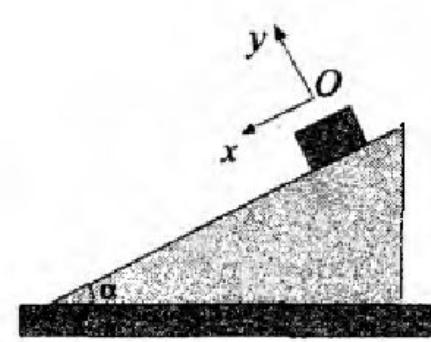


**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ
РТ 2020/2021 г.
ЭТАП 2**

A5 С вершины наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 30^\circ$ 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.

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

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

$$OY: -mg\cos\alpha + N = 0; \quad N = mg\cos\alpha$$

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

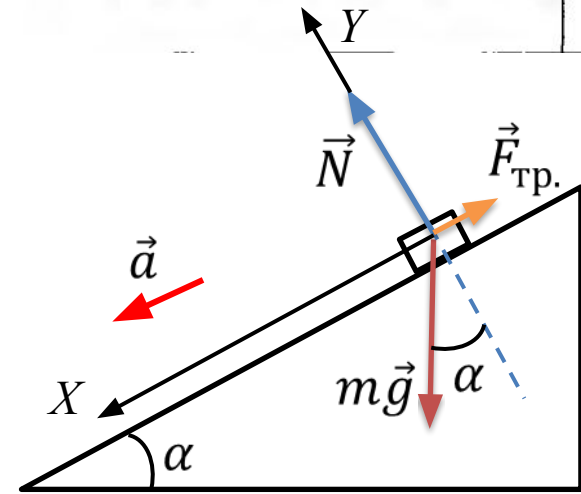
$$mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma$$

$$\mu = \frac{g\sin\alpha - a}{g\cos\alpha};$$

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

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

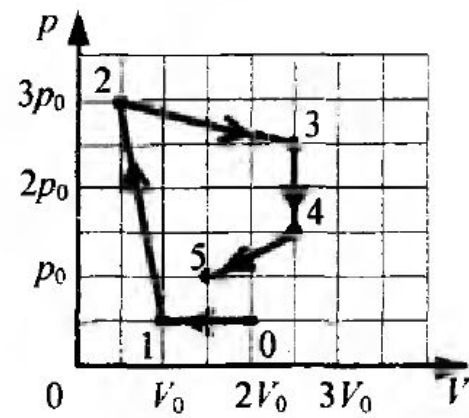
$$\frac{a_x}{2} = 0,8 \Rightarrow a_x = 1,6 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right)$$



$$\begin{aligned} \mu &= \frac{g\sin\alpha - a}{g\cos\alpha} = \\ &= \frac{10 \cdot 0,5 - 1,6}{10 \cdot 1,73 \cdot 0,5} \approx 0,39 \end{aligned}$$

A9

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



- 1) $0 \rightarrow 1$;
- 2) $1 \rightarrow 2$;
- 3) $2 \rightarrow 3$;
- 4) $3 \rightarrow 4$;
- 5) $4 \rightarrow 5$.

A11	<p>Сопротивление провода длиной l при постоянной температуре зависит от:</p> <ol style="list-style-type: none">1) <u>диаметра провода;</u>2) напряжения на концах провода;3) рода вещества, из которого изготовлен провод, и напряжения на его концах;4) <u>рода вещества, из которого изготовлен провод;</u>5) диаметра провода и напряжения на его концах.	<ol style="list-style-type: none"><u>1) 1;</u>2) 2;3) 3;<u>4) 4;</u>5) 5.
-----	---	---

В1 Кинематические законы движения вдоль оси Ox двух велосипедистов имеют вид $x_1 = At$; $x_2 = B + Ct$, где $A = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $B = 150 \text{ м}$, $C = -10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Модуль скорости $v_{\text{отн}}$ первого велосипедиста относительно второго равен ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

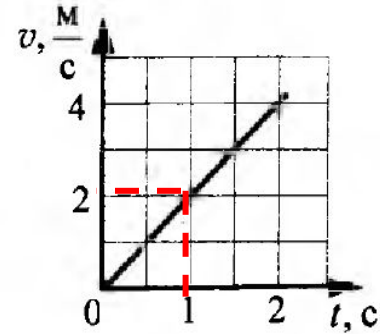
$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

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

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

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

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.



