



Для
билета

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 3

Дано

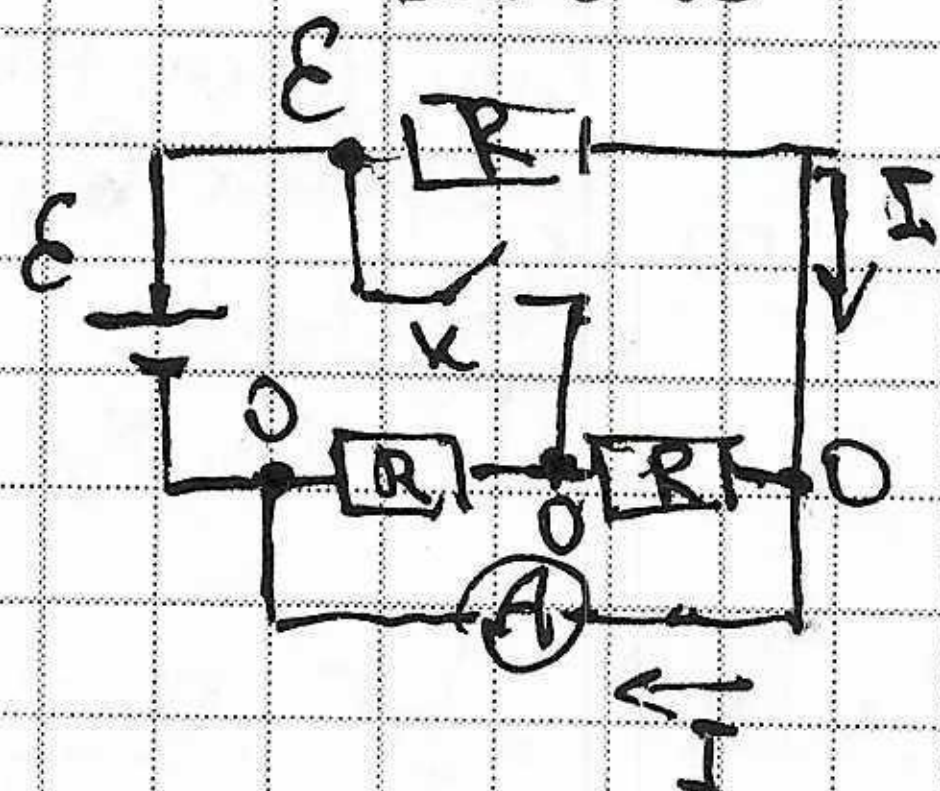
$$\mathcal{E} = 240 \text{ В}$$

$$R = 30 \text{ Ом}$$

Решение

при разомкнутом

ключе

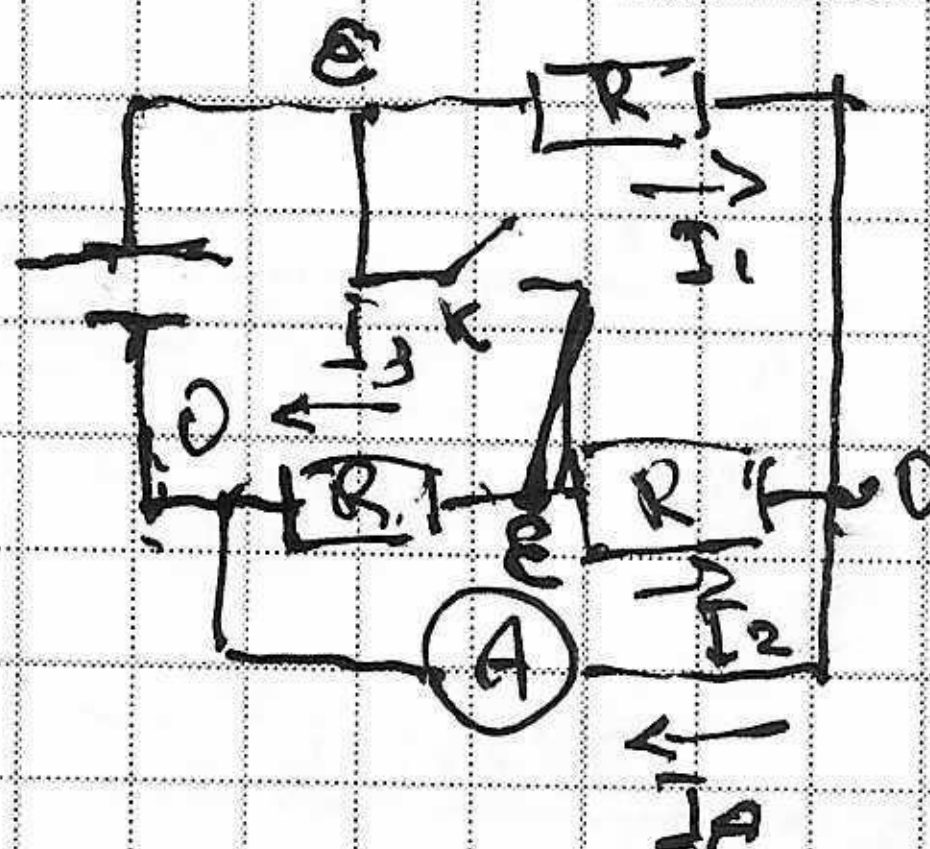


$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = 8 \text{ А} = \frac{240}{30}$$

Задача n1

при замкнутом ключе

по методу узловых потенциалов



$$I_1 + I_2 = I_A$$

$$\frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{\mathcal{E}}{R} = I_A$$

$$I_A = \frac{2\mathcal{E}}{R} = \frac{480}{30} = 16 \text{ А}$$

Ответ: при замык. $I = 16 \text{ А}$,
при разомк. $I = 8 \text{ А}$.

