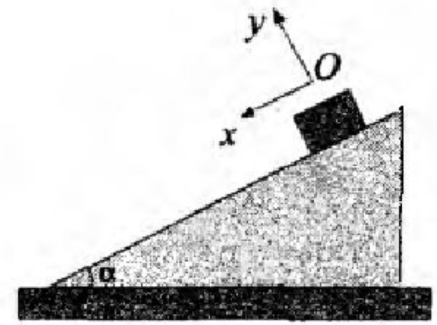
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ
РТ 2020/2021 г.
ЭТАП 2

A5 С вершины наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 30°$ с горизонтом, отпускают тело без начальной скорости (см. рис.). Движение тела вдоль наклонной плоскости описывается уравнением $x = At^2$, где $A = 0{,}8\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Коэффициент трения μ между телом и плоскостью равен:



1) 0,80;
2) 0,67;
3) 0,48;
4) 0,39;
5) 0,08.

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр.}} = m\vec{a}$$

OX: $mgsin\alpha - F_{\text{тр.}} = ma$; $\quad F_{\text{тр.}} = \mu N$

OY: $-mgcos\alpha + N = 0$; $\ N = mgcos\alpha$

$$F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mgcos\alpha$$

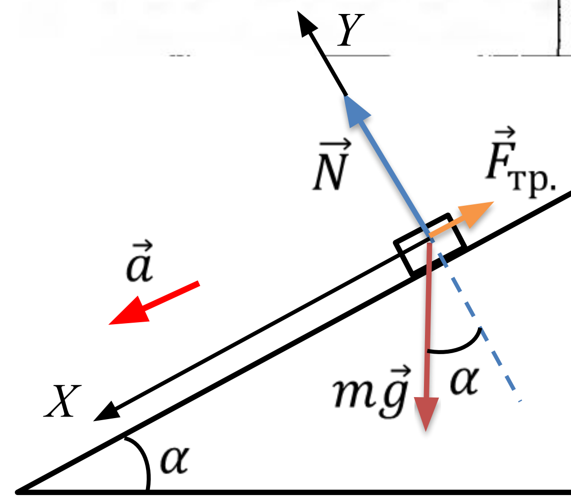
$$mgsin\alpha - \mu mgcos\alpha = ma$$

$$\mu = \frac{gsin\alpha - a}{gcos\alpha};$$

$$x = 0{,}8t^2$$

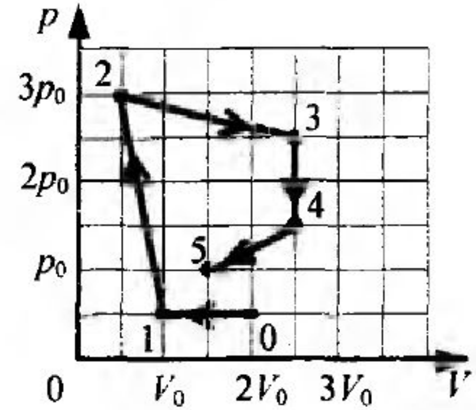
$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$\frac{a_x}{2} = 0{,}8 \Rightarrow a_x = 1{,}6\left(\text{м}/\text{с}^2\right)$$



$$\mu = \frac{gsin\alpha - a}{gcos\alpha} =$$

$$= \frac{10 \cdot 0{,}5 - 1{,}6}{10 \cdot 1{,}73 \cdot 0{,}5} \approx 0{,}39$$

A9	На p–V-диаграмме изображены процессы $0 \to 1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 5$, проведённые с одним молем идеального газа. Отрицательную работу A газ совершил в процессе(-ах):	 	1) $0 \to 1$; 2) $1 \to 2$; 3) $2 \to 3$; 4) $3 \to 4$; 5) $4 \to 5$.

A11	Сопротивление провода длиной l при постоянной температуре зависит от: 1) диаметра провода; 2) напряжения на концах провода; 3) рода вещества, из которого изготовлен провод, и напряжения на его концах; 4) рода вещества, из которого изготовлен провод; 5) диаметра провода и напряжения на его концах.	1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

B1 Кинематические законы движения вдоль оси Ox двух велосипедистов имеют вид $x_1 = At$; $x_2 = B + Ct$, где $A = 5{,}0\,\frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = 150$ м, $C = -10\,\frac{\text{м}}{\text{с}}$. Модуль скорости $v_{\text{отн}}$ первого велосипедиста относительно второго равен … $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

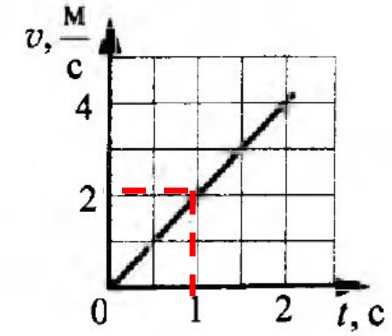
$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$x_1 = 5t \quad \Rightarrow \quad v_{0x1} = 5$$

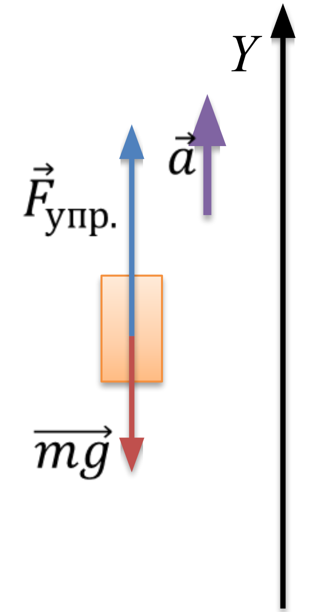
$$x_2 = 150 - 10t \quad \Rightarrow \quad v_{0x2} = -10$$

$$v_{\text{отн}} = |5 - (-10)| = |15| = 15\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

B2 На рисунке показан график зависимости скорости v движения тела массой $m = 0,50$ кг от времени t. Если тело поднимают вертикально вверх на упругой лёгкой ленте жёсткостью $k = 25\ \frac{\text{Н}}{\text{м}}$, то удлинение Δl ленты равно … **см**.



$$F_{\text{упр.}} = k\Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{F_{\text{упр.}}}{k}; \quad F_{\text{упр.}} - ?$$



$$\vec{F}_{\text{упр.}} + \overrightarrow{mg} = m\vec{a}$$

OY:

$$F_{\text{упр.}} - mg = ma \quad \Rightarrow \quad F_{\text{упр.}} = m(g + a)$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2}{1} = 2\left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$$

$$\Delta l = \frac{F_{\text{упр.}}}{k} = \frac{m(g + a)}{k} = \frac{0,5(10 + 2)}{25} = \frac{6}{25} =$$

$$= 0,24(\text{м}) = 24(\text{см})$$

B3	На одном конце жёсткого стержня длиной $l = 0,70$ м укреплён небольшой груз массой $m = 0,47$ кг. Стержень вращается в вертикальной плоскости вокруг оси, проходящей через другой конец стержня, с постоянной угловой скоростью $\omega = 4,0\ \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Модуль силы взаимодействия F груза со стержнем в нижней точке траектории равен … **Н**.