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

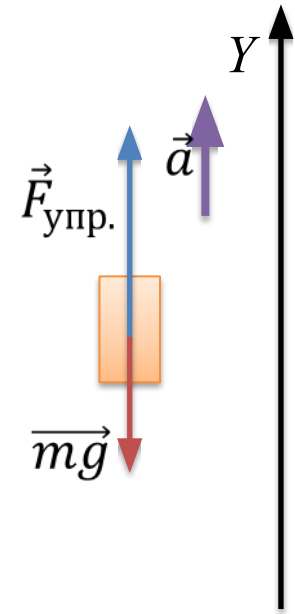
$$\vec{F}_{\text{упр.}} + \vec{m\bar{g}} = m\vec{a}$$

ОУ:

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

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

$$\begin{aligned} \Delta l &= \frac{F_{\text{упр.}}}{k} = \frac{m(g + a)}{k} = \frac{0,5(10 + 2)}{25} = \frac{6}{25} = \\ &= 0,24(\text{м}) = 24(\text{см}) \end{aligned}$$



В3 На одном конце жёсткого стержня длиной $l = 0,70$ м укреплен 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.

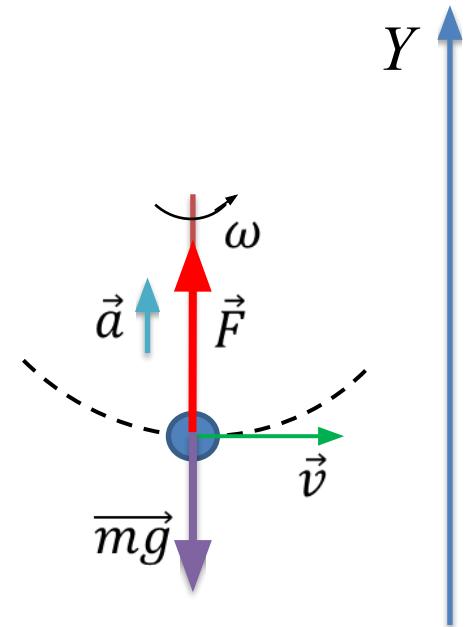
$$\vec{F} + \overline{mg} = m\vec{a}; \quad a = \omega^2 l$$

OY

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

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

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



В4

Сухогрузное судно транспортирует контейнеры общей массой $m_k = 9,0 \cdot 10^5$ кг из морского ($\rho_{\text{м. воды}} = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) порта в речной ($\rho_{\text{р. воды}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) 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_c судна без контейнеров равна ... кт.

$$\Delta V = \text{const}$$

$$(m_c + m_k)g = \rho_{\text{м.в.}} \Delta V g$$

$$m_c g = \rho_{\text{р.в.}} \Delta V g$$

$$(m_c + m_k) = \rho_{\text{м.в.}} \Delta V$$

$$m_c = \rho_{\text{р.в.}} \Delta V$$

$$\frac{m_c + m_k}{m_c} = \frac{\rho_{\text{м.в.}}}{\rho_{\text{р.в.}}}$$

$$1 + \frac{m_k}{m_c} = \frac{\rho_{\text{м.в.}}}{\rho_{\text{р.в.}}}$$

$$\frac{m_k}{m_c} = \frac{\rho_{\text{м.в.}}}{\rho_{\text{р.в.}}} - 1$$

$$m_c = \frac{m_k}{\frac{\rho_{\text{м.в.}}}{\rho_{\text{р.в.}}} - 1} = \frac{\rho_{\text{р.в.}} m_k}{\rho_{\text{м.в.}} - \rho_{\text{р.в.}}}$$

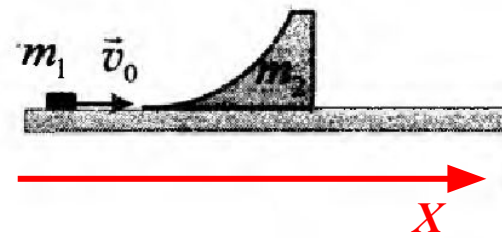
$$= \frac{1000 \cdot 9 \cdot 10^5}{1030 - 1000} = \frac{1000 \cdot 9 \cdot 10^5}{30} =$$

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

$$= 30 \text{ (кт)}$$

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 $v_0 = 4,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ (см. рис.). Если не учитывать силы трения между телами, то максимальная высота h_{max} , на которую поднимется шайба, двигаясь по горке, будет равна ... см.



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

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

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

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

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

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



В6 Если при изобарном охлаждении идеального газа от начальной температуры $T_1 = 448 \text{ К}$ его плотность увеличилась в $n = 1,6$ раза, то температура газа уменьшилась на $|\Delta T|$, равное ... К.

