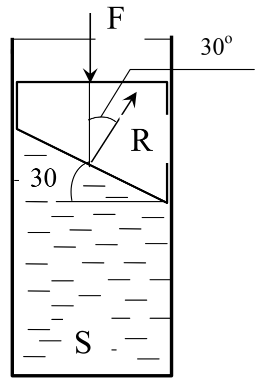
РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 2

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{|\Delta\vec{\upsilon}| = g\cdot\Delta t = 9{,}8\cdot 2 = 19{,}6 м/с}$

З А Д А Ч А 2. (8 баллов)

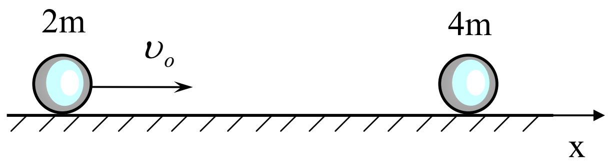
Ответ: $\boxed{p = \dfrac{F}{S}}$



Пусть искомое давление равно p. Тогда жидкость будет действовать на поршень с силой R, равной pS_1, где S_1 – площадь скошенной части поршня. Так как сила R направлена под углом α к вертикали, а сам поршень находится при этом в равновесии, то $F = R\cos\alpha$. Подставив сюда $R = pS_1$ и учитывая, что $S_1\cos\alpha = S$, получим $F = pS$, откуда $p = \dfrac{F}{S}$.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{|\Delta\upsilon| = \dfrac{4}{3}\upsilon_o}$.



В соответствии с законом сохранения механической энергии и законом сохранения импульса запишем вдоль горизонтального направления равенство:

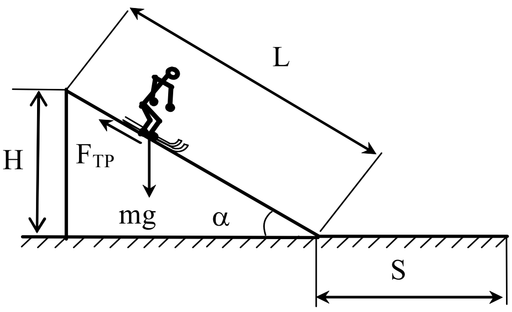
$$\frac{2m\upsilon_o^2}{2} = \frac{2m\upsilon_1^2}{2} + \frac{4m\upsilon_2^2}{2} \quad (1)$$

$2m\upsilon_0^2 = 2m\upsilon_1^2 + 4m\upsilon_2^2$. (2) Из (1) и (2) получим $\upsilon_1 = \dfrac{2m-4m}{2m+4m}\upsilon_o = -\dfrac{1}{3}\upsilon_o$.

Следовательно, $\Delta\upsilon_1 = \upsilon_1 - \upsilon_o = -\dfrac{1}{3}\upsilon_o - \upsilon_o = -\dfrac{4}{3}\upsilon_o$; $|\Delta\upsilon_1| = \dfrac{4}{3}\upsilon_o$.

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{S = \dfrac{H(1 - \mu\cdot\text{ctg}\,\alpha)}{\mu} = 44{,}3 м}$.



Так как скорость санок в начале и в конце пути равна нулю, то в соответствии с законом сохранения энергии, работа силы тяжести равна работе силы трения. Следовательно, $A_{mg} + A_{TP} = 0$, то есть

$$mgH - \mu mg\cos\alpha L - \mu mgS = 0, \quad (1)$$

где L – длина горки $L = \dfrac{H}{\sin\alpha}$.

$$mgH - \mu mg\cos\alpha\frac{H}{\sin\alpha} - \mu mgS = 0 \quad (1) \quad .$$

Из (1) находим $S = \dfrac{H(1 - \mu\,\text{ctg}\,\alpha)}{\mu}$.

Подставив числовые значения, получим: $S = \dfrac{10(1 - 0{,}2\cdot\text{ctg}\,60^o)}{0{,}2} = 44{,}3 м$

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{A = \dfrac{2W}{F} = 4\cdot 10^{-2}\ \text{м}}$.

Максимальная кинетическая энергия точки равна $W = \dfrac{mv^2}{2} = \dfrac{mA^2\varpi^2}{2}$ (1)

Поскольку $F = mA\varpi^2$, то подставив в (1), получим $W = \dfrac{FA}{2}$, откуда $A = \dfrac{2W}{F}$.

Подставив числовые значения, найдем $A = \dfrac{2\cdot 3\cdot 10^{-5}}{1{,}5\cdot 10^{-3}} = 4\cdot 10^{-2}$ м.

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: Число молекул уменьшилось на 6%..

Давление в комнате остаётся постоянным, и так как давление $p = nkT$, то есть $p = n_1kT_1$; $p = n_2kT_2$, откуда

$\dfrac{n_2}{n_1} = \dfrac{T_1}{T_2} = \dfrac{282}{300} = 0{,}94$. Следовательно, число молекул уменьшилось на 1–0,94 = 0,06 = 6%.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta U = Q - \dfrac{m}{\mu}R\Delta T = 207{,}9\ \text{Дж}}$

В соответствии с первым законом термодинамики

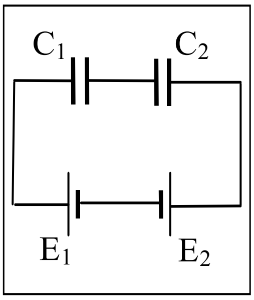
$Q = \Delta U + A$, где $A = \dfrac{m}{\mu}R\Delta T$ при $P = \text{const}$.

$\Delta U = Q - A = Q - \dfrac{m}{\mu}R\Delta T$ Подставив числовые значения, получим

$$\Delta U = 291 - \frac{0{,}002}{0{,}002}\cdot 8{,}31\cdot 10 = 207{,}9\ \text{Дж}$$

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{F = \dfrac{2C_oE_o^{\,2}}{9d}}$



1) Сила притяжения пластин конденсатора

$$F = q\frac{E}{2} = q\frac{1}{2}\cdot\frac{U}{d}, \quad (1)$$

где q- заряд на обкладке конденсатора,
U – напряжение на конденсаторе,
d – расстояние между пластинами. В этой формуле буквой E обозначена напряженность поля в конденсаторе.

2) Ёмкость батареи конденсаторов $C_{BAT} = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{2}{3}\cdot C_o$.

3) Заряд на обкладках каждого конденсатора

$$q = C_{BAT}\cdot(E_1 - E_2) = \frac{2}{3}C_oE_o$$

4) Напряжение на конденсаторе C_2 $U_2 = \dfrac{q}{C_2} = \dfrac{2}{3}\cdot\dfrac{C_oE_o}{C_o} = \dfrac{2E_o}{3}$

5) Подставляя q и U_2 в (1), получим $\boxed{F = \dfrac{2C_oE_o^{\,2}}{9d}}$.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{m = 0{,}26\ \text{г}}$.

