac{3m}{k}}.$$

Ответ: $v_0 \in [0; \mu g \sqrt{\frac{3m}{k}}]$.