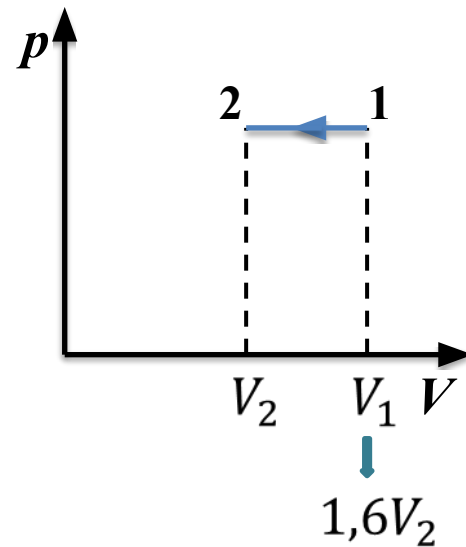
$$p = \text{const}$$

$$T_2 < T_1 \quad \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1,6 = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_1 = 1,6V_2$$

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

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

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



В7

Тающий лёд $\left(\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}\right)$ массой $m_1 = 63 \text{ г}$ опустили в теплоизолированный калориметр, содержащий воду

$\left(c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$ массой $m_2 = 450 \text{ г}$. Когда весь лёд растаял, в калориметре установилась температура $t = 50^\circ\text{C}$.

Если теплоёмкость калориметра пренебрежимо мала, то начальная температура t_2 воды в нём была равна ... $^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{пол.}} = Q_{\text{отд.}}$$

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

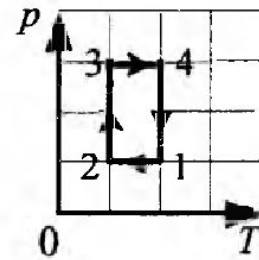
$$Q_{\text{отд.}} = c m_2 (t_2 - t)$$

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

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

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

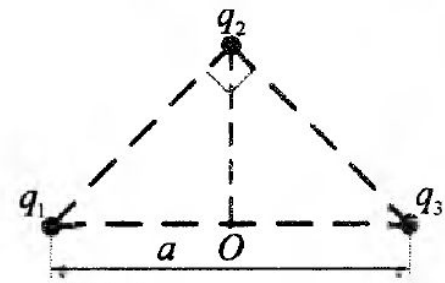
B8 Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого постоянно, совершает циклический процесс, график которого представлен на рисунке. Модуль отношения работ газа $\frac{A_{34}}{A_{12}}$ на участках $3 \rightarrow 4$ и $1 \rightarrow 2$ равен



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

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

В9 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.

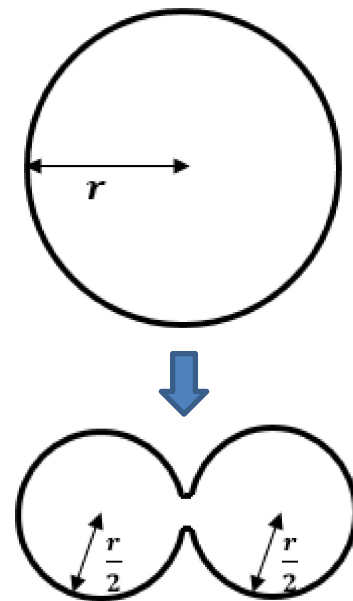
$$2\pi r = 2 \cdot 2\pi r_2 \Rightarrow r_2 = \frac{r}{2}; \quad S_1 = \pi r^2$$

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

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

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

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



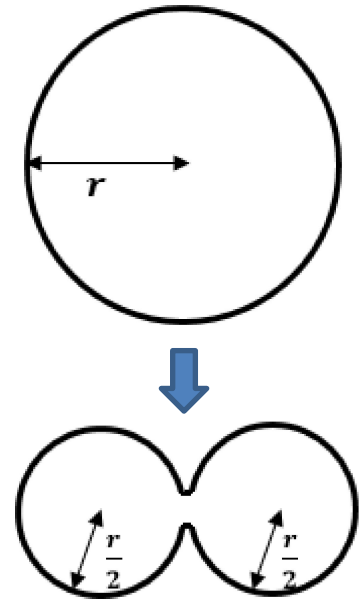
B10 Плоский виток радиусом $r = 8,0$ см, изготовленный из гибкого изолированного провода, расположен перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля, модуль индукции которого $B = 30$ мТл. Сопротивление такого провода длиной $l = 1,0$ м равно $R = 0,012$ Ом. Если, не меняя плоскости расположения 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.