Масса m выделившейся из раствора меди при протекании через электролит заряда q равна

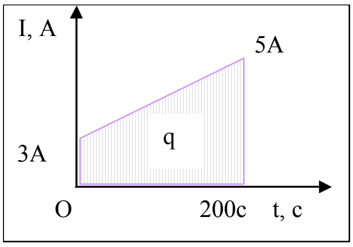
$m = m_o N$, где $m_o = \dfrac{\mu}{N_A}$ -масса иона меди.

$N = \dfrac{q}{q_{иона}} = \dfrac{q}{en}$, где n –валентность ионов меди. Тогда $m = \dfrac{\mu}{N_A}\cdot\dfrac{q}{e\cdot n} = \dfrac{\mu q}{N_A e\cdot n}$ (1)

Здесь $F = N_A\cdot e = 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 6{,}023\cdot 10^{23} = 9{,}65\cdot 10^4$ Кл/моль - постоянная Фарадея.

Подставив F в (1), получим

$m = \dfrac{\mu}{F\cdot n}q = \dfrac{0{,}064}{9{,}65\cdot 10^4\cdot 2}q = 0{,}0033\cdot 10^{-4}\cdot q = 3{,}3\cdot 10^{-7}\cdot q$ (2)



Заряд q найдем, используя графическое представление изменения тока от времени $\boxed{I(t) = (3 + 0{,}01t)A}$. При $t = 0$, $I = 3A$.

При $t = 200c$ $I(t = 200) = (3 + 0{,}01\cdot 200) = 5A$

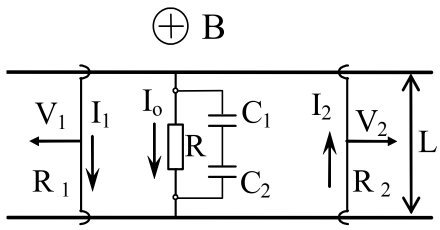
$q = \dfrac{3+5}{2}\cdot 200 = 4\cdot 200 = 800$ Кл .

Подставив значение q в (2), найдем

$m = 3{,}3\cdot 10^{-7}\cdot q = 3{,}3\cdot 10^{-7}\cdot 800 = 26{,}4\cdot 10^{-5} = 0{,}26\cdot 10^{-3}$ кг $= 0{,}26$ г $\quad m = 0{,}26$ г .

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{U_2 = 3{,}6\cdot 10^{-3}\ \text{В}}$



Используя закон Фарадея и правила Кирхгофа , запишем для контура, образованного рельсами , неподвижным и двумя подвижными проводниками следующие уравнения:

$$\left.\begin{aligned} I_1R_1 - I_oR_o &= v_1LB \\ I_2R_2 + I_oR_o &= v_2LB \\ I_1 + I_o &= I_2 \end{aligned}\right\}$$ Решая эту систему уравнений, найдем

$$I_o = BL\frac{v_2R_1 - v_1R_2}{R_1R_2 + R_oR_1 + R_oR_2}$$

Подставив числовые значения, получим $I_o = -3{,}6\cdot 10^{-3}$ А

Знак минус означает, что направление тока I_o на рисунке следует изменить на противоположное.

$q_2 = q_{БАТ}$ т.е. $C_2U_2 = C_{БАТ}U \Rightarrow U_2 = U\dfrac{C_{бат}}{C_2}$ *где* $C_{БАТ} = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2}$, *а* $U = I_0R_0$

$$\boxed{U_2 = I_oR_0\frac{C_1}{C_1 + C_2} = 3{,}6\cdot 10^{-3}\cdot 3\frac{3}{3+6} = 3{,}6\cdot 10^{-3}\ \text{В}}$$

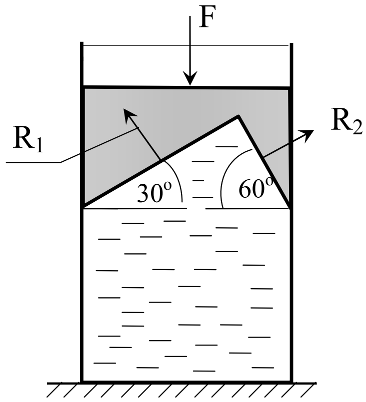
РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 4

З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{\left|\Delta\vec{\upsilon}\right| = g\cdot\Delta t = 9{,}8\cdot 1 = 9{,}8\ \ м/с}$

З А Д А Ч А 2. (8 баллов)

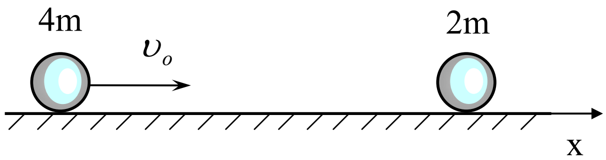
Ответ: $\boxed{p = \dfrac{F}{S}}$



Пусть искомое давление равно p. Тогда жидкость будет действовать на поршень с силами $R_1 = pS_1$, и $R_2 = pS_2$, где S_1 и S_2 – площади скошенных частей поршня. Так как силы R_1 и R_2 направлены перпендикулярно к поверхностям S_1 и S_2 , а сам поршень находится при этом в равновесии, то $F = R_1\cos 30^o + R_2\cos 60^o$. Подставив сюда R_1 и R_2 и учитывая, что $S_1\cos 30^o + S_2\cos 60^o = S$, получим $F = pS$, откуда $p = \dfrac{F}{S}$.

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta\upsilon_2 = \dfrac{4}{3}\upsilon_o}$.



В соответствии с законом сохранения механической энергии и законом сохранения импульса запишем вдоль горизонтального направления равенство:

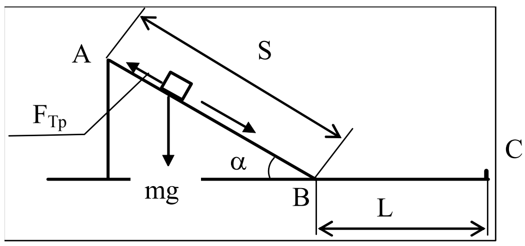
$$\frac{4m\upsilon_o^2}{2} = \frac{4m\upsilon_1^2}{2} + \frac{2m\upsilon_2^2}{2} \quad (1)$$

$4m\upsilon_0^2 = 4m\upsilon_1^2 + 2m\upsilon_2^2$. (2) Из (1) и (2) получим $\upsilon_2 = \dfrac{2\cdot 4m}{4m+2m}\upsilon_o = \dfrac{4}{3}\upsilon_o$.