Задача n2

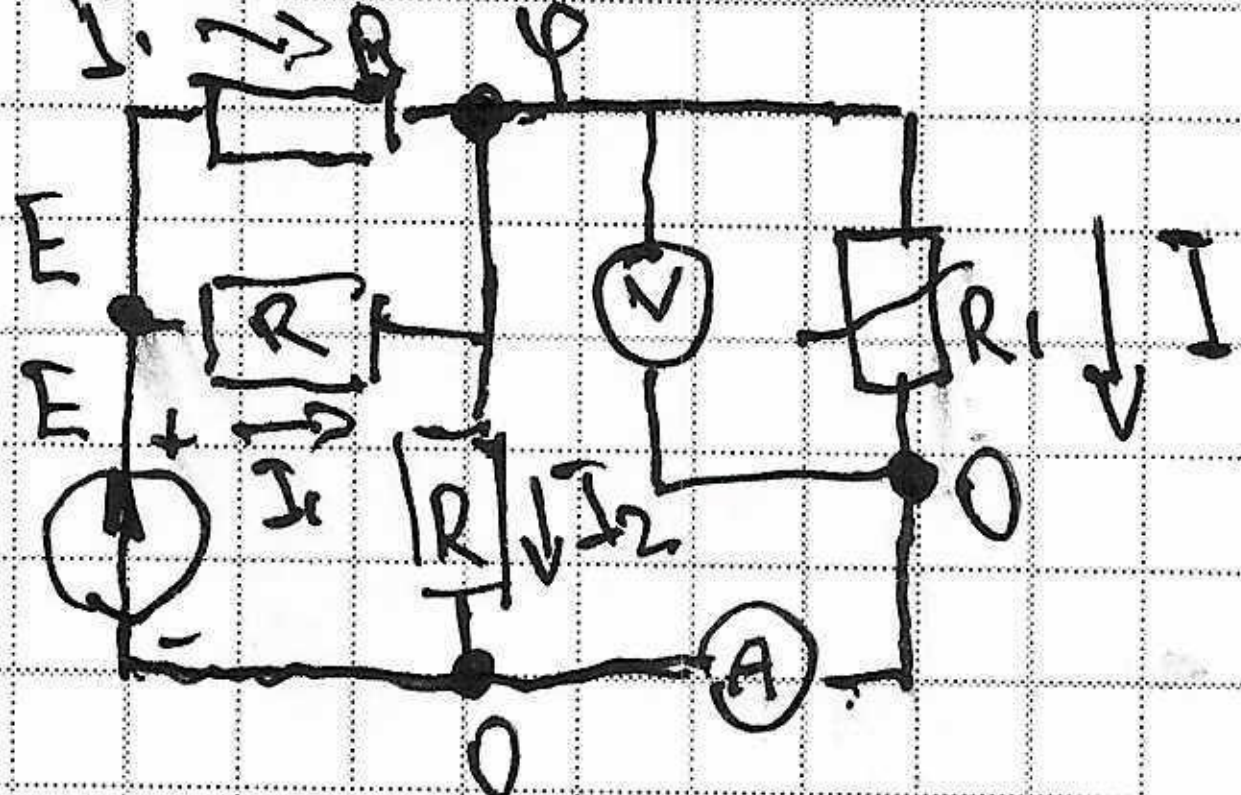
по методу узловых потенциалов

Дано

$$\mathcal{E} = 30 \text{ В}$$

$$R = 30 \text{ Ом}$$

Решение

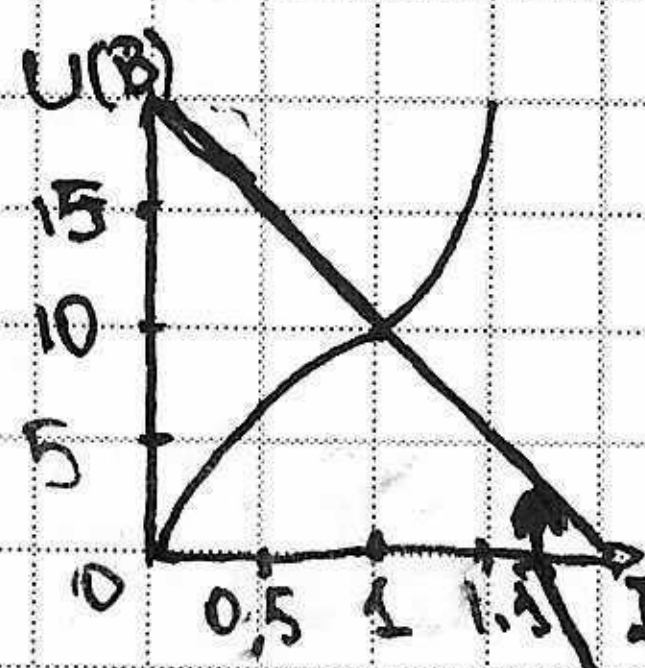


$$I_1 = \frac{\mathcal{E} - \varphi}{R}$$

$$I_2 = \frac{\varphi}{R} \quad I = \frac{\varphi}{R_1}$$

$$2I_1 = I_2 + I$$

$$\frac{2\mathcal{E} - 2\varphi}{R} = \frac{\varphi}{R} + I \Rightarrow \frac{2\mathcal{E}}{R} - \frac{3\varphi}{R} = I$$



при этом исходя из схемы φ - это напряжение на
вольтметре и на нелинейном элементе, а I - ток на
нем и амперметре $\Rightarrow I = -0,1\varphi + 2$ получили из метода
узловых потенциалов, пересечение этой
линии ВАХ: $\varphi = 20 - 10I$ пересечение - это
решение системы

Ответ: Вольтметр $\varphi = 10 \text{ В}$

амперметр $I = 1 \text{ А}$



Задача 3

Дано
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Решение

из-за света вследствие фотоэффекта шарик

$R = 1 \text{ мкм}$

будет покидать фотол. в результате чего шарик

$\lambda = 450 \text{ нм}$

будет приобретать заряд и потенциал φ эта зарядка будет

$m = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг}$

происходить до тех пор, пока пот. эн. шарика не

$q = 10^{-8} \text{ Кл}$

станет равна $E_{k(\text{max})}$ фотоэлектрона $e\varphi = E_{k(\text{max})}$

$L_0 = 0,2 \text{ м}$

по уравнению Эйнштейна $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{k(\text{max})} = A_{\text{вых}} + e\varphi$

$U_0 = 5 \cdot 10^7 \text{ В}$