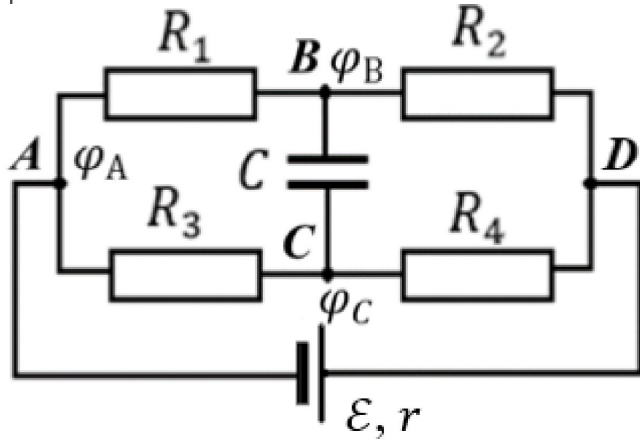
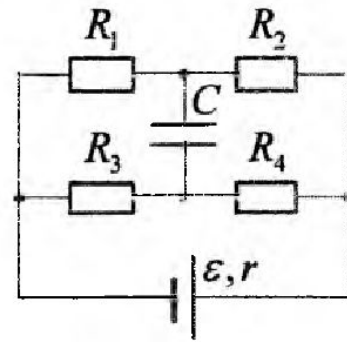
$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_{\text{пр.}}} = \frac{B\pi r^2}{2\Delta t \frac{R}{l} 2\pi r} = \frac{Blr}{4R\Delta t}$$

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

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



B11 На рисунке представлена схема электрической цепи, в которую включён источник тока с ЭДС $\mathcal{E} = 20$ 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.



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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} U &= U_{BC} = \varphi_B - \varphi_C = \\ &= \varphi_A - U_1 - (\varphi_A - U_3) = \\ &= U_3 - U_1 \end{aligned}$$

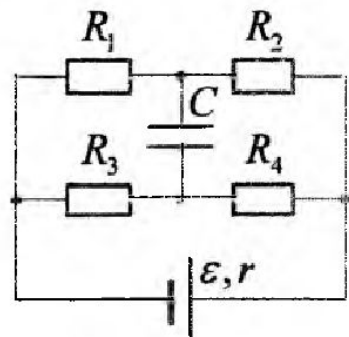
$$U_1, U_3 - ? \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

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

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

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

В11 На рисунке представлена схема электрической цепи, в которую включён источник тока с ЭДС $\mathcal{E} = 20$ 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.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{1}{2} (nC U^2 - C U^2) = \frac{(n-1)C U^2}{2} =$$

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

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



В12 На катод из вольфрама падает монохроматическое излучение, энергия фотона которого $E = 8,5$ эВ. Если работа выхода электрона из вольфрама $A_{\text{вых}} = 4,5$ эВ, то фототок прекращается при задерживающем напряжении U_3 , равном ... В.

$$eU_{3.} = E_{\text{к.}}$$

$$E = A_{\text{вых.}} + E_{\text{к.}}$$

$$E_{\text{к.}} = E - A_{\text{вых.}}$$

$$eU_{3.} = E - A_{\text{вых.}}$$

$$U_{3.} = \frac{E - A_{\text{вых.}}}{e} = 8,5 - 4,5 = 4(\text{В})$$

В13 Сумма зарядов всех ядер углерода С (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 ${}^{235}_{92}\text{U}$. Если при каждом акте деления ядра урана выделяется энергия $E = 200$ МэВ, то полезная мощность P_{Π} электростанции равна ... МВт.

$$\eta = \frac{P_{\Pi}}{P};$$

$$P_{\Pi} = \eta P$$

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

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

$$P = \frac{m N_A E}{M t}$$

$$P_{\Pi} = \eta P = \frac{\eta m N_A E}{M t} =$$

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

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

A8 В комнате объемом $V = 80 \text{ м}^3$ при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ относительная влажность воздуха $\varphi_1 = 43\%$, а плотность насыщенного водяного пара при этой температуре $\rho_{\text{н}} = 17,3 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$. Если после влажной уборки комнаты масса дополнительно испарившейся воды $\Delta m = 346 \text{ г}$, 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 %.

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

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

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

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

В10.1 Плоский кольцевой виток изолированного тонкого провода, находящийся в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, перегибается 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 прошёл через поперечное сечение провода, если его сопротивление $R = 2,0$ Ом, а модуль индукции магнитного поля $B = 1,5$ Тл?