Следовательно, $\Delta\upsilon_2 = \dfrac{4}{3}\upsilon_o$.

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ**:** $\boxed{A_{TP} = \dfrac{-(\mu\cdot \mathrm{mgL})}{1-\mu\cdot ctg\alpha} = -2{,}2\ \ Дж}$.



1) Скорость шайбы в точке B $\mu\cdot \mathrm{mgL} = \dfrac{m\upsilon^2}{2}$,

откуда $\upsilon^2 = 2\mu\cdot gL$

2) Определим S из условия равнопеременного движения,

$$\mathrm{S} = \frac{\upsilon^2}{2a}, \quad \text{где} \quad a = \frac{mg\sin\alpha - \mu\cdot mg\cos\alpha}{m} = g(\sin\alpha - \mu\cdot\cos\alpha).$$

3) $\mathrm{h} = S\sin\alpha = \dfrac{\upsilon^2}{2a}\sin\alpha = \dfrac{2\mu\cdot gL\sin\alpha}{2g(\sin\alpha - \mu\cdot\cos\alpha)} = \dfrac{\mu\cdot L\sin\alpha}{\sin\alpha - \mu\cdot\cos\alpha}$

4) $A_{TP} = -\Delta W_{\text{потенц}}$, где $\Delta W_{\text{потенц}} = \mathrm{mgh}$; $A_{TP} = \dfrac{-(\mu\cdot \mathrm{mgL})}{1-\mu\cdot ctg\alpha}$.

Подставим числовые значения , получим : $A_{TP} = \dfrac{-(0{,}2\cdot 1\cdot 9{,}8\cdot 1)}{1-0{,}2\cdot ctg\,60^o} = -2{,}2\ \ Дж$

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{A = \frac{P_{max}T}{2\pi m} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}}$.

$$P_{max} = mv_{max} = mA\varpi = mA\frac{2\pi}{T}, \quad \text{откуда} \quad A = \frac{P_{max}T}{2\pi m}.$$

$$A = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 0{,}6 \cdot 10^{-1} \text{ м} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

З А Д А Ч А 6. (12 баллов)

Ответ: Давление газа увеличится в 2,25 раза.

Давление идеального газа $p = \frac{1}{3}\rho\overline{\upsilon}^{\,2}$, где $\overline{\upsilon}^{\,2} = \upsilon^2_{СР.КВ.}$ Тогда $\frac{p_2}{p_1} = \frac{\overline{\upsilon}_{2СРКВ}^{\,2}}{\overline{\upsilon}_{1СРКВ}^{\,2}}$.

По условию задачи $\upsilon_{2СР.КВ.} = 1{,}5\upsilon_{1СРКВ}$, следовательно, $\frac{p_2}{p_1} = (1{,}5)^2 = 2{,}25$ раза.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{Q = \frac{5}{2}\frac{m}{\mu}R\Delta T = 1038{,}75 \text{ Дж}}$.

В соответствии с первым законом термодинамики

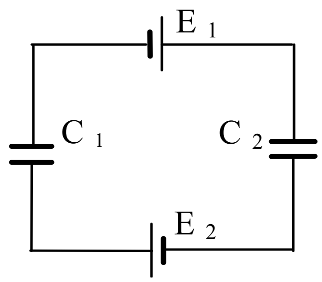
$Q = \Delta U + A$ Так как. гелий – газ одноатомный и $P = const.$, то $\Delta U = c_v\frac{m}{\mu}\Delta T = \frac{3}{2}\frac{m}{\mu}R\Delta T$

$$A = \frac{m}{\mu}R\Delta T \quad .$$

$Q = \frac{3}{2}\frac{m}{\mu}R\Delta T + \frac{m}{\mu}R\Delta T = \frac{5}{2}\frac{m}{\mu}R\Delta T =$. Подставив числовые значения, получим

$$Q = \frac{5}{2}\frac{m}{\mu}R\Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{0{,}020}{0{,}040} \cdot 8{,}31 \cdot 100 = 1038{,}75 \text{ Дж} .$$

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)



Ответ: $\boxed{F = \frac{C_o E_o^{\,2}}{d}}$.

1) Сила притяжения пластин конденсатора

$$F = q\frac{E}{2} = q\frac{1}{2} \cdot \frac{U}{d}, \quad (1)$$

где q- заряд на обкладке конденсатора,

U – напряжение на конденсаторе,

d – расстояние между пластинами. В этой формуле буквой E обозначена напряженность поля в конденсаторе.

2) Емкость батареи конденсаторов $C_{БАТ} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2}{3} \cdot C_o$.

3) Заряд на обкладках каждого конденсатора

$$q = C_{БАТ} \cdot (E_1 + E_2) = \frac{2}{3}C_o(E_o + 2E_o) = 2C_oE_o$$

4) Напряжение на конденсаторе C_2 $U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{2C_oE_o}{2C_o} = E_o$

5) Подставляя q и U_2 в (1), получим $F = \frac{C_oE_o^{\,2}}{d}$

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{m \approx 1{,}3\ \text{г}}$.

Масса m выделившейся из раствора меди при протекании через электролит заряда q равна

$$m = m_o N, \quad \text{где} \quad m_o = \frac{\mu}{N_A} \text{ – масса иона меди.}$$

$$N = \frac{q}{q_{иона}} = \frac{q}{en}, \quad \text{где } n \text{ – валентность ионов меди}$$

Тогда $m = \frac{\mu}{N_A} \cdot \frac{q}{e \cdot n} = \frac{\mu q}{N_A e \cdot n}$ (1)

Здесь $F = N_A \cdot e = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} = 9{,}65 \cdot 10^4$ Кл/моль - постоянная Фарадея.

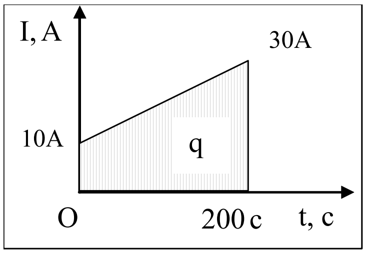
Подставив значение F в (1), получим

$$m = \frac{\mu}{F \cdot n} q = \frac{0{,}064}{9{,}65 \cdot 10^4 \cdot 2} q = 0{,}0033 \cdot 10^{-4} \cdot q = 3{,}3 \cdot 10^{-7} \cdot q \quad (2)$$

Заряд q найдем , используя графическое представление изменения тока от времени

$I(t) = (10 + 0{,}1t)$ A . При $t = 0$, $I = 10$A.

При $t = 200$c , $I(t = 200) = (10 + 0{,}1 \cdot 200) = 30$ A .