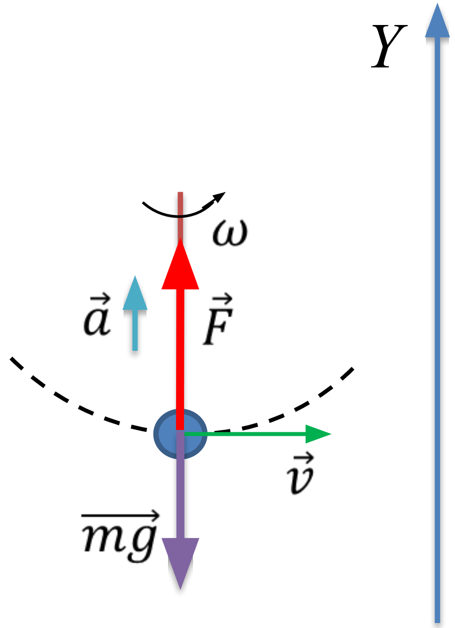
$$\vec{F} + \overrightarrow{mg} = m\vec{a}; \qquad a = \omega^2 l$$

OY

$: \quad F - mg = m\omega^2 l$

$$F = mg + m\omega^2 l = 0{,}47 \cdot 10 + 0{,}47 \cdot 4^2 0{,}7 =$$

$$= 4{,}7 + 5{,}264 \approx 10(\text{Н})$$



B4 Сухогрузное судно транспортирует контейнеры общей массой $m_к = 9{,}0 \cdot 10^5$ кг из морского $\left(\rho_{м.\ воды} = 1030 \frac{кг}{м^3}\right)$ порта в речной $\left(\rho_{р.\ воды} = 1000 \frac{кг}{м^3}\right)$ порт, находящийся в устье реки. Если в речном порту после разгрузки контейнеров осадка судна стала равна его осадке при выходе из морского порта, то масса $m_с$ судна без контейнеров равна … **кт**.

$$\Delta V = const$$

$$\left.\begin{aligned} (m_{с.} + m_{к.})g &= \rho_{м.в.}\Delta V g \\ m_{с.} g &= \rho_{р.в.}\Delta V g \end{aligned}\right\}$$

$$\left.\begin{aligned} (m_{с.} + m_{к.}) &= \rho_{м.в.}\Delta V \\ m_{с.} &= \rho_{р.в.}\Delta V \end{aligned}\right\}$$

$$\frac{m_{с.} + m_{к.}}{m_{с.}} = \frac{\rho_{м.в.}}{\rho_{р.в.}}$$

$$1 + \frac{m_{к.}}{m_{с.}} = \frac{\rho_{м.в.}}{\rho_{р.в.}}$$

$$\frac{m_{к.}}{m_{с.}} = \frac{\rho_{м.в.}}{\rho_{р.в.}} - 1$$

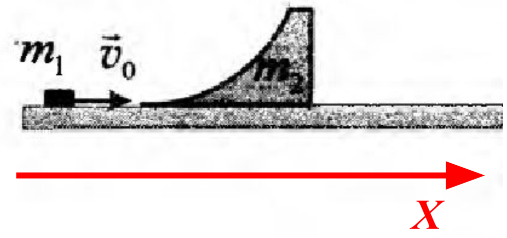
$$m_{с.} = \frac{m_{к.}}{\frac{\rho_{м.в.}}{\rho_{р.в.}} - 1} = \frac{\rho_{р.в.} m_{к.}}{\rho_{м.в.} - \rho_{р.в.}} =$$

$$= \frac{1000 \cdot 9 \cdot 10^5}{1030 - 1000} = \frac{1000 \cdot 9 \cdot 10^5}{30} =$$

$$= 3 \cdot 10^7\ (кг) = 3 \cdot 10^4\ (т) =$$

$$= 30 (кт)$$

B5 Шайба массой $m_1 = 400$ г и незакреплённая горка массой $m_2 = 1{,}6$ кг находятся на плоской горизонтальной поверхности льда. Шайбе сообщили в горизонтальном направлении начальную скорость, модуль которой $v_0 = 4{,}0\ \frac{м}{с}$ (см. рис.). Если не учитывать силы трения между телами, то максимальная высота h_{max}, на которую поднимется шайба, двигаясь по горке, будет равна … **см.**



$$m_1\vec{v}_0 = (m_1 + m_2)\vec{v}; \quad OX: \quad m_1 v_0 = (m_1 + m_2)v$$

$$v = \frac{m_1 v_0}{m_1 + m_2} = \frac{0{,}4 \cdot 4}{1{,}6 + 0{,}4} = \frac{1{,}6}{2} = 0{,}8\left(\frac{м}{с}\right)$$

$$\frac{m_1 v_0^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} + m_1 g h_{max}$$

$$m_1 g h_{max} = \frac{m_1 v_0^2 - (m_1 + m_2)v^2}{2}$$

$$h_{max} = \frac{m_1 v_0^2 - (m_1 + m_2)v^2}{2m_1 g} = \frac{0{,}4 \cdot 16 - 2 \cdot 0{,}64}{2 \cdot 0{,}4 \cdot 10}$$

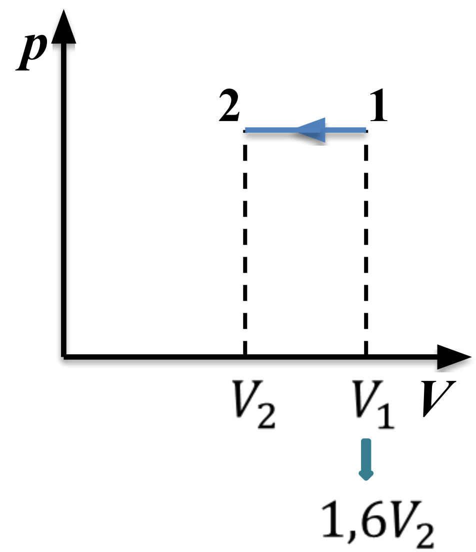
$$= \frac{6{,}4 - 1{,}28}{8} = 0{,}64(м) = 64(см)$$

B6 Если при изобарном охлаждении идеального газа от начальной температуры $T_1 = 448$ К его плотность увеличилась в $n = 1,6$ раза, то температура газа уменьшилась на $|\Delta T|$, равное … **К**.

$$p = const$$

$$T_2 < T_1$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = 1{,}6 = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_1 = 1{,}6V_2$$



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1}T_1 = \frac{V_2 T_1}{1{,}6V_2} = \frac{T_1}{1{,}6} = \frac{448}{1{,}6} = 280(\text{К})$$

$$|\Delta T| = |T_2 - T_1| = |280 - 448| = 168(\text{К})$$

B7 Тающий лёд $\left(\lambda = 330\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}\right)$ массой $m_1 = 63$ г опустили в теплоизолированный калориметр, содержащий воду $\left(c = 4{,}2\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}\right)$ массой $m_2 = 450$ г. Когда весь лёд растаял, в калориметре установилась температура $t = 50$ °C. Если теплоёмкость калориметра пренебрежимо мала, то начальная температура t_2 воды в нём была равна … °C.

$$Q_{\text{пол.}} = Q_{\text{отд.}}$$

$$Q_{\text{пол.}} = \lambda m_1 + c m_1 (t - t_1),\ \ t_1 = 0°C; \quad Q_{\text{пол.}} = \lambda m_1 + c m_1 t$$

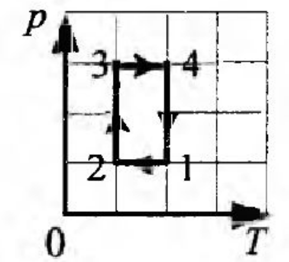
$$Q_{\text{отд.}} = c m_2 (t_2 - t)$$

$$\lambda m_1 + c m_1 t = c m_2 (t_2 - t)$$

$$t_2 - t = \frac{\lambda m_1 + c m_1 t}{c m_2}$$

$$t_2 = \frac{\lambda m_1 + c m_1 t}{c m_2} + t = 68(°C)$$

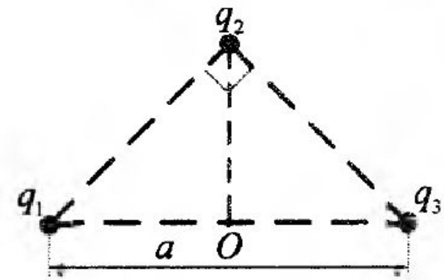
B8 Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого постоянно, совершает циклический процесс, график которого представлен на рисунке. Модуль отношения работ газа $\frac{A_{34}}{A_{12}}$ на участках $3 \to 4$ и $1 \to 2$ равен … .



$$A = p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$$

$$|\Delta T_{34}| = |\Delta T_{12}| \Rightarrow |\Delta A_{34}| = |\Delta A_{12}| \Rightarrow \frac{|\Delta A_{34}|}{|\Delta A_{12}|} = 1$$

B9 В вакууме в вершинах равнобедренного прямоугольного треугольника находятся точечные заряды $q_1 = 0,10$ нКл, $q_2 = 0,20$ нКл, $q_3 = 0,30$ нКл (см. рис.). Если длина гипотенузы $a = 20$ см, то потенциал φ электростатического поля в середине гипотенузы (точка O) равен … **В**.



