Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

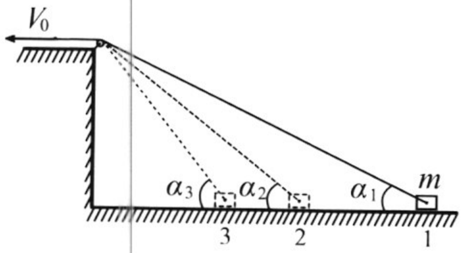
Класс 11

Вариант 11-08

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Груз массой m подтягивается по гладкой горизонтальной поверхности к стене с помощью лебедки, неподвижного небольшого легкого блока и легкого троса (см. рис.). Трос вытягивается лебедкой с постоянной скоростью V_0. Груз последовательно проходит точки 1, 2 и 3, для которых $\sin\alpha_1 = \dfrac{1}{4}, \sin\alpha_2 = \dfrac{2}{3}, \sin\alpha_3 = \dfrac{3}{4}$. От точки 1 до точки 2 груз перемещается за время t_{12}.



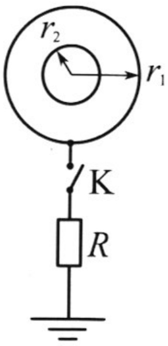
1) Найти скорость V_2 груза при прохождении точки 2.
2) Найти работу лебедки A_{12} при перемещении груза из точки 1 в точку 2.
3) Найти время t_{13} перемещения груза из точки 1 в точку 3.

2. Цилиндрический сосуд, стоящий на горизонтальном столике, помещен в термостат, в котором поддерживается постоянная температура T_0 =373 K. Стенки сосуда проводят тепло. Сосуд разделен на две части подвижным (нет трения при перемещении) поршнем. В нижней части находится воздух объемом V_1, в верхней - водяной пар и немного воды. Содержимое сосуда в равновесии. Поршень своим весом создает добавочное давление $P_0/8$, где P_0 – нормальное атмосферное давление. Сосуд переворачивают и ставят на столик, в верхней части оказывается воздух. Через некоторое время устанавливается новое равновесное состояние.

1) Найти объем V_2 воздуха в сосуде после переворачивания.
2) Найти изменение массы Δm воды.
3) Найти изменение внутренней энергии содержимого сосуда.

Удельная теплота испарения воды L, молярная масса воды μ. Массой воды, пара и воздуха по сравнению с массой поршня пренебречь. Объемом воды при конденсации пара можно пренебречь по сравнению с объемом пара, из которого образовалась вода. Воздух считать идеальным газом.

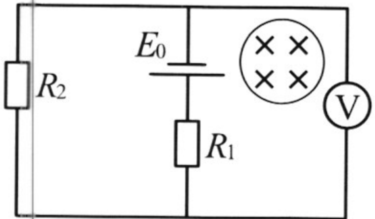
3. Два тонкостенных полых проводящих шара (тонкостенные сферы) с общим центром и радиусами r_1 и r_2 образуют сферический конденсатор (см. рис.). На внешнем шаре находится положительный заряд q, а на внутреннем шаре – положительный заряд Q. Внешний шар соединен с Землей через ключ К и резистор R. Ключ замыкают.



1) Найти заряд q_1 на внешнем шаре после замыкания ключа.
2) Найти энергию W_1 электрического поля в пространстве между шарами (сферами) до замыкания ключа.
3) Какое количество теплоты W выделится в резисторе R после замыкания ключа?

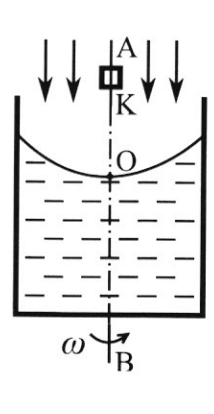
Сопротивление проводов, шаров и Земли не учитывать. Радиусы шаров значительно меньше расстояния между Землей и шарами.