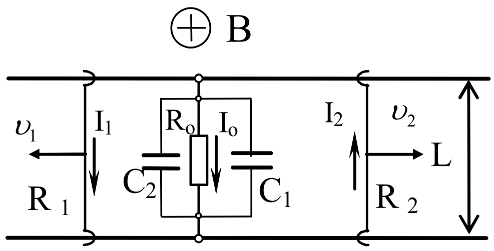
$$q = \frac{10 + 30}{2} \cdot 200 = 20 \cdot 200 = 4000 \text{ Кл} .$$

Подставив значение q в (2), найдем

$$m = 3{,}3 \cdot 10^{-7} \cdot q = 3{,}3 \cdot 10^{-7} \cdot 4000 = 13{,}2 \cdot 10^{-4} = 1{,}32 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 1{,}3 \text{ г} .$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{q_{БАТ} = (C_1 + C_2) I_0 R_0 = 9{,}7 \cdot 10^{-5}\ Кл}$



Используя закон Фарадея и правила Кирхгофа , запишем для контура, образованного рельсами , неподвижным и двумя подвижными проводниками следующие уравнения:

$$\left.\begin{aligned} I_1 R_1 - I_o R_o &= v_1 LB \\ I_2 R_2 + I_o R_o &= v_2 LB \\ I_1 + I_o &= I_2 \end{aligned}\right\} \quad \text{Решая эту систему уравнений, найдем} \quad I_o = BL \frac{v_2 R_1 - v_1 R_2}{R_1 R_2 + R_o R_1 + R_o R_2} .$$

Подставив числовые значения, получим $I_o = -3{,}6 \cdot 10^{-3}$ A .

Знак минус означает, что направление тока I_o на рисунке следует изменить на противоположное. Найдем заряд батареи конденсаторов $q_{бат.}$

$$q_{БАТ} = C_{БАТ} U = (C_1 + C_2) I_0 R_0 = (3 + 6) \cdot 10^{-3} \cdot 3{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 9{,}7 \cdot 10^{-5}\ Кл .$$

РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 6

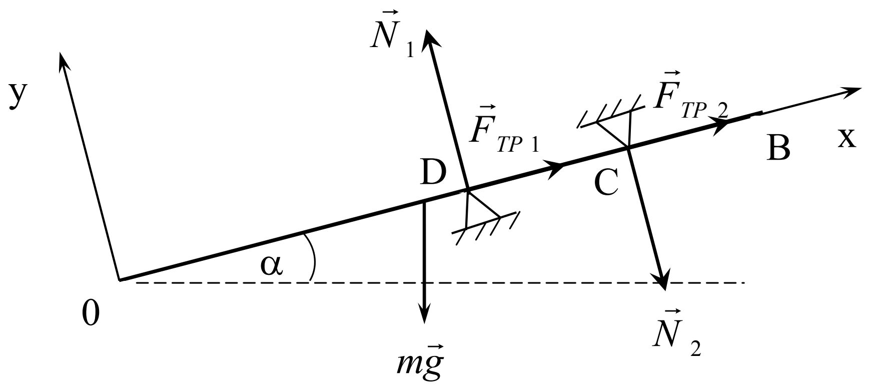
З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ:. $\boxed{\Delta p = mg\Delta t = 10 \cdot 9{,}8 \cdot 2 = 196\,\frac{кг \cdot м}{с}}$

З А Д А Ч А 2. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{L \geq 2b + a\left(1 + \frac{tg\alpha}{\mu}\right) \geq 1{,}7\,м}$.

На стержень ОВ действуют:



mg - сила тяжести; N_1 и N_2 – силы нормальной реакции опор D и C ; $F_{TP\,1}$ и $F_{TP\,2}$ - силы трения . Силы трения направлены вдоль стержня вверх, так как стержень стремится соскользнуть вниз. Стержень будет находиться в равновесии, если будут выполняться два условия: Равенства нулю всех сил, действующих на стержень $\sum F_i = 0$ и равенства нулю моментов всех сил, действующих на стержень, относительно оси проходящей, например, через опору С, $\sum M_C(F_i) = 0$. Напишем для стержня первое условие равновесия:

$mg + N_1 + F_{TP1} + F_{TP2} + N_2 = 0$ (1)

Направим ось x вдоль стержня, ось y перпендикулярно ей, и спроецируем на них уравнение (1).

$F_{TP1} + F_{TP2} - mg\sin\alpha = 0$ (2)

$N_1 - N_2 - mg\cos\alpha = 0$ (3)

Принимая во внимание, что $F_{TP} \leq \mu N$, перепишем уравнения (2) и (3) в виде

$\mu N_1 + \mu N_2 - mg\sin\alpha \geq 0$ (4)

$N_1 - N_2 - mg\cos\alpha = 0$ (5)

Напишем для стержня второе условие равновесия относительно оси, проходящей через точку С:

$M_1 - M_2 = 0$ (6) , где $M_1 = mg\ell_1$, $M_2 = N_1\ell_2$ - моменты сил mg и N_1 относительно выбранной оси, где $\ell_1 = (L/2 - b)\cos\alpha$ и $\ell_2 = a$ - плечи сил *mg* и *N*. Подставим выражения для M_1 и M_2 в (6) , получим

$mg(L/2 - b)\cos\alpha - N_1 a = 0$ (7).

Из уравнение (5) и (7) найдём

$N_1 = \frac{mg\cos\alpha(L/2 - b)}{a}$ $N_2 = \frac{mg\cos\alpha(L/2 - b - a)}{a}$, а затем из уравнения (4) выразим длину стержня: $L \geq 2b + a\left(1 + \frac{tg\alpha}{\mu}\right)$.

Подставим $a = 0{,}2$; $b = 0{,}4$; $\mu = 0{,}5$; $\alpha = 60^o$; $tg60^o = \sqrt{3}$, найдём

$L \geq 2 \cdot 0{,}4 + 0{,}2\left(1 + \frac{1{,}73}{0{,}5}\right) = 0{,}8 + 0{,}2 \cdot (1 + 3{,}46) = 1{,}7\,м$

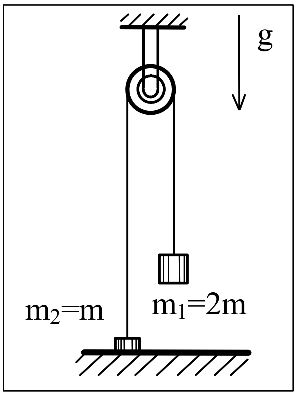
З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{H = \dfrac{2Q}{mg}}$

1) $\boxed{H = h_1 + h_2}$ (1), где h_1 – высота груза m_1 над столом до начала движения; h_2 – высота подъема груза m_2 над столом после удара груза m_1 о стол.