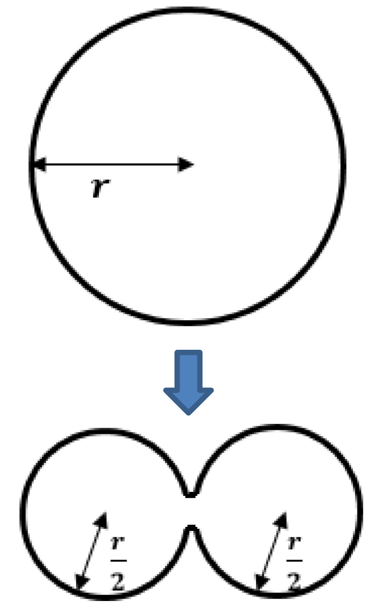
$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{kq_1}{0{,}5a} + \frac{kq_2}{0{,}5a} + \frac{kq_3}{0{,}5a} =$$

$$= \frac{k}{0{,}5a}(q_1 + q_2 + q_3) = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9}}{0{,}5 \cdot 0{,}2}(0{,}1 + 0{,}2 + 0{,}3) =$$

$$= 9 \cdot 10 \cdot 0{,}6 = 54(\text{В})$$

B10	Плоский виток радиусом $r = 8{,}0$ см, изготовленный из гибкого изолированного провода, расположен перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля, модуль индукции которого $B = 30$ мТл. Сопротивление такого провода длиной $l = 1{,}0$ м равно $R = 0{,}012$ Ом. Если, не меняя плоскости расположения провода, придать ему форму восьмёрки с двумя одинаковыми круговыми витками, то через сечение провода пройдёт заряд q, равный … **мКл**. *Примечание*. Во время деформации витка магнитный поток, пронизывающий его поверхность, изменяется равномерно.

$$2\pi r = 2 \cdot 2\pi r_2 \quad \Rightarrow r_2 = \frac{r}{2}; \quad S_1 = \pi r^2$$



$$S_2 = 2 \cdot \pi r_2^2 = 2 \cdot \pi \left(\frac{r}{2}\right)^2 = 2 \cdot \pi \frac{r^2}{4} = \frac{\pi r^2}{2}$$

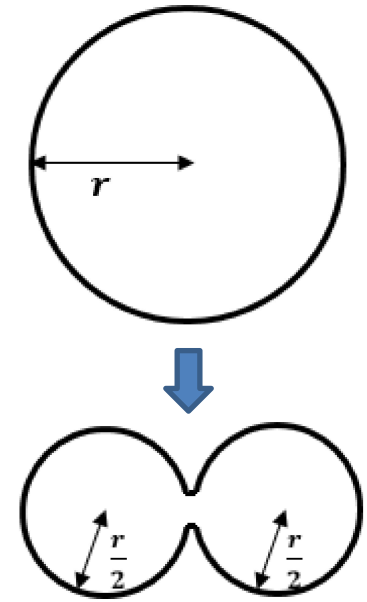
$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{B \Delta S}{\Delta t} = -\frac{B(S_2 - S_1)}{\Delta t} =$$

$$= \frac{B\left(\pi r^2 - \frac{\pi r^2}{2}\right)}{\Delta t} = \frac{B \pi r^2}{2\Delta t}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_{\text{пр.}}}; \qquad R_{\text{пр.}} = \frac{R}{l} 2\pi r$$

B10 Плоский виток радиусом $r = 8{,}0$ см, изготовленный из гибкого изолированного провода, расположен перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля, модуль индукции которого $B = 30$ мТл. Сопротивление такого провода длиной $l = 1{,}0$ м равно $R = 0{,}012$ Ом. Если, не меняя плоскости расположения провода, придать ему форму восьмёрки с двумя одинаковыми круговыми витками, то через сечение провода пройдёт заряд q, равный … **мКл**.

Примечание. Во время деформации витка магнитный поток, пронизывающий его поверхность, изменяется равномерно.

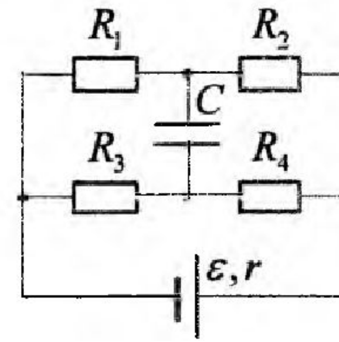


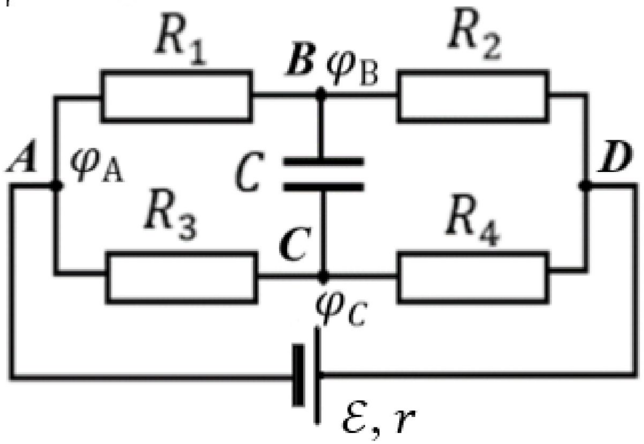
$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_{\text{пр.}}} = \frac{B\pi r^2}{2\Delta t \frac{R}{l} 2\pi r} = \frac{Blr}{4R\Delta t}$$

$$\Delta q = I\Delta t = \frac{Blr}{4R\Delta t}\Delta t = \frac{Blr}{4R} =$$

$$= \frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 0{,}012} = 50 \cdot 10^{-3}(\text{Кл}) = 50(\text{мКл})$$

B11 На рисунке представлена схема электрической цепи, в которую включён источник тока с ЭДС $\mathscr{E} = 20$ В и внутренним сопротивлением r. Сопротивления резисторов $R_1 = r$, $R_2 = 5r$, $R_3 = 2r$ и $R_4 = 4r$. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора $C = 6{,}4$ мкФ. Для того чтобы быстро (без изменения заряда на пластинах конденсатора) увеличить расстояние между пластинами конденсатора в $n = 2{,}5$ раза, необходимо совершить работу A, модуль которой равен … мкДж.





$$W + A = W_{\text{к.}} \Rightarrow A = W_{\text{к.}} - W$$

$$W = \frac{CU^2}{2}; \quad W = \frac{C_{\text{к.}}U_{\text{к.}}^2}{2}$$

$$U = U_{BC} = \varphi_B - \varphi_C$$

$$U_1 = \varphi_A - \varphi_B \Rightarrow \varphi_B = \varphi_A - U_1$$

$$U_3 = \varphi_A - \varphi_C \Rightarrow \varphi_C = \varphi_A - U_3$$

$$U = U_{BC} = \varphi_B - \varphi_C =$$

$$= \varphi_A - U_1 - (\varphi_A - U_3) =$$

$$= U_3 - U_1$$

U_1, U_3 – ?