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

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

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

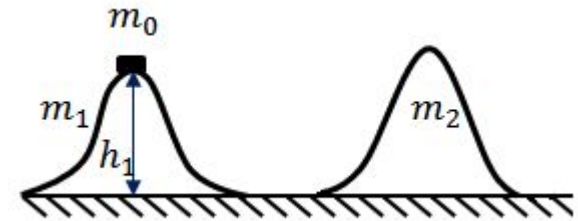
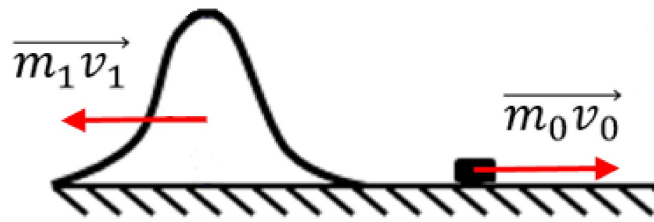
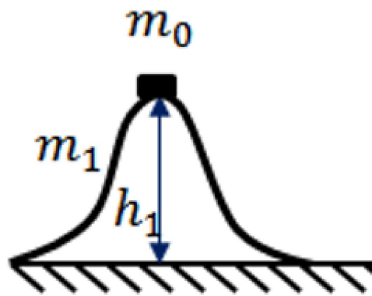
$$\Phi_{\text{кон.}} - \Phi_{\text{нач.}} = B\pi r_2^2 - B\pi r_1^2 - B\pi r_0^2 = -\pi B(r_0^2 + r_1^2 - r_2^2) =$$

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

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



6. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоятся две гладкие незакрепленные горки, массы которых $m_1 = 80\text{г}$ и $m_2 = 100\text{г}$ (см. рис.). На вершине горки массой m_1 , высота которой $h_1 = 12\text{см}$, лежит монета массой $m_0 = 20\text{г}$. 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.



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

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

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

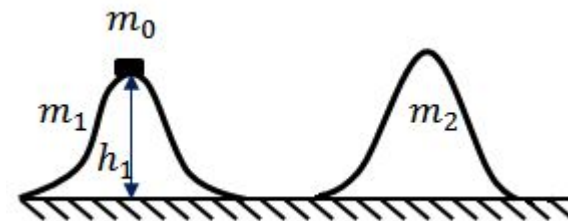
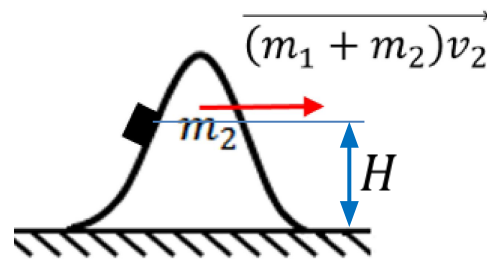
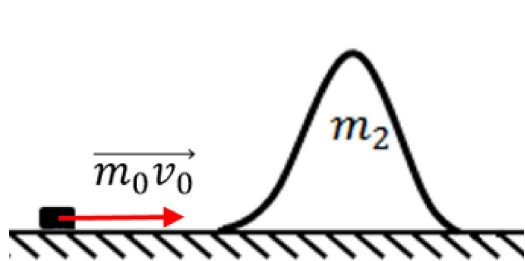
$$m_0 g h_1 = \frac{m_1 m_0^2 v_0^2}{2 m_1^2} + \frac{m_0 v_0^2}{2}$$

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

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



6. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоятся две гладкие незакрепленные горки, массы которых $m_1 = 80\text{г}$ и $m_2 = 100\text{г}$ (см. рис.). На вершине горки массой m_1 , высота которой $h_1 = 12\text{см}$, лежит монета массой $m_0 = 20\text{г}$. 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.



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

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

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



6. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоятся две гладкие незакрепленные горки, массы которых $m_1 = 80\text{г}$ и $m_2 = 100\text{г}$ (см. рис.). На вершине горки массой m_1 , высота которой $h_1 = 12\text{см}$, лежит монета массой $m_0 = 20\text{г}$. 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.

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

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

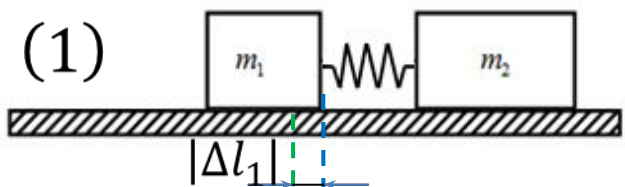
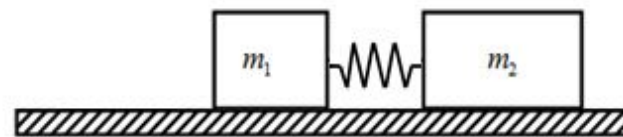
$$\frac{m_1 h_1}{(m_1 + m_0)} = \frac{m_0 m_1 h_1}{(m_0 + m_2)(m_1 + m_0)} + H$$