2) Используя закон сохранения энергии и уравнение равнопеременного движения, получим

$\boxed{Q = W_{K_1} = \dfrac{m_1 v^2}{2}}$ (2) , откуда $\boxed{V^2 = \dfrac{2Q}{m_1}}$



3) $\boxed{h_1 = \dfrac{V^2}{2a} = \dfrac{Q}{m_1 a}}$ (3); 4) $\boxed{h_2 = \dfrac{V^2}{2g} = \dfrac{Q}{m_1 g}}$ (4)

5) Подставляя (3) и (4) в (1) , получим

$\boxed{H = \dfrac{Q}{m_1}\left(\dfrac{1}{a} + \dfrac{1}{g}\right)}$ (5), где $\boxed{a = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g}$ (6)

Подставляя (6) в (5), найдем

$$\boxed{H = \frac{Q}{m_1}\left(\frac{g+a}{ag}\right) = \frac{Q}{m_1 g}\left(\frac{g}{a} + 1\right) = \frac{Q}{m_1 g}\left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} + 1\right) = \frac{2Q}{(m_1 - m_2)g}} \quad (7)$$

Подставим значения $m_1 = 2$ m $m_2 =$ m в (7), найдем

$$\boxed{H = \frac{2Q}{(2m - m)g} = \frac{2Q}{mg}}$$

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{A_1 = 0{,}36 mgL}$

$\boxed{\Delta W_{КИИ} = \sum A_i}$ По условию $\Delta W_{КИИ} = 0$, следовательно, $\boxed{A_1 + A_2 + A_3 = 0}$, где A_1-работа внешней силы, A_2- работа силы тяжести, A_3- работа силы Архимеда.

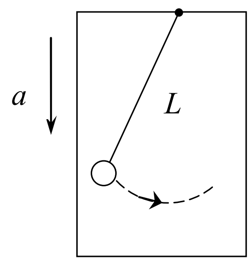
Искомая работа $A_1 = - A_2 - A_3$. $\boxed{A_2 = -mg\dfrac{L}{2}}$

$\boxed{A_3 = \rho g 0{,}4V \cdot 0{,}6L + \rho g \cdot 0{,}6V \cdot 0{,}3L = (0{,}4 \cdot 0{,}6 + 0{,}3 \cdot 0{,}6)\rho g VL = 0{,}42\dfrac{m}{n} gL}$. При n = 3

$\boxed{A_3 = \dfrac{0{,}42}{3} mgL = 0{,}14 mgL}$ $\boxed{A_2 = -\dfrac{mgL}{2}}$ $\boxed{A_1 = 0{,}5mgL - 0{,}14mgL = (0{,}5 - 0{,}14)mgL = 0{,}36mgL}$

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\dfrac{2L}{g}}}$.



$\boxed{a = \dfrac{g}{2}}$; $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g_{Эфф}}}}$, (1) где

$\boxed{g_{Эфф} = g - a = g - \dfrac{g}{2} = \dfrac{g}{2}}$

Подставляя $g_{Эфф}$ в (1), получим $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\dfrac{2L}{g}}}$

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: Число атомов воды больше числа атомов меди в $\frac{3N_1}{N_2}=\frac{167}{140{,}6}=1{,}2\,раза$.

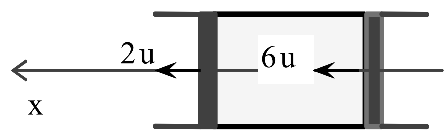
В стакане воды содержится число молекул $N_1=\frac{\rho_1 V}{\mu_1}N_A$ и $3N_1$ атомов, а в куске меди - $N_2=\frac{\rho_2 V}{\mu_2}N_A$ атомов. Подставляя числовые значения, получим : для воды

$$3N_1=3\frac{10^3}{0{,}018}V\cdot N_A=167\cdot 10^3\cdot V\cdot N_A.$$

Для меди: $N_2=\frac{9{,}0\cdot 10^3}{0{,}064}V\cdot N_A=140{,}6\cdot 10^3\cdot V\cdot N_A$. Здесь N_A–число Авогадро, V- объём стакана, ρ_1 и ρ_2 - плотности воды и меди соответственно. Следовательно, число атомов воды больше числа атомов меди в $\frac{3N_1}{N_2}=\frac{167}{140{,}6}=1{,}2\,раза$.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{T=T_o+\frac{8}{3}\frac{Mu^2}{R}}$.



В системе отсчёта, связанной с центром масс поршней, они движутся навстречу друг другу с равными скоростями (так как по условию их массы одинаковые. При этом кинетическая энергия поршней, переходит во внутреннюю энергию газа.

$\boxed{E_{кин}+U_o=U}$,

где U_o–начальная внутренняя энергия газа $U_o=\nu c_v T_o$, , где $\nu=1$.

U- внутренняя энергия газа при максимальном его сжатии $U=\nu c_v T$.

Скорость центра масс поршней $\boxed{\upsilon_C=\frac{M\cdot 2u+M\cdot 6u}{2M}=4u}$

Скорость левого поршня в системе центра масс $\boxed{\upsilon=2u-\upsilon_C=2u-4u=-2u}$.

Скорость правого поршня в системе центра масс $\boxed{\upsilon=6u-\upsilon_C=6u-4u=2u}$.

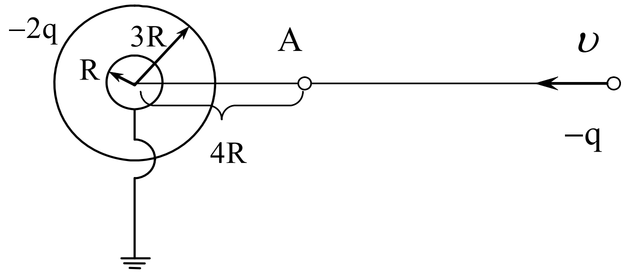
Используя закон сохранения энергии, запишем

Используя закон сохранения энергии, запишем (при $\nu=1$) :

$\boxed{2\frac{M}{2}(2u)^2+\frac{3}{2}RT_o=\frac{3}{2}RT}$, откуда $\boxed{T=T_o+\frac{8}{3}\frac{Mu^2}{R}}$.

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\upsilon=\sqrt{\frac{2q\varphi_A}{m}}=q\sqrt{\frac{1}{6m\pi\varepsilon_o R}}}$.



На заземлённой сфере наводится заряд q_x, который находится из условия равенства нулю потенциала внутренней сферы. Согласно принципу суперпозиции , потенциал внутренней сферы равен

$$\varphi=\frac{q_x}{4\pi\varepsilon_o R}-\frac{2q}{4\pi\varepsilon_o\cdot 3R}=0,$$

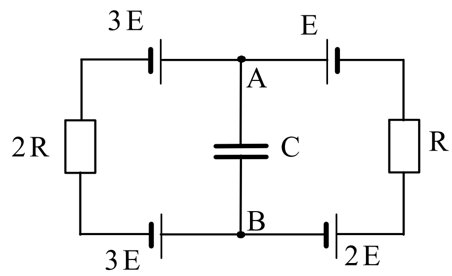
откуда находим искомый заряд $q_x=\frac{2}{3}q$.