4. В проволочную конструкцию впаяны резисторы с сопротивлениями $R_1 = R$, $R_2 = 3R$, идеальный источник с ЭДС E_0, вольтметр с сопротивлением $R_V = 5R$ (см. рис.). Сопротивление проводов конструкции пренебрежимо мало. Однородное магнитное поле сосредоточено практически в узкой области – магнитном сердечнике с площадью поперечного сечения S.



1) Найти показание V_1 вольтметра, если индукция магнитного поля остается постоянной.
2) Найти показание V_2 вольтметра, если индукция магнитного поля возрастает с постоянной скоростью $\Delta B / \Delta t = k > 0$.

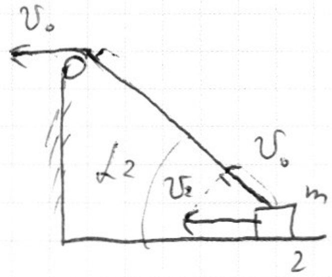
5. Цилиндрический сосуд с жидкостью вращается с угловой скоростью ω = 4 с$^{-1}$ вокруг вертикальной оси АВ, совпадающей с осью симметрии сосуда (см. рис.). Наблюдатель, находясь вблизи экватора Земли, рассматривает в полдень изображение Солнца с помощью миниатюрной камеры К, расположенной на оси вращения.



1) Найти радиус кривизны свободной поверхности жидкости в её нижней точке О.
2) На каком расстоянии от точки О будет наблюдаться изображение Солнца, полученное в отраженных от свободной поверхности жидкости лучах?

Принять g = 10 м/с^2.

№1. усл нерастяжимости троса: проекция скорости груза на нить $= v_0$



$$v_2 \cdot \cos\alpha_2 = v_0 \Rightarrow v_2 = \frac{v_0}{\cos\alpha_2}$$

$$\cos\alpha_2 = \sqrt{1 - \sin\alpha_2^2} = \sqrt{\frac{9-4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$v_2 = \frac{3\sqrt{5}\, v_0}{5}, \quad \text{соотв} \quad v_1 = \frac{4\sqrt{15}\, v_0}{15}$$

$$A_{12} = \frac{m}{2}\left(v_2^2 - v_1^2\right) = \frac{11 m v_0^2}{30}$$

$$v = \frac{v_0}{\cos\alpha} \Rightarrow \Delta v = \frac{v_0(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_1 \cdot \cos d\alpha + \sin\alpha_1 \cdot \sin d\alpha)}{\cos\alpha_1(\cos(\alpha_1 + d\alpha))}$$

$$\Delta v = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha_1 \cdot d\alpha}{\cos\alpha_1^2} = \frac{dX}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta X}{\Delta t} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_n} v_0 \cdot \sin\alpha_1 \cdot \cos^{-2}\alpha_1 \cdot d\alpha = -v_0 \cdot (\cos\alpha_1)^{-1} + v(\cos\alpha_n)^{-1}$$

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{h}{x_0} \quad \operatorname{tg}\alpha_n = \frac{h}{x_0 - \Delta x} \Rightarrow \Delta X = \frac{x_0(\operatorname{tg}\alpha_n - \operatorname{tg}\alpha_1)}{\operatorname{tg}\alpha_n}$$

для t_{12} (1) $$\Delta X = \frac{v_0(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)t_{12}}{\cos\alpha_1 \cdot \cos\alpha_2} = \frac{x_0(\operatorname{tg}\alpha_2 - \operatorname{tg}\alpha_1)}{\operatorname{tg}\alpha_2} \Rightarrow$$

для t_{13} (2) $$\Delta X = \frac{v_0(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_3)t_{13}}{\cos\alpha_1 \cdot \cos\alpha_3} = \frac{x_0(\operatorname{tg}\alpha_3 - \operatorname{tg}\alpha_1)}{\operatorname{tg}\alpha_3}$$

$$\Rightarrow t_{13} = \left(\frac{v_0 \operatorname{tg}\alpha_3(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_3)}{x_0 \cos\alpha_1 \cos\alpha_3(\operatorname{tg}\alpha_3 - \operatorname{tg}\alpha_1)}\right)^{-1}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