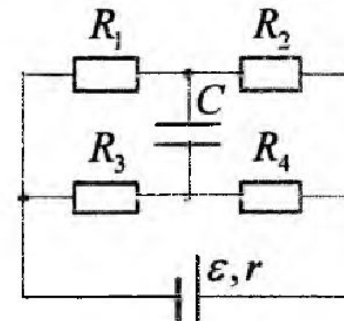
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

$$R = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} =$$

$$= \frac{(r + 5r)(2r + 4r)}{r + 5r + (2r + 4r)} =$$

$$= \frac{36r^2}{12r} = 3r$$

B11 На рисунке представлена схема электрической цепи, в которую включён источник тока с ЭДС $\mathscr{E} = 20$ В и внутренним сопротивлением r. Сопротивления резисторов $R_1 = r$, $R_2 = 5r$, $R_3 = 2r$ и $R_4 = 4r$. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора $C = 6,4$ мкФ. Для того чтобы быстро (без изменения заряда на пластинах конденсатора) увеличить расстояние между пластинами конденсатора в $n = 2,5$ раза, необходимо совершить работу A, модуль которой равен … **мкДж**.



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}}{3r + r} = \frac{20}{4r} = \frac{5}{r}$$

$$U_{AD} = IR = \frac{5}{r} \cdot 3r = 15(\text{В})$$

$$I_{12} = \frac{U_{AD}}{R_1 + R_2} = \frac{15}{r + 5r} = \frac{15}{6r} = \frac{5}{2r}$$

$$I_{34} = \frac{U_{AD}}{R_3 + R_4} = \frac{15}{2r + 4r} = \frac{15}{6r} = \frac{5}{2r}$$

$$U_1 = I_{12} R_1 = \frac{5}{2r} \cdot r = 2,5(\text{В})$$

$$U_3 = I_{34} R_3 = \frac{5}{2r} \cdot 2r = 5(\text{В})$$

$$U = U_{BC} = U_3 - U_1 = 5 - 2,5 = 2,5(\text{В}); \; q = q_{\text{к.}}; \; CU = C_{\text{к.}} U_{\text{к.}}$$

$$U_{\text{к.}} = \frac{C}{C_{\text{к.}}} U; \; C_{\text{к.}} = \frac{C}{n}$$

$$U_{\text{к.}} = \frac{C}{\frac{C}{n}} U = nU; \; A = W_{\text{к.}} - W =$$

$$= \frac{C_{\text{к.}} U_{\text{к.}}^2}{2} - \frac{CU^2}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{C}{n} \cdot n^2 U^2 - CU^2\right) =$$

$$= \frac{1}{2}(nCU^2 - CU^2) = \frac{(n-1)CU^2}{2} =$$

$$= \frac{(2,5 - 1)6,4 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5^2}{2} =$$

$$= 30 \cdot 10^{-6}(\text{Дж}) = 30(\text{мкДж})$$

B12	На катод из вольфрама падает монохроматическое излучение, энергия фотона которого $E = 8,5$ эВ. Если работа выхода электрона из вольфрама $A_{вых} = 4,5$ эВ, то фототок прекращается при задерживающем напряжении $U_з$, равном … **В**.

$$eU_{з.} = E_{к.}$$

$$E = A_{вых.} + E_{к.}$$

$$E_{к.} = E - A_{вых.}$$

$$eU_{з.} = E - A_{вых.}$$

$$U_{з.} = \frac{E - A_{вых.}}{e} = 8,5 - 4,5 = 4(\text{В})$$

B13 Сумма зарядов всех ядер углерода C (порядковый номер в таблице Менделеева $Z = 6$), содержащихся в $\nu = 1,0 \cdot 10^{-4}$ моль вещества, равна … **Кл**.

$$Q = N \cdot Z \cdot e$$

$$N = \nu \cdot N_A$$

$$Q = N \cdot Z \cdot e = \nu \cdot N_A \cdot Z \cdot e =$$

$$= 1 \cdot 10^{-4} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot 6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} = 58(\text{Кл})$$

B14 Атомная электростанция, имеющая КПД $\eta = 25\,\%$, расходует в сутки $m = 220$ г изотопа урана $^{235}_{92}U$. Если при каждом акте деления ядра урана выделяется энергия $E = 200$ МэВ, то полезная мощность $P_п$ электростанции равна … **МВт**.

$$\eta = \frac{P_п}{P};$$

$$P_п = \eta P$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{N \cdot E}{t}$$

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

$$P = \frac{m N_A E}{Mt}$$

$$P_п = \eta P = \frac{\eta m N_A E}{Mt} =$$

$$= \frac{0{,}25 \cdot 220 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot 10^{6} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{235 \cdot 24 \cdot 3600} =$$

$$= 0{,}00522 \cdot 10^{10} \approx 52 \cdot 10^{6} (\text{Вт}) = 52 (\text{МВт})$$

A8 В комнате объёмом $V = 80$ м^3 при температуре $t_1 = 20°C$ относительная влажность воздуха $\varphi_1 = 43\,\%$, а плотность насыщенного водяного пара при этой температуре $\rho_н = 17{,}3\,\frac{г}{м^3}$. Если после влажной уборки комнаты масса дополнительно испарившейся воды $\Delta m = 346$ г, то относительная влажность φ_2 воздуха при той же температуре сразу после уборки стала равна:

1) 54 %; 2) 58 %; 3) 60 %; 4) 64 %; 5) 68 %.

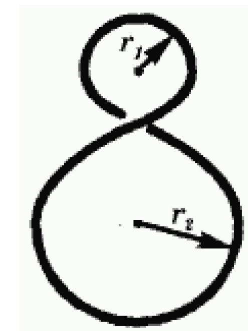
$$\varphi_1 = \frac{\rho_1}{\rho_н}\cdot 100\% \quad \Rightarrow \quad \rho_1 = \frac{\varphi_1 . \rho_н}{100\%} = \frac{43\cdot 17{,}3}{100} = 7{,}439\left(\frac{г}{м^3}\right)$$

$$\Delta\rho = \frac{\Delta m}{V} = \frac{346}{80} = 4{,}325\left(\frac{г}{м^3}\right)$$

$$\rho_2 = \rho_1 + \Delta\rho = 7{,}439 + 4{,}325 = 11{,}764\left(\frac{г}{м^3}\right)$$

$$\varphi_2 = \frac{\rho_2}{\rho_н}\cdot 100\% = \frac{11{,}764}{17{,}3}\cdot 100\% = 68\%$$

В10.1 Плоский кольцевой виток изолированного тонкого провода, находящийся в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, перегибают с поворотом, придавая ему вид «восьмёрки». Длина витка $l = 120$см. Петли «восьмёрки» можно считать окружностями с отношением радиусов 1 :2. Какой заряд q при этом прошел через поперечное сечение провода, если его сопротивление $R = 2{,}0$ Ом, а модуль индукции магнитного поля $B = 1{,}5$ Тл?