Потенциал в точке A $\varphi_A = \frac{2}{3}\cdot\frac{q}{4\pi\varepsilon_o\cdot 4R} - \frac{2q}{4\pi\varepsilon_o\cdot 4R} = -\frac{1}{12}\frac{q}{\pi\varepsilon_o\cdot R}$ $\varphi_A = -\frac{1}{12}\frac{q}{\pi\varepsilon_o\cdot R}$.

По закону сохранения энергии $\frac{m\upsilon_{\min}^{2}}{2} = q\varphi_A$. Откуда $\upsilon = \sqrt{\frac{2q\varphi_A}{m}} = q\sqrt{\frac{1}{6m\pi\varepsilon_o R}}$.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{W = 2CE^2}$.



Ток в цепи $I = \frac{3E}{3R} = \frac{E}{R}$ (1)

Закон Ома для правого участка цепи (участок AB):

$-I = \frac{(\varphi_A - \varphi_B)C - 3E}{R}$ (2)

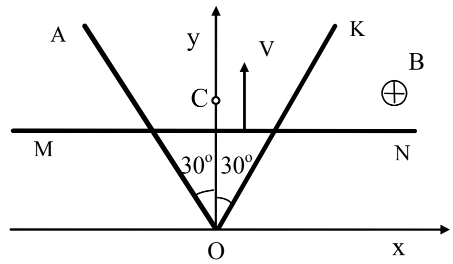
Из (1) и (2) найдем $\varphi_A - \varphi_B = -IR + 3E = -E + 3E = 2E$.

Обозначим $\varphi_A - \varphi_B = U$, тогда энергия конденсатора

$$W = \frac{CU^2}{2} = 2CE^2$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{Q = \frac{B^2\upsilon\cdot L^2}{\rho\sqrt{3}}}$



1) Длина перемычки

$\ell = 2y\cdot tg\frac{\alpha}{2}$; при $y = C$ $\ell_{\max} = 2L\cdot tg\frac{\alpha}{2}$.

2) Сопротивление перемычки

$R = \rho\ell = 2\rho y\cdot tg\frac{\alpha}{2}$; $R_{\max} = \rho\ell_{\max} = 2\rho L\cdot tg\frac{\alpha}{2}$.

3) ЭДС индукции $E = B\upsilon\cdot\ell$; $E_{\max} = 2B\upsilon\cdot Ltg\frac{\alpha}{2}$.

4) Тепловая мощность, выделившаяся в перемычке

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2\upsilon^2\ell^2}{\rho\ell} = \frac{B^2\upsilon^2\ell}{\rho}; \qquad P_{\max} = \frac{E^2_{\max}}{R_{\max}} = \frac{2B^2\upsilon^2 Ltg\frac{\alpha}{2}}{\rho}.$$

5) Средняя мощность $P_{cp} = \frac{1}{2}P_{\max}$ за время $t_o = \frac{L}{\upsilon}$,

6) Полное количество теплоты, выделившейся в перемычке,

$$Q = P_{cp}t_o = \frac{B^2\upsilon^2 Ltg\frac{\alpha}{2}}{\rho}\cdot\frac{L}{\upsilon} = \frac{B^2\upsilon L^2}{\rho}tg\frac{\alpha}{2}$$

Итак, при $\alpha = 60^o$, $tg\frac{\alpha}{2} = tg30^o = \frac{1}{\sqrt{3}}$, $\boxed{Q = \frac{B^2\upsilon L^2}{\rho}tg\frac{\alpha}{2} = \frac{B^2\upsilon\cdot L^2}{\rho\sqrt{3}}}$

РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА № 8

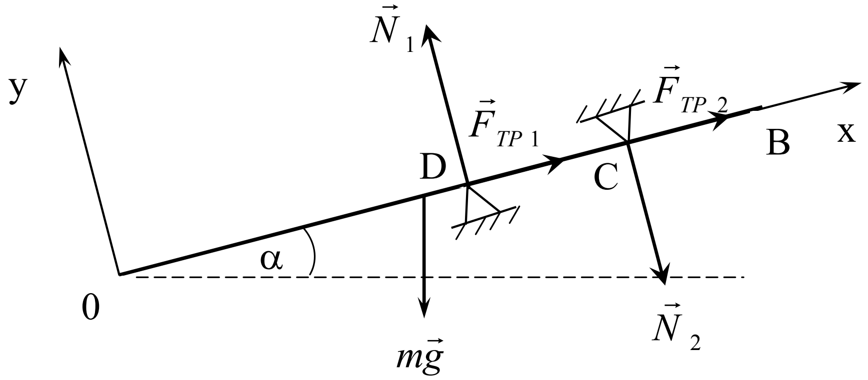
З А Д А Ч А 1. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{\Delta p = mg\Delta t = 10 \cdot 9{,}8 \cdot 1 = 98\,\frac{кг \cdot м}{с}}$.

З А Д А Ч А 2. (8 баллов)

Ответ: $\boxed{L \geq 2b + a\left(1 + \frac{tg\alpha}{\mu}\right) \geq 0{,}62\,м}$.

На стержень ОВ действуют:



mg - сила тяжести; N_1 и N_2 – силы нормальной реакции опор D и C ; $F_{TP\,1}$ и $F_{TP\,2}$ - силы трения . Силы трения направлены вдоль стержня вверх, так как стержень стремится соскользнуть вниз.

Стержень будет находиться в равновесии, если будут выполняться два условия: Равенства нулю всех сил, действующих на стержень $\sum F_i = 0$ и равенства нулю моментов всех сил, действующих на стержень, относительно оси проходящей, например, через опору С, $\sum M_C(F_i) = 0$. Напишем для стержня первое условие равновесия:

$mg + N_1 + F_{TP1} + F_{TP2} + N_2 = 0$ (1)

Направим ось x вдоль стержня, ось y перпендикулярно ей, и спроецируем на них уравнение (1).

$F_{TP1} + F_{TP2} - mg\sin\alpha = 0$ (2)

$N_1 - N_2 - mg\cos\alpha = 0$ (3)

Принимая во внимание, что $F_{TP} \leq \mu N$, перепишем уравнения (2) и (3) в виде

$\mu N_1 + \mu N_2 - mg\sin\alpha \geq 0$ (4)

$N_1 - N_2 - mg\cos\alpha = 0$ (5)

Напишем для стержня второе условие равновесия относительно оси, проходящей через точку С:

$M_1 - M_2 = 0$ (6) , где $M_1 = mg\ell_1$, $M_2 = N_1\ell_2$ - моменты сил mg и N_1 относительно выбранной оси, где $\ell_1 = (L/2 - b)\cos\alpha$ и $\ell_2 = a$ - плечи сил *mg* и *N.* Подставим выражения для M_1 и M_2 в (6) , получим

$mg(L/2 - b)\cos\alpha - N_1 a = 0$ (7).