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

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

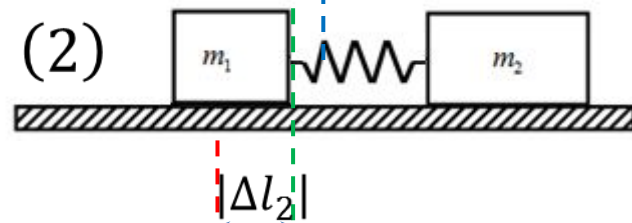


7. Два бруска массами $m_1 = 450\text{г}$ и $m_2 = 800\text{г}$, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1 , а в тот момент времени,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



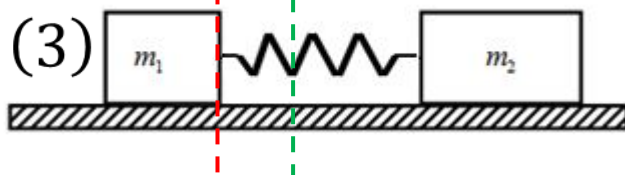
(1), (2):

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



(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 $m_1 = 450\text{г}$ и $m_2 = 800\text{г}$, 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 $|\Delta l_2| = 8,0\text{см}$, 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 $m_1 = 450\text{г}$ и $m_2 = 800\text{г}$, 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 $|\Delta l_2| = 8,0\text{см}$, то $|\Delta l_1|$ было равно ...см.



$$kl_1^2 - \frac{l_1^2 m_1}{m_1 + m_2} kl_1^2 = kl_2^2$$

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

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



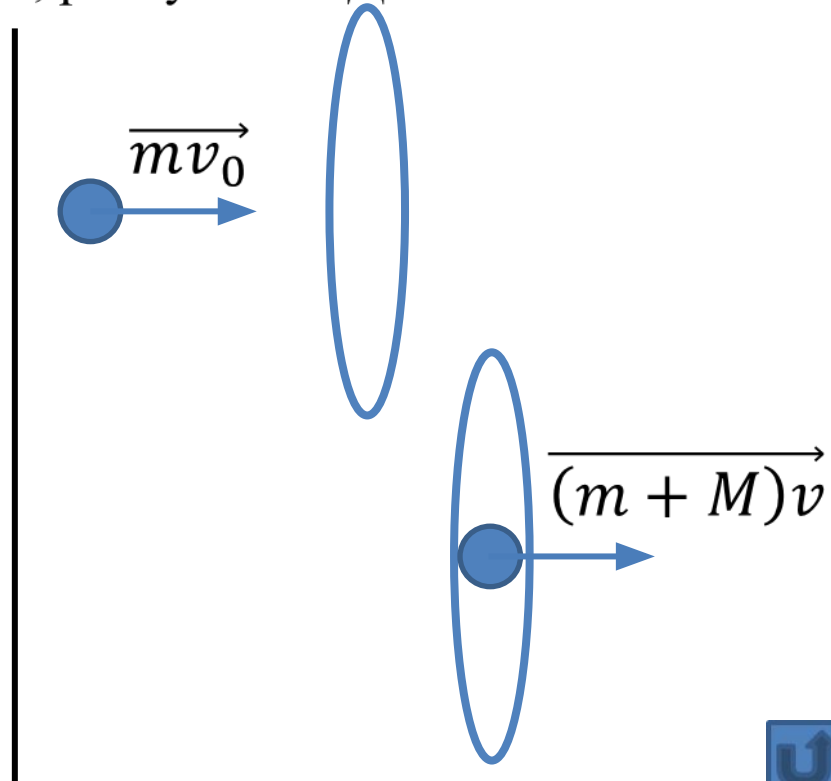
5. Маленькая заряженная ($q = 0,1\text{мкКл}$) бусинка массой $m = 5,0\text{г}$ может свободно скользить по оси, проходящей через центр тонкого незакрепленного кольца перпендикулярно его плоскости. По кольцу, масса которого $M = 15\text{г}$ и радиус $R = 8,0\text{см}$, равномерно распределен заряд $Q = 1,0\text{мкКл}$. 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.