$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R};\ \mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t};\ \ I = -\frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}$$

$$q = I\Delta t = -\frac{1}{R}\Delta\Phi = -\frac{1}{R}(\Phi_{\text{кон.}} - \Phi_{\text{нач.}});\ r_0 = \frac{l}{2\pi};$$

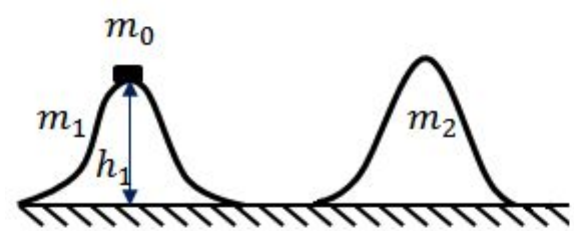
$$2\pi r_1 + 2\pi r_2 = l;\ \ 2\pi r_1 + 2\pi 2r_1 = l;\ \ r_1 = \frac{l}{6\pi};\ r_2 = 2r_1 = \frac{l}{3\pi}$$

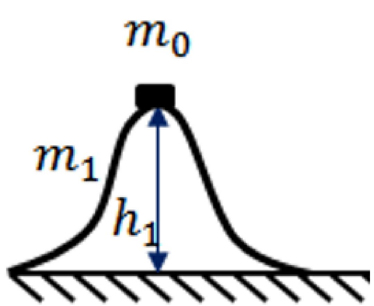
$$\Phi_{\text{кон.}} - \Phi_{\text{нач.}} = B\pi r_2^2 - B\pi r_1^2 - B\pi r_0^2 = -\pi B(r_0^2 + r_1^2 - r_2^2) =$$

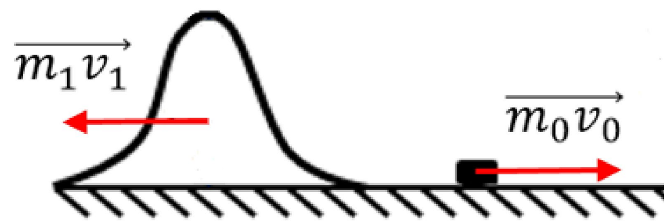
$$= -\pi B\left(\left(\frac{l}{2\pi}\right)^2 + \left(\frac{l}{6\pi}\right)^2 - \left(\frac{l}{3\pi}\right)^2\right) = -\frac{\pi B l^2}{36\pi^2}(9 + 1 - 4) = -\frac{Bl^2}{6\pi}$$

$$q = I\Delta t = -\frac{1}{R}\Delta\Phi = \frac{Bl^2}{6\pi R} = \frac{1{,}5\cdot 1{,}2^2}{6\cdot 3{,}14\cdot 2} \approx 57(\text{мКл})$$

6. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоятся две гладкие незакрепленные горки, массы которых $m_1 = 80$г и $m_2 = 100$г (см. рис.). На вершине горки массой m_1, высота которой $h_1 = 12$см, лежит монета массой $m_0 = 20$г. От незначительного толчка монета соскальзывает с первой горки в направлении второй. Если монета движется не отрываясь от поверхностей обеих горок и стола, то максимальная высота H ее подъема на вторую горку равна **… мм.**







$$m_1 v_1 = m_0 v_0 \Rightarrow v_1 = \frac{m_0 v_0}{m_1}$$

$$m_0 g h_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_0 v_0^2}{2}$$

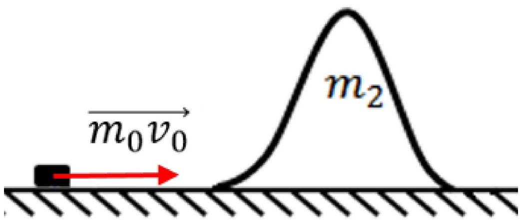
$$v_1^2 = \frac{m_0^2 v_0^2}{m_1^2}$$

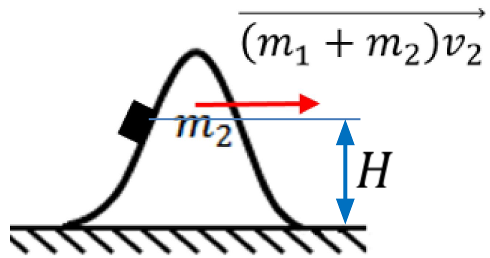
$$m_0 g h_1 = \frac{m_1 m_0^2 v_0^2}{2m_1^2} + \frac{m_0 v_0^2}{2}$$

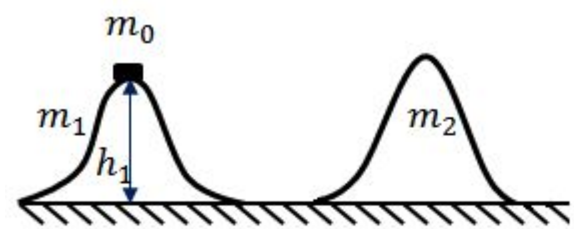
$$g h_1 = \frac{m_0 v_0^2}{2m_1} + \frac{v_0^2}{2} = \frac{(m_1 + m_0) v_0^2}{2m_1}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2m_1 g h_1}{m_1 + m_0}}$$

6. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоятся две гладкие незакрепленные горки, массы которых $m_1 = 80$г и $m_2 = 100$г (см. рис.). На вершине горки массой m_1, высота которой $h_1 = 12$см, лежит монета массой $m_0 = 20$г. От незначительного толчка монета соскальзывает с первой горки в направлении второй. Если монета движется не отрываясь от поверхностей обеих горок и стола, то максимальная высота H ее подъема на вторую горку равна **… мм.**







$$m_0 v_0 = (m_1 + m_2) v_2$$

$$v_2 = \frac{m_0 v_0}{m_0 + m_2} = \frac{m_0}{m_0 + m_2} \cdot \sqrt{\frac{2 m_1 g h_1}{m_1 + m_0}}$$

$$\frac{m_0 v_0^2}{2} = \frac{(m_0 + m_2) v_2^2}{2} + m_0 g H$$

6. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоятся две гладкие незакрепленные горки, массы которых $m_1 = 80$г и $m_2 = 100$г (см. рис.). На вершине горки массой m_1, высота которой $h_1 = 12$см, лежит монета массой $m_0 = 20$г. От незначительного толчка монета соскальзывает с первой горки в направлении второй. Если монета движется не отрываясь от поверхностей обеих горок и стола, то максимальная высота H ее подъема на вторую горку равна **… мм.**

$$\frac{m_0 2m_1 g h_1}{2(m_1+m_0)} = \frac{m_0+m_2}{2}\cdot\frac{m_0^2}{(m_0+m_2)^2}\cdot\frac{2m_1 g h_1}{m_1+m_0} + m_0 g H$$

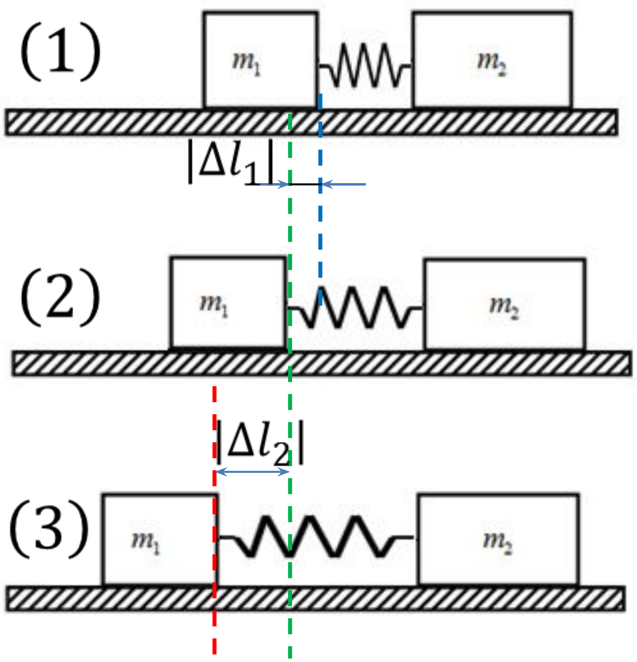
$$\frac{m_0 m_1 g h_1}{(m_1+m_0)} = \frac{m_0^2 m_1 g h_1}{(m_0+m_2)(m_1+m_0)} + m_0 g H$$