Из уравнение (5) и (7) найдём

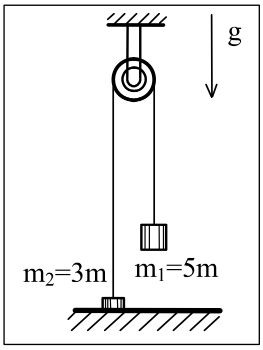
$N_1 = \frac{mg\cos\alpha(L/2 - b)}{a}$ $N_2 = \frac{mg\cos\alpha(L/2 - b - a)}{a}$, а затем из уравнения (4) выразим длину стержня: $L \geq 2b + a\left(1 + \frac{tg\alpha}{\mu}\right)$.

Подставим $a = 0{,}1$; $b = 0{,}2$; $\mu = 0{,}5$; $\alpha = 30^o$; $tg30^o = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0{,}578$, найдём

$$L \geq 2 \cdot 0{,}2 + 0{,}1\left(1 + \frac{0{,}578}{0{,}5}\right) = 0{,}4 + 0{,}1 \cdot (1 + 1{,}156) = 0{,}62\ \text{м}$$

З А Д А Ч А 3. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{H = \dfrac{Q}{mg}}$.



1) $\boxed{H = h_1 + h_2}$ (1), где h_1 – высота груза m_1 над столом до начала движения; h_2 – высота подъема груза m_2 над столом после удара груза m_1 о стол.

2) Используя закон сохранения энергии и уравнение равнопеременного движения, получим

$\boxed{Q = W_{K_1} = \dfrac{m_1 v^2}{2}}$ (2) , откуда $\boxed{V^2 = \dfrac{2Q}{m_1}}$

3) $\boxed{h_1 = \dfrac{V^2}{2a} = \dfrac{Q}{m_1 a}}$ (3); 4) $\boxed{h_2 = \dfrac{V^2}{2g} = \dfrac{Q}{m_1 g}}$ (4)

5) Подставляя (3) и (4) в (1), получим

$\boxed{H = \dfrac{Q}{m_1}\left(\dfrac{1}{a} + \dfrac{1}{g}\right)}$ (5), где $\boxed{a = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g}$ (6)

Подставляя (6) в (5), найдем

$$\boxed{H = \frac{Q}{m_1}\left(\frac{g+a}{ag}\right) = \frac{Q}{m_1 g}\left(\frac{g}{a} + 1\right) = \frac{Q}{m_1 g}\left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} + 1\right) = \frac{2Q}{(m_1 - m_2)g}} \quad (7)$$

Подставим значения $m_1 = 5$ m $m_2 = 3$m в (7), найдем

$$\boxed{H = \frac{2Q}{(5m - 3m)g} = \frac{Q}{mg}}$$

З А Д А Ч А 4. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{A_1 = 0{,}45mgL}$.

$\boxed{\Delta W_{КИИ} = \sum A_i}$. По условию $\Delta W_{КИИ} = 0$, следовательно, $\boxed{A_1 + A_2 + A_3 = 0}$, где A_1-работа внешней силы, A_2- работа силы тяжести, A_3- работа силы Архимеда.

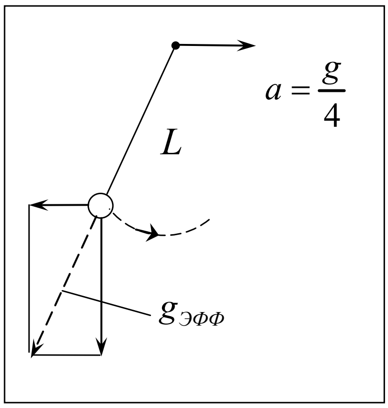
Искомая работа $A_1 = -A_2 - A_3$. $\boxed{A_2 = -mg\dfrac{L}{2}}$.

$\boxed{A_3 = \rho g 0{,}5V \cdot 0{,}5L + \rho g \cdot 0{,}5V \cdot 0{,}25L = (0{,}5\cdot 0{,}5 + 0{,}5 \cdot 0{,}25)\rho g VL = 0{,}375\dfrac{m}{n}gL}$. При n = 7

$\boxed{A_3 = \dfrac{0{,}375}{7} mgL = 0{,}0535 mgL \approx 0{,}05mgL}$ $\boxed{A_2 = -\dfrac{mgL}{2}}$.

$\boxed{A_1 = 0{,}5mgL - 0{,}05mgL = (0{,}5 - 0{,}05)mgL = 0{,}45mgL}$.

З А Д А Ч А 5. (10 баллов)



Ответ: $\boxed{T = 4\pi\sqrt{\dfrac{L}{g\sqrt{17}}}}$.

$\boxed{a = \dfrac{g}{4}}$; $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g_{ЭФФ}}}}$, (1) где

$$\boxed{g_{Эфф} = \sqrt{g^2 + a^2} = \sqrt{g^2 + \left(\frac{g}{4}\right)^2} = \frac{g}{4}\sqrt{17}}$$

Подставляя $g_{Эфф}$ в (1), получим $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\dfrac{4L}{g\sqrt{17}}} = 4\pi\sqrt{\dfrac{L}{g\sqrt{17}}}}$.

З А Д А Ч А 6. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{N = \dfrac{2}{3}\dfrac{U}{kT} = 8{,}0 \cdot 10^{20}}$

Аргон – одноатомный газ, следовательно средняя кинетическая энергия одного атома $\boxed{\varepsilon = \dfrac{3}{2}kT}$.

Искомое число атомов $\boxed{N = \dfrac{U}{\varepsilon} = \dfrac{2U}{3kT} = \dfrac{2 \cdot 5}{3 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 300} = 8{,}0 \cdot 10^{20}}$.

З А Д А Ч А 7. (10 баллов)

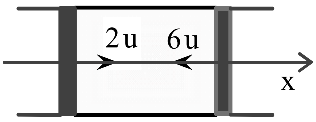
Ответ: $\boxed{\mathrm{T} = T_o + \dfrac{32}{3}\dfrac{Mu^2}{R}}$.

В системе отсчёта, связанной с центром масс поршней, они движутся навстречу друг другу с равными скоростями (так как по условию их массы одинаковые). При этом кинетическая энергия поршней, переходит во внутреннюю энергию газа.

$$\mathrm{E}_{\text{кин}} + \mathrm{U}_{\text{o}} = \mathrm{U},$$

где $\mathrm{U_o}$ –начальная внутренняя энергия газа $\mathrm{U_o} = \nu c_v \mathrm{T_o}$, , где $\nu = 1$.