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

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

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

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



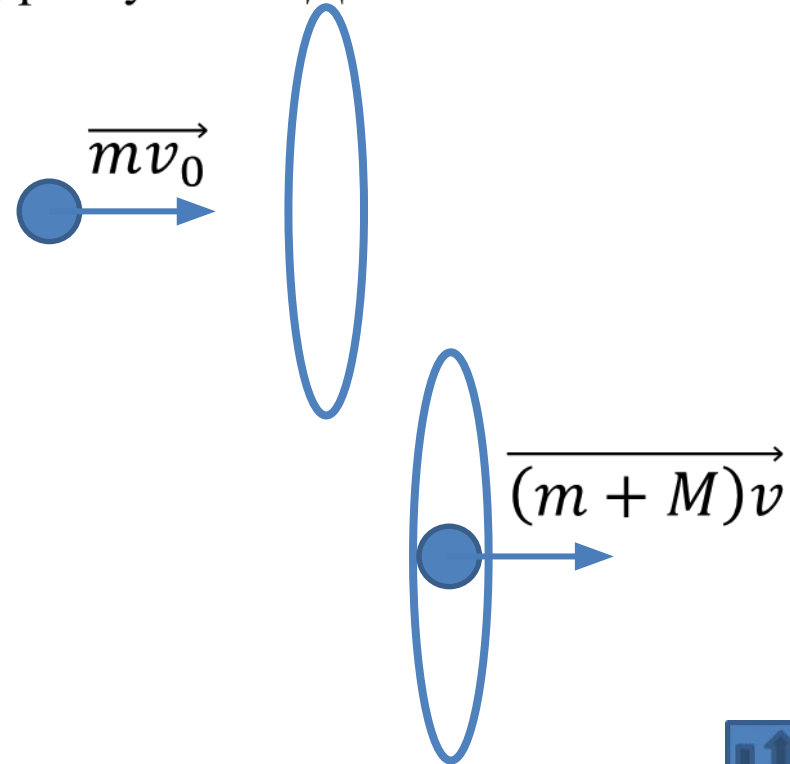
5. Маленькая заряженная ($q = 0,1\text{мкКл}$) бусинка массой $m = 5,0\text{г}$ может свободно скользить по оси, проходящей через центр тонкого незакрепленного кольца перпендикулярно его плоскости. По кольцу, масса которого $M = 15\text{г}$ и радиус $R = 8,0\text{см}$, равномерно распределен заряд $Q = 1,0\text{мкКл}$. 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.

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

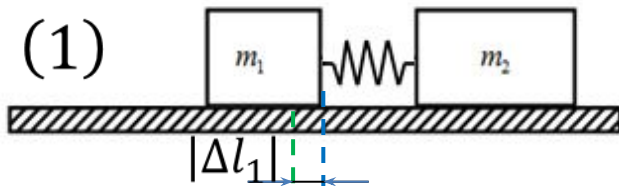
$$\frac{Mmv_0^2}{2(m+M)} = \frac{kqQ}{R}$$

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

$$= 15 \text{ (мДж)}$$

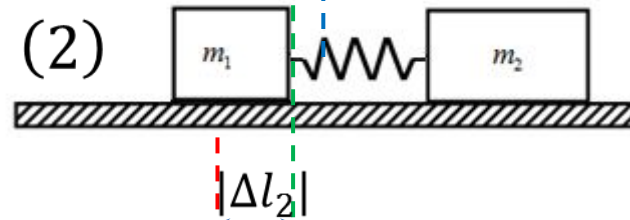


7. Два бруска массами $m_1 = 450\text{г}$ и $m_2 = 800\text{г}$, прикрепленные к концам невесомой пружины (см. рис.), удерживают на горизонтальной гладкой поверхности так, что пружина сжата, причем ее абсолютное удлинение $|\Delta l_1|$. Сначала отпускают только брусок массой m_1 , а в тот момент времени,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



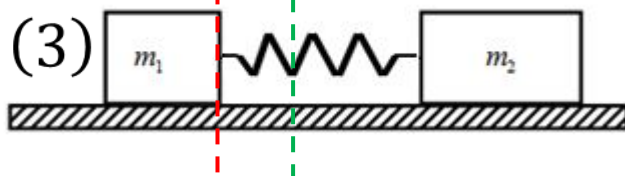
(1), (2):

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



(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 $m_1 = 450\text{г}$ и $m_2 = 800\text{г}$, 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 $|\Delta l_2| = 8,0\text{см}$, то $|\Delta l_1|$ было равно ...см.



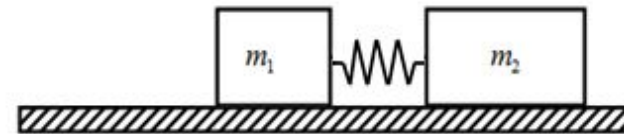
$$v_1 = \sqrt{\frac{kl_1^2}{m_1}} = l_1 \sqrt{\frac{k}{m_1}}$$

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

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



7. Два бруска массами $m_1 = 450\text{г}$ и $m_2 = 800\text{г}$, 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 $|\Delta l_2| = 8,0\text{см}$, то $|\Delta l_1|$ было равно ...см.