$$\frac{m_1 h_1}{(m_1+m_0)} = \frac{m_0 m_1 h_1}{(m_0+m_2)(m_1+m_0)} + H$$

$$H = \frac{m_1 h_1(m_0+m_2) - m_0 m_1 h_1}{(m_1+m_0)(m_0+m_2)} = \frac{m_1 h_1(m_0+m_2-m_0)}{(m_1+m_0)(m_0+m_2)} =$$

$$= \frac{m_1 m_2 h_1}{(m_1+m_0)(m_0+m_2)} = 8\ (\text{см})$$

7. Два бруска массами $m_1 = 450$г и $m_2 = 800$г, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1, а в тот момент времени, когда пружина не деформирована, отпускают второй брусок. Если максимальное значение абсолютного удлинения пружины в процессе дальнейшего движения брусков $|\Delta l_2| = 8{,}0$см, то $|\Delta l_1|$ было равно **…см**.



(1), (2):

$$\frac{kl_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

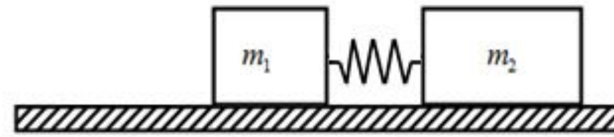
(1), (3):

$$\frac{kl_1^2}{2} = \frac{kl_2^2}{2} + \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$$

(2), (3):

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$$

7. Два бруска массами $m_1 = 450$г и $m_2 = 800$г, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1, а в тот момент времени, когда пружина не деформирована, отпускают второй брусок. Если максимальное значение абсолютного удлинения пружины в процессе дальнейшего движения брусков $|\Delta l_2| = 8{,}0$см, то $|\Delta l_1|$ было равно **…см**.

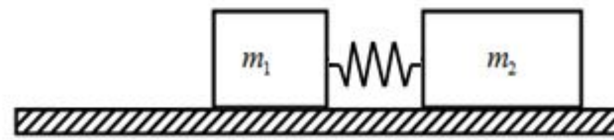


$$v_1 = \sqrt{\frac{kl_1^2}{m_1}} = l_1\sqrt{\frac{k}{m_1}}$$

$$v = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{m_1 l_1}{(m_1 + m_2)} \cdot \sqrt{\frac{k}{m_1}} = \frac{l_1\sqrt{m_1 k}}{m_1 + m_2}$$

$$kl_1^2 = kl_2^2 + (m_1 + m_2)\frac{l_1^2 m_1 k}{(m_1 + m_2)^2} = kl_2^2 + \frac{l_1^2 m_1 k}{m_1 + m_2}$$

7. Два бруска массами $m_1 = 450$г и $m_2 = 800$г, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1, а в тот момент времени, когда пружина не деформирована, отпускают второй брусок. Если максимальное значение абсолютного удлинения пружины в процессе дальнейшего движения брусков $|\Delta l_2| = 8{,}0$см, то $|\Delta l_1|$ было равно **…см**.



$$kl_1^2 - \frac{l_1^2 m_1}{m_1 + m_2} k l_1^2 = k l_2^2$$

$$\frac{m_2}{m_1 + m_2} l_1^2 = l_2^2$$

$$l_1 = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2}} \cdot l_2 \ = 10(\text{см})$$

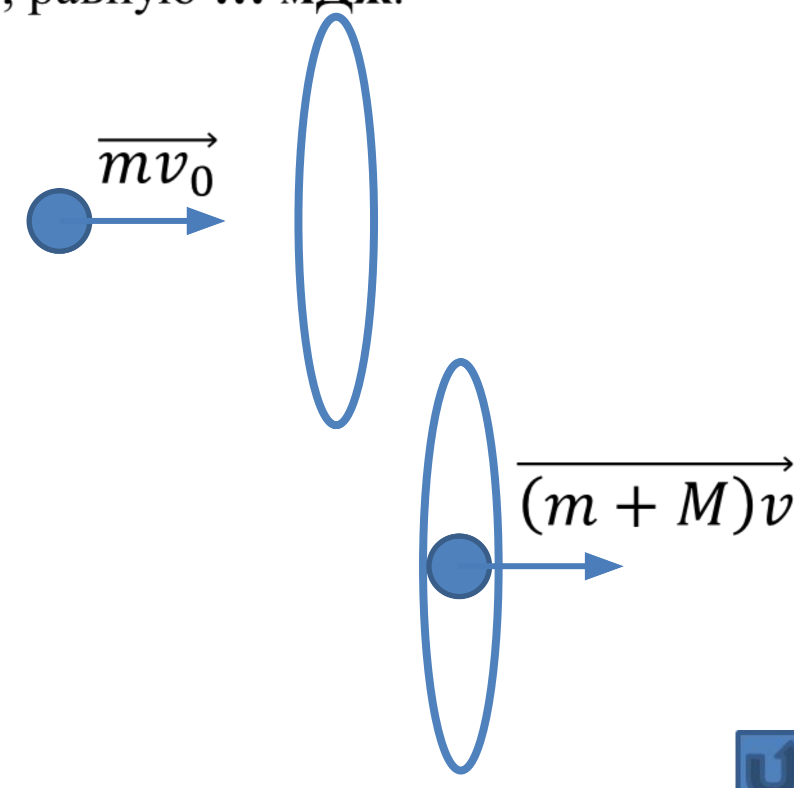
5. Маленькая заряженная ($q = 0{,}1$мкКл) бусинка массой $m = 5{,}0$г может свободно скользить по оси, проходящей через центр тонкого незакрепленного кольца перпендикулярно его плоскости. По кольцу, масса которого $M = 15$г и радиус $R = 8{,}0$см, равномерно распределен заряд $Q = 1{,}0$мкКл. В начальный момент времени кольцо покоилось, а бусинка находилась на большом расстоянии от кольца. Чтобы бусинка смогла пролететь сквозь кольцо, в начале пути ей надо сообщить минимальную кинетическую энергию E_k^{min}, равную **… мДж**.

$$mv_0 = (m + M)v$$

$$v = \frac{mv_0}{m + M}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{(m + M)v^2}{2} + \frac{kqQ}{R}$$