U- внутренняя энергия газа при максимальном его сжатии $\mathrm{U} = \nu c_v \mathrm{T}$.



Скорость центра масс поршней $\boxed{\upsilon_C = \dfrac{M \cdot 2u - M \cdot 6u}{2M} = -2u}$

Скорость левого поршня в системе центра масс $\boxed{\upsilon = 2u - \upsilon_C = 2u + 2u = 4u}$.

Скорость правого поршня в системе центра масс $\boxed{\upsilon = 6u - \upsilon_C = -6u + 2u = -4u}$.

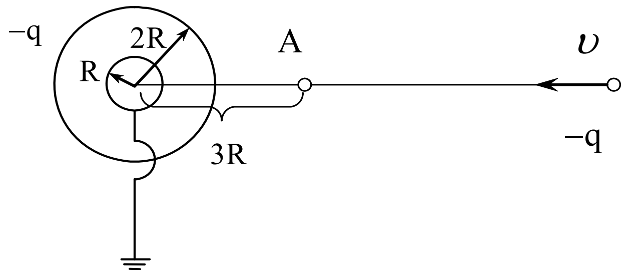
Используя закон сохранения энергии, запишем

Используя закон сохранения энергии, запишем (при $\nu = 1$) :

$\boxed{2\dfrac{M}{2}(4u)^2 + \dfrac{3}{2}\mathrm{RT_o} = \dfrac{3}{2}RT}$, откуда $\boxed{\mathrm{T} = T_o + \dfrac{32}{3}\dfrac{Mu^2}{R}}$.

З А Д А Ч А 8. (10 баллов)

Ответ: $\boxed{\upsilon = \sqrt{\dfrac{2q\varphi_A}{m}} = \dfrac{q}{2}\sqrt{\dfrac{1}{3m\pi\varepsilon_o R}}}$.



На заземлённой сфере наводится заряд q_x, который находится из условия равенства нулю потенциала внутренней сферы. Согласно принципу суперпозиции , потенциал внутренней сферы равен

$$\varphi = \frac{q_x}{4\pi\varepsilon_o R} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_o \cdot 2R} = 0,$$

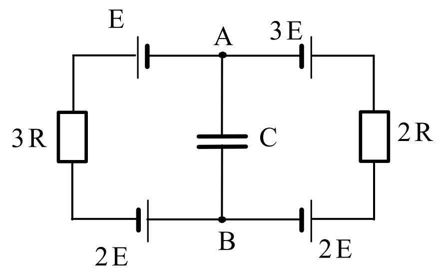
откуда находим искомый заряд $q_x = \dfrac{q}{2}$.

Потенциал в точке A $\varphi_A = \dfrac{1}{2} \cdot \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_o \cdot 3R} - \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_o \cdot 3R} = -\dfrac{1}{24}\dfrac{q}{\pi\varepsilon_o \cdot R}$; $\varphi_A = -\dfrac{1}{24}\dfrac{q}{\pi\varepsilon_o \cdot R}$.

По закону сохранения энергии $\dfrac{m\upsilon_{\min}^2}{2} = q\varphi_A$. Откуда $\upsilon = \sqrt{\dfrac{2q\varphi_A}{m}} = \dfrac{q}{2}\sqrt{\dfrac{1}{3m\pi\varepsilon_o R}}$.

З А Д А Ч А 9. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{W = \frac{81}{50} CE^{2}}$.



Ток в цепи $\mathrm{I} = \frac{2E}{5R}$ (1)

Закон Ома для правого участка цепи (участок AB):

$$-\mathrm{I} = \frac{(\varphi_A - \varphi_B) + 3E - 2E}{2R} \quad (2)$$

Из (1) и (2) найдем

$$\varphi_A - \varphi_B = -E - \mathrm{I}(2R) = -E - \frac{2E}{5R} 2R = E\frac{-5R - 4R -}{5R} = -E\frac{9R}{5R} = -\frac{9}{5}E \ .$$

Обозначим $\varphi_A - \varphi_B = U$, тогда энергия конденсатора

$$W = \frac{CU^{2}}{2} = \frac{C}{2}\left(\frac{9}{5}E\right)^{2} = \frac{81}{50} CE^{2}$$

З А Д А Ч А 10. (12 баллов)

Ответ: $\boxed{Q = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{B^2\upsilon \cdot L^2}{\rho}}$.

1) ЭДС индукции $E = B\upsilon \cdot \ell$,

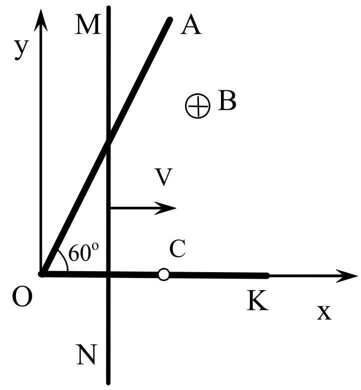
где длина перемычки $\ell = x \cdot \mathrm{tg}\alpha$

При $x = C$ $\ell_{max} = L \cdot \mathrm{tg}\alpha$

2) Сопротивление перемычки $R = \rho \cdot \ell$ $R_{max} = \rho \cdot \ell_{max} = \rho \cdot L \cdot \mathrm{tg}\alpha$

3) Тепловая мощность, выделившаяся в перемычке

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2\upsilon^2\ell^2}{\rho\ell} = \frac{B^2\upsilon^2\ell}{\rho} \qquad P_{max} = \frac{B^2\upsilon^2 L \cdot tg\alpha}{\rho}.$$



4) Средняя мощность $P_{ср} = \frac{1}{2}P_{max}$ за время $t_o = \frac{L}{\upsilon}$.

5) Полное количество теплоты, выделившейся в перемычке,

$$Q = P_{ср}t_o = \frac{1}{2}\frac{B^2 v^2 L \cdot \mathrm{tg}\alpha}{\rho} \cdot \frac{L}{v} = \frac{1}{2}\frac{B^2 v \cdot L^2 \cdot \mathrm{tg}\alpha}{\rho}$$

$$Q = P_{ср}t_o = \frac{1}{2}\frac{B^2\upsilon^2 L \cdot tg\alpha}{\rho} \cdot \frac{L}{\upsilon} = \frac{1}{2}\frac{B^2\upsilon \cdot L^2 \cdot}{\rho} tg\alpha$$

Итак, при $\alpha = 60^{o}$ $\mathrm{tg}60^{o} = \sqrt{3}$. $\boxed{Q = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{B^2\upsilon L^2}{\rho}}$.