$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda} - e\varphi$ φ найдем из ЗСЭ для приближ. шара

$L_{\text{min}} = 2 \text{ мкм}$

емкость при этом имеем в виду, что для мет. шара

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

$C = 4\pi\epsilon_0 R = \frac{q_{\text{ш}}}{\varphi}$ тогда: $\frac{mU_0^2}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{\text{ш}}}{L_0} \cdot q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{\text{ш}}}{L_{\text{min}}} \cdot q$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$

$E_{k(\text{точ. тела})}$ $E_{\text{шара на расстоянии } L_0}$ $E_{\text{шара на расстоянии } L_{\text{min}}}$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

при доп. на заряде φ энергии φ электрона

$$q_{\text{ш}} = \frac{mU_0^2}{2} \cdot \frac{4\pi\epsilon_0}{q} \cdot \frac{1}{\frac{1}{L_{\text{min}}} - \frac{1}{L_0}} = \frac{2\pi \cdot U_0^2 \cdot \epsilon_0 \cdot m}{q} \cdot \left(\frac{L_0 \cdot L_{\text{min}}}{L_0 - L_{\text{min}}} \right)$$

$$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda} - e \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \frac{2\pi m U_0^2 \epsilon_0}{q} \cdot \left(\frac{L_0 \cdot L_{\text{min}}}{L_0 - L_{\text{min}}} \right) = \frac{hc}{\lambda} - \frac{meU_0^2}{2Rq} \cdot \left(\frac{L_0 \cdot L_{\text{min}}}{L_0 - L_{\text{min}}} \right)$$

$$A_{\text{вых}} \approx 2,7625 - 1,1364 = 1,626 \text{ эВ} \quad \text{Ответ: } A_{\text{вых}} \approx 1,626 \text{ эВ}$$