$$v^2 = \frac{m^2 v_0^2}{(m + M)^2}$$



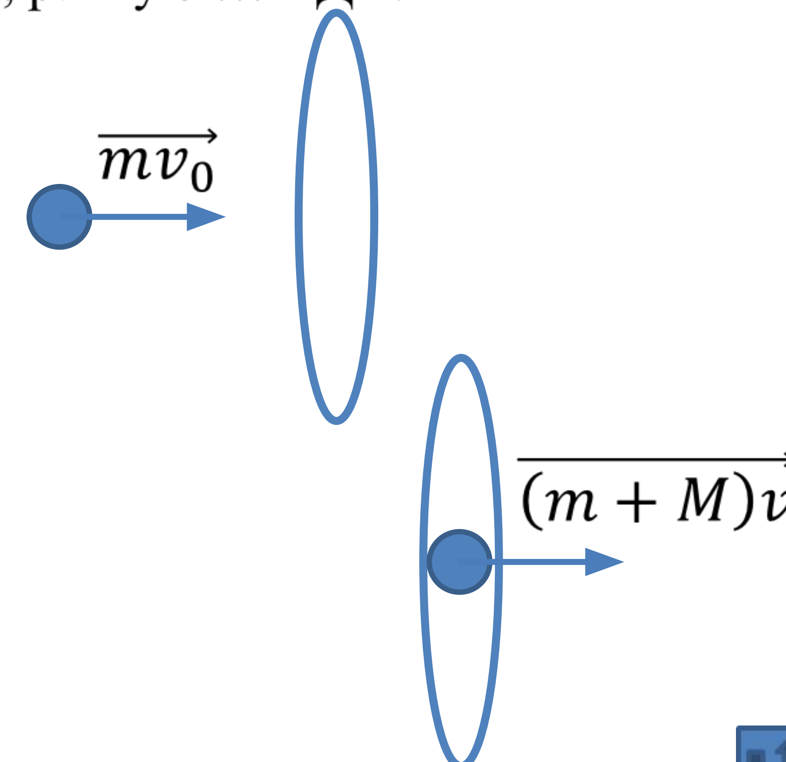
5. Маленькая заряженная ($q = 0{,}1$мкКл) бусинка массой $m = 5{,}0$г может свободно скользить по оси, проходящей через центр тонкого незакрепленного кольца перпендикулярно его плоскости. По кольцу, масса которого $M = 15$г и радиус $R = 8{,}0$см, равномерно распределен заряд $Q = 1{,}0$мкКл. В начальный момент времени кольцо покоилось, а бусинка находилась на большом расстоянии от кольца. Чтобы бусинка смогла пролететь сквозь кольцо, в начале пути ей надо сообщить минимальную кинетическую энергию E_k^{min}, равную **… мДж**.

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kqQ}{R} + \frac{(m+M)}{2} \cdot \frac{m^2 v_0^2}{(m+M)^2}$$

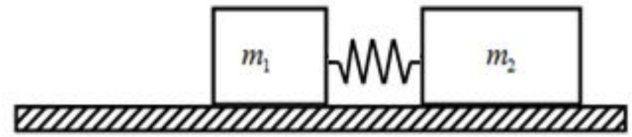
$$\frac{Mmv_0^2}{2(m+M)} = \frac{kqQ}{R}$$

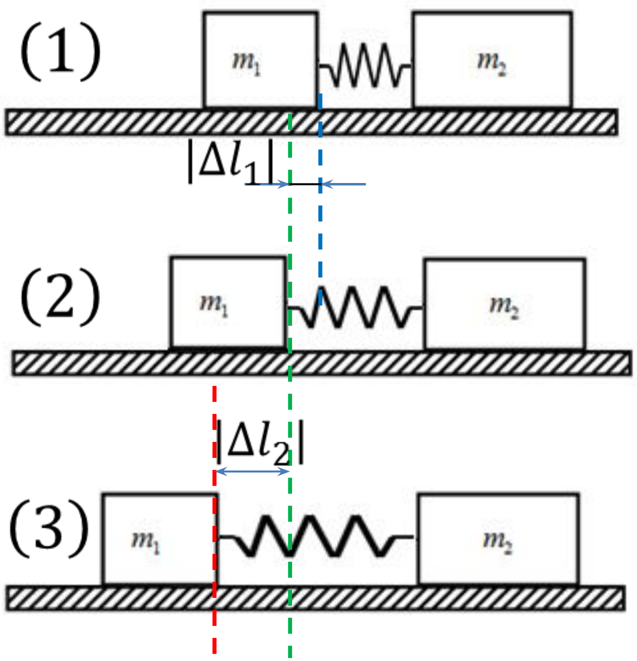
$$E_{k0} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{kqQ(m+M)}{MR} =$$

$$= 15\ (\text{мДж})$$



7. Два бруска массами $m_1 = 450$г и $m_2 = 800$г, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1, а в тот момент времени, когда пружина не деформирована, отпускают второй брусок. Если максимальное значение абсолютного удлинения пружины в процессе дальнейшего движения брусков $|\Delta l_2| = 8{,}0$см, то $|\Delta l_1|$ было равно **…см**.





(1), (2):

$$\frac{kl_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

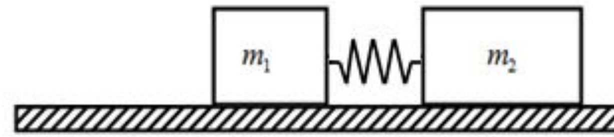
(1), (3):

$$\frac{kl_1^2}{2} = \frac{kl_2^2}{2} + \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$$

(2), (3):

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$$

7. Два бруска массами $m_1 = 450$г и $m_2 = 800$г, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1, а в тот момент времени, когда пружина не деформирована, отпускают второй брусок. Если максимальное значение абсолютного удлинения пружины в процессе дальнейшего движения брусков $|\Delta l_2| = 8{,}0$см, то $|\Delta l_1|$ было равно **…см**.

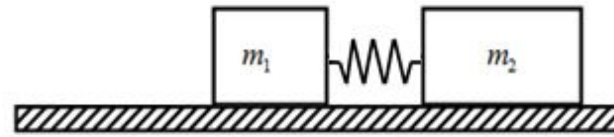


$$v_1 = \sqrt{\frac{kl_1^2}{m_1}} = l_1\sqrt{\frac{k}{m_1}}$$

$$v = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} = \frac{m_1 l_1}{(m_1 + m_2)} \cdot \sqrt{\frac{k}{m_1}} = \frac{l_1\sqrt{m_1 k}}{m_1 + m_2}$$

$$kl_1^2 = kl_2^2 + (m_1 + m_2)\frac{l_1^2 m_1 k}{(m_1 + m_2)^2} = kl_2^2 + \frac{l_1^2 m_1 k}{m_1 + m_2}$$

7. Два бруска массами $m_1 = 450$г и $m_2 = 800$г, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1, а в тот момент времени, когда пружина не деформирована, отпускают второй брусок. Если максимальное значение абсолютного удлинения пружины в процессе дальнейшего движения брусков $|\Delta l_2| = 8{,}0$см, то $|\Delta l_1|$ было равно **…см**.

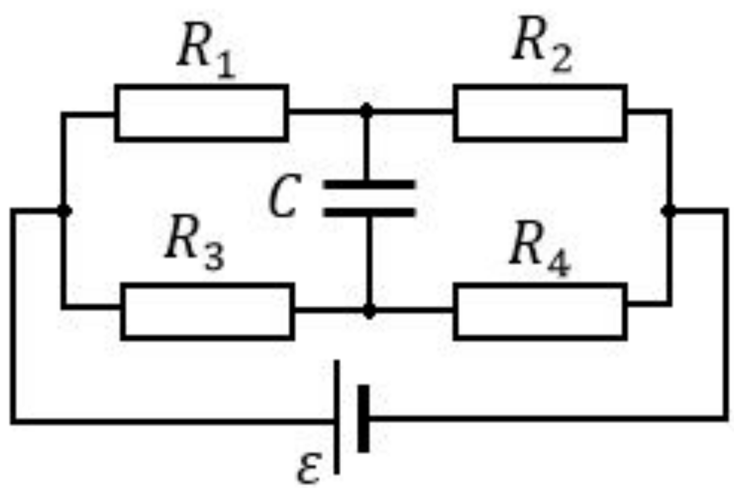


$$kl_1^2 - \frac{l_1^2 m_1}{m_1 + m_2} k l_1^2 = k l_2^2$$

$$\frac{m_2}{m_1 + m_2} l_1^2 = l_2^2$$

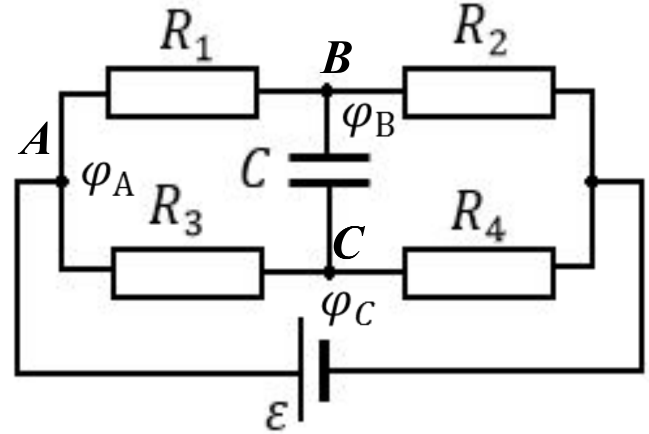
$$l_1 = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_2}} \cdot l_2 = 10(\text{см})$$

B12 В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, электроемкость конденсатора $C = 2{,}0$ мкФ, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 10$ Ом и $R_4 = 30$ Ом, ЭДС источника $\varepsilon = 16$ В. Если внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало, то энергия W, запасенная в конденсаторе, равна … **мкДж**.