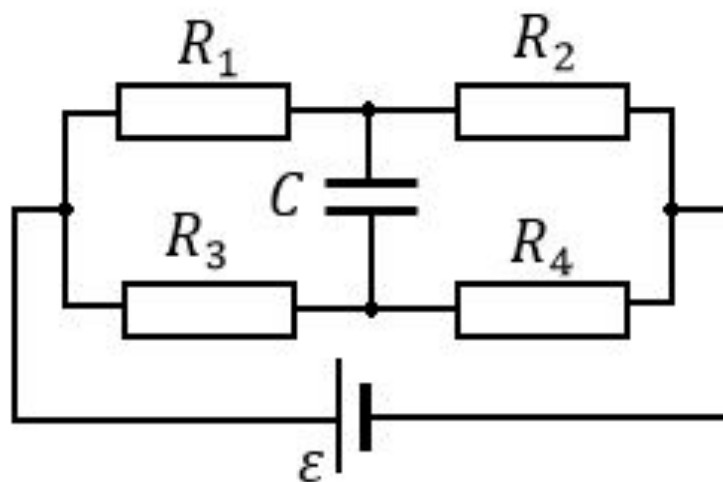
$$kl_1^2 - \frac{l_1^2 m_1}{m_1 + m_2} kl_1^2 = kl_2^2$$

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

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



В12 В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, емкость конденсатора $C = 2,0 \text{ мкФ}$, сопротивления резисторов $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$ и $R_4 = 30 \text{ Ом}$, ЭДС источника $\varepsilon = 16 \text{ В}$. Если внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало, то энергия W , запасенная в конденсаторе, равна ... **мкДж**.

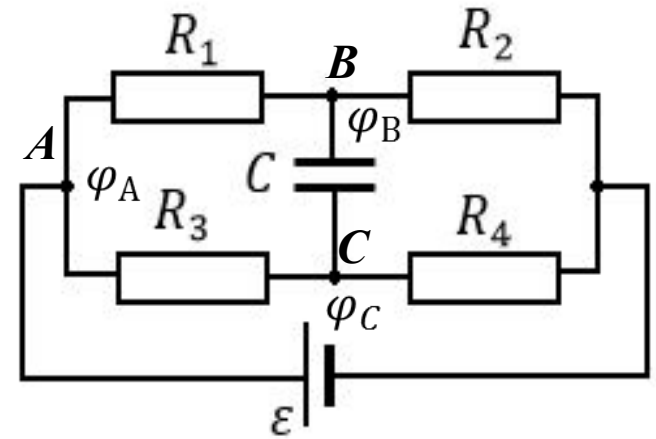


B12

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

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

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



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

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

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

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

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

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

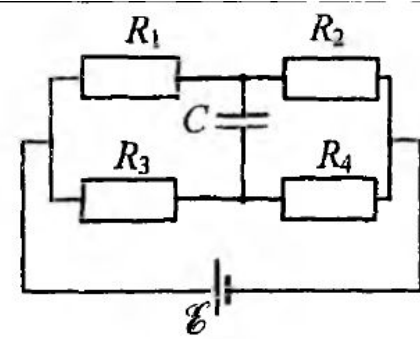
$$U_{CB} = U_1 - U_3 = 4 \text{ В}$$

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

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



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 ... пДж.



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

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

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

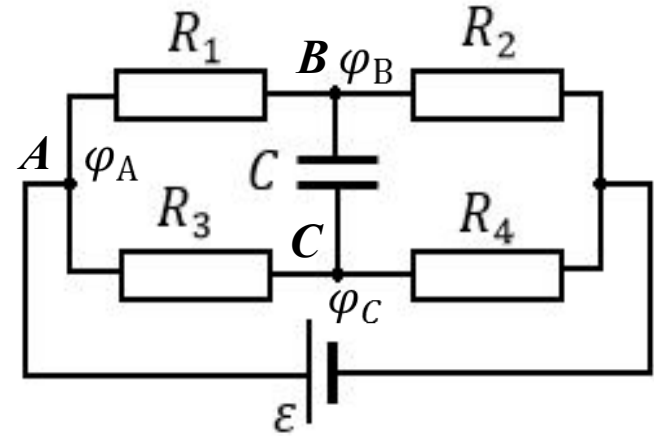
$$U_0 = U_{CB} = \varphi_C - \varphi_B$$

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

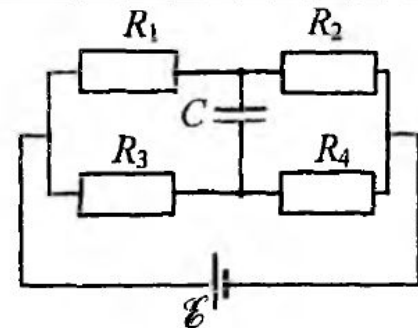
$$U_3 = \varphi_A - \varphi_C \Rightarrow \varphi_C = \varphi_A - U_3$$

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

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



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.

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

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

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

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

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

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

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