Вариант задания 1

Лист работы 2 из 3

Дано: $3m$, L , k , g
Решение: Между частями шарика действует сила трения $F_{тр. max}$ максимальное значение которой может равняться $4mg$.
На нижнюю плоскость давит $\frac{2}{3}$ т.е. $2mg$, на верхнюю $\frac{1}{3}$ т.е. mg , при этом других вертикальных сил кроме mg и N нет, верт. ускорения нет \Rightarrow на верхней плоскости макс. сила трения $4mg$, на нижней $2mg$. Т.к. считаем систему симметричной (рисунком) то считаем, что силы трения в противоположа силе от сжатия пружины растут одинаково до тех пор, пока не достигнут $4mg$ с послед. разделением верхней части \Rightarrow система не единое целое. Нижнее не до $2mg$, ведь тогда бы моменты сил не уравновесили друг друга и было бы вращение \Rightarrow одинаковые. Для достижения условия неделимости, описанное выше граничное условие на силу трения должно выполняться на протяжении всего удара \Rightarrow риск разрушения максимален при максимальном сжатии, которое достигается при остановке левого шара \Rightarrow всей сист. \Rightarrow По ЗСЭ

$$\frac{2 \cdot 3m v_0^2}{2} = \frac{k x_{max}^2}{2} \Rightarrow x_{max} = v_0 \sqrt{\frac{k m}{k}}$$

$$F_{упр. max} = 2F_{тр} = 2 \cdot 4mg = k x_{max} = k v_0 \sqrt{\frac{k m}{k}} = v_0 \sqrt{16mk}$$

$$v_0 = \frac{2 \cdot 4mg}{\sqrt{16mk}} = \frac{4mg}{\sqrt{3k}}$$

Ответ: при скоростях, меньше, чем $v_0 = \frac{4mg}{\sqrt{3k}}$



Дано

Задача n 4

$$Q = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

Решение

$$m = 1 \text{ г}$$

Напряженность ЭП от Равномерно

$$q = -4 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

Заряженного кольца на его оси $E_0 = \frac{Q L_0}{4\pi\epsilon_0(R^2 + L_0^2)^{3/2}}$

$$L_0 = 0,5 \text{ м}$$

Исходя из принципа суперпозиции, удаление наибольшей

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

части заряженного кольца \pm помещенного на угол кольца

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \frac{\text{Ф/м}}{\text{В} \cdot \text{м}}$$

в месте выреза точечного равного по вел-не заряду

$$\Delta\phi = \frac{Q \Delta\varphi}{2\pi}$$

и противоположного по знаку Q

φ - угол вырезанного участка, ввиду малости,

На этот заряд действует заряд q с силой: $F_1 = \frac{q \Delta Q}{4\pi\epsilon_0(R^2 + L_0^2)}$

Сила действующая на заряд со стороны кольца: $F_0 = q E_0$

Суммарная сила $\vec{F} = \vec{F}_0 + \vec{F}_1$

\vec{F} - диагональ параллелограмма со сторонами F_1 и F_0

$$\cos \alpha = \frac{V - V_0}{L_0} ; L_0 = \frac{V^2 - V_0^2}{2a} \Rightarrow V = \sqrt{2L_0 a + V_0^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{R}{L_0} = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 \Rightarrow 1 + \cos^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = 0,8$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,37$$

Запишем 2 и 3 Закон Ньютона на ось x:

$$F_0 - F_1 \cos \alpha = ma \Rightarrow a = \frac{F_0 - F_1 \cos \alpha}{m}$$

F_1 - сила действующая на q со стороны ΔQ $F_1 = \frac{q \Delta Q}{4\pi\epsilon_0(R^2 + L_0^2)}$

$$F_1 = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{4\pi \frac{10^{-9}}{36\pi} (0,2^2 + 0,5^2)} = 3,47 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$L_0 = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$ - пройденный с a ускорением путь

F_0 - сила действующая на q со стороны Q $V = \sqrt{2aL_0 + V_0^2}$

$$F_0 = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 L_0^2} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{4\pi \frac{10^{-9}}{36\pi} \cdot 0,5^2} = 0,288 \text{ Н}$$

$$\text{Тогда: } a = \frac{0,288 - 3,47 \cdot 10^{-3} \cdot 0,37}{10^{-3}}$$

$$a = 286$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 286 \cdot 0,5 + 10^2} = 19,6 \text{ м/с}$$

Ответ: $V = 19,6 \text{ м/с}$



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»



Вариант задания

1

Лист работы 3 из 3