B12

$$W = \frac{CU^2}{2} \Rightarrow U - ?$$



$$U_1 = \varphi_A - \varphi_B \Rightarrow \varphi_B = \varphi_A - U_1$$

$$U_3 = \varphi_A - \varphi_C \Rightarrow \varphi_C = \varphi_A - U_3$$

$$U_{CB} = \varphi_C - \varphi_B = \varphi_A - U_3 - (\varphi_A - U_1) = U_1 - U_3$$

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 40 \text{ Ом}$$

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 40 \text{ Ом}$$

$$I_{12} = \frac{\varepsilon}{R_{12}} = \frac{16 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = 0{,}4 \text{ А}$$

$$I_{34} = \frac{\varepsilon}{R_{34}} = \frac{16 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = 0{,}4 \text{ А}$$

$$U_1 = I_{12}R_1 = 0{,}4 \text{ А} \cdot 20 \text{ Ом} = 8 \text{ В}$$

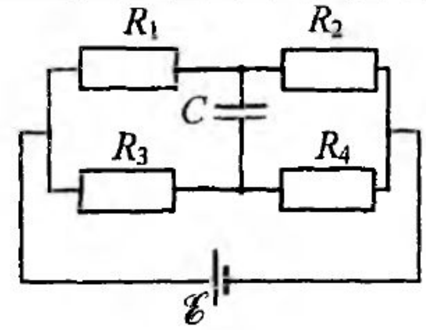
$$U_3 = I_{34}R_3 = 0{,}4 \text{ А} \cdot 10 \text{ Ом} = 4 \text{ В}$$

$$U_{CB} = U_1 - U_3 = 4 \text{ В}$$

$$W = \frac{CU_{CB}^2}{2} = \frac{2 \text{ мкФ} \cdot 16 \text{ В}^2}{2} = 16 \text{ мкДж.}$$

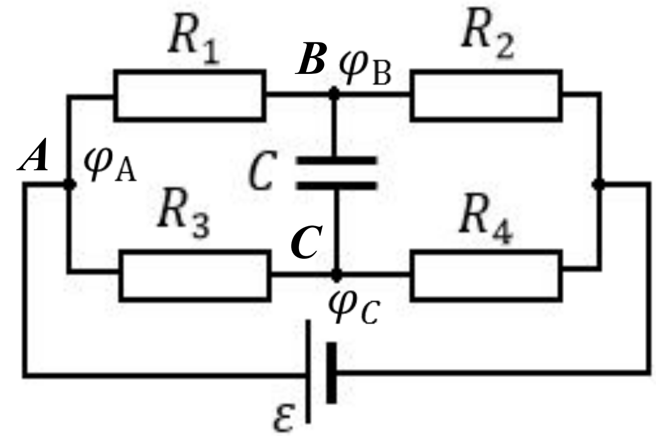
B12 Четыре резистора, сопротивления которых $R_1 = R_0$, $R_2 = 3R_0$, $R_3 = R_4 = 2R_0$, и плоский воздушный конденсатор ёмкостью $C_0 = 200$ пФ подключены к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 160$ В (см. рис.). Внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало. Для того чтобы быстро увеличить расстояние между пластинами конденсатора в два раза, необходимо совершить работу, равную … **нДж.**

Примечание. Считать, что при быстром изменении расстояния между пластинами заряд конденсатора остаётся постоянным. Массой пластин можно пренебречь.



$$W_0 + A = W \;\Rightarrow\; A = W - W_0$$

$$W_0 = \frac{CU_0^2}{2} \qquad U_0 - ?$$



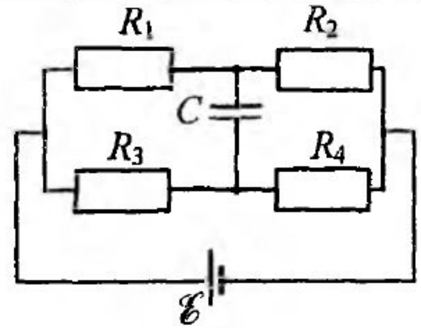
$$U_0 = U_{CB} = \varphi_C - \varphi_B$$

$$U_1 = \varphi_A - \varphi_B \Rightarrow \varphi_B = \varphi_A - U_1$$

$$U_3 = \varphi_A - \varphi_C \Rightarrow \varphi_C = \varphi_A - U_3$$

$$U_0 = U_{BC} = \varphi_B - \varphi_C = \varphi_A - U_1 - (\varphi_A - U_3) = U_3 - U_1$$

$$U_1, U_3 \; - ? \quad U_1 = I_{1,2}R_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} \cdot R_1 = \frac{\mathcal{E} \cdot R_0}{4R_0} = \frac{\mathcal{E}}{4} = \frac{160\text{ В}}{4} = 40\text{ В}$$

B12	Четыре резистора, сопротивления которых $R_1 = R_0$, $R_2 = 3R_0$, $R_3 = R_4 = 2R_0$, и плоский воздушный конденсатор ёмкостью $C_0 = 200$ пФ подключены к источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 160$В (см. рис.). Внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало. Для того чтобы быстро увеличить расстояние между пластинами конденсатора в два раза, необходимо совершить работу, равную … **нДж.** *Примечание.* Считать, что при быстром изменении расстояния между пластинами заряд конденсатора остаётся постоянным. Массой пластин можно пренебречь. 

$$A = W - W_0; \quad W_0 = \frac{C_0 U_0^2}{2}; \; U_0 = U_3 - U_1; \quad U_1 = 40 \text{ В}$$

$$U_3 = I_{3,4} R_3 = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4} \cdot R_3 = \frac{\mathcal{E} \cdot 2R_0}{4R_0} = \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{160 \text{ В}}{2} = 80 \text{ В}$$

$$U_0 = U_3 - U_1 = 80 \text{ В} - 40 \text{ В} = 40 \text{ В}$$

$$W_0 = \frac{C_0 U_0^2}{2}; W_0 = \frac{200 \cdot 10^{-12} 40^2 \text{Дж}}{2} = 16 \cdot 10^{-8} \text{Дж} = 160 \text{ нДж}$$

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow \frac{C_0}{C} = 2; \; q = const \Rightarrow C_0 U_0 = CU \Rightarrow U = \frac{C_0}{C} \cdot U_0 =$$

$$= 2U_0 = 80 \text{ В}; W = \frac{0{,}5CU^2}{2} = \frac{100 \cdot 10^{-12} 80^2 \text{Дж}}{2} = 320 \text{ нДж}$$

$$A = W - W_0 = 320 \text{ нДж} - 160 \text{ нДж} = 160 \text{ нДж}$$