из (1)

$$x_0 = \frac{2 v_0 t_{12} (3\sqrt{3} - 4)}{\sqrt{5} (2\sqrt{3} - 1)} \quad (3)$$

из (3) и (2)

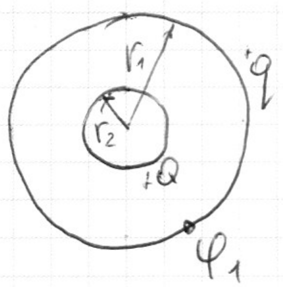
$$t_{13} = \frac{t_{12}\sqrt{7} \cdot (\sqrt{7} \cdot (4 - 3\sqrt{3}) + \sqrt{5}(27 - 12\sqrt{3}))}{6\sqrt{5} (\sqrt{7}(1 - 2\sqrt{3}) + \sqrt{5}(6 - \sqrt{3}))}$$

$$t_{13} \approx \frac{25 t_{12}}{24}$$

Ответ: $v_2 = \frac{3\sqrt{5} v_0}{5}$; $A = \frac{11 m v_0^2}{30}$

$$t_{13} = \frac{t_{12}\sqrt{7}(\sqrt{7}(4 - 3\sqrt{3}) + \sqrt{5}(27 - 12\sqrt{3}))}{6\sqrt{5}(\sqrt{7}(1 - 2\sqrt{3}) + \sqrt{5}(6 - \sqrt{3}))}$$

№3



до замык ключа

$$W_1 = \frac{CU^2}{2} \qquad C = \frac{\varepsilon_0 4\pi (r_1+r_2)^2}{4(r_1-r_2)}$$

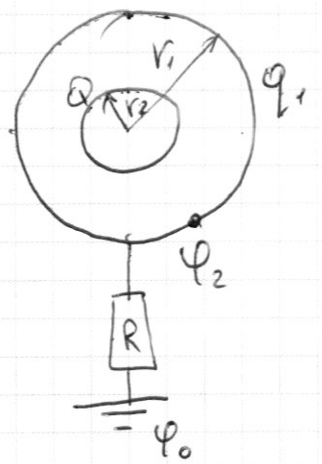
$$U^2 = E^2(r_1-r_2)^2 = \left(\frac{Q}{2\varepsilon_0 4\pi r_2^2} - \frac{q}{2\varepsilon_0 \pi 4 r_1^2}\right)^2 (r_1-r_2)^2$$

$$W_1 = \frac{(Qr_1^2 - qr_2^2)^2 (r_1^2 - r_2^2)(r_1+r_2)}{128\pi\varepsilon_0 r_2^4 r_1^4}$$

при $r_1 \approx r_2 \approx r$ $\qquad W_1 = \dfrac{(Q-q)^2 (r_1-r_2)}{32\pi\varepsilon_0 r^2}$

$$\varphi_1 = \frac{Q+q}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$$

После замык, в уст. режиме



$$\varphi_2 = 0 = \frac{Q+q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1} \Rightarrow q_1 = -Q$$

Через резистор R за время уст. равновесия протёк заряд

$$q - q_1 = q + Q$$

$$dW = dq \cdot U \qquad U = \varphi - \varphi_0 = \frac{Q+q_i}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = \frac{(Q+q_i - dq)}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$$

$$dW = \int_{q}^{q_1} \frac{(Q+q)\,dq}{4\pi\varepsilon_0 r_1} - \frac{dq^2}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = \frac{2(Q+q)(q_1-q) - (q_1^2 - q^2)}{8\pi\varepsilon_0 r_1}$$

$$\Delta W = \frac{3Q^2 + 4Qq + q^2}{8\pi\varepsilon_0 r_1}$$

Ответ: $q_1 = -Q$; $W_1 = \dfrac{(Q-q)^2 (r_1-r_2)}{32\pi\varepsilon_0 r^2}$, $W = \dfrac{3Q^2 + 4Qq + q^2}{8\pi\varepsilon_0 r_1}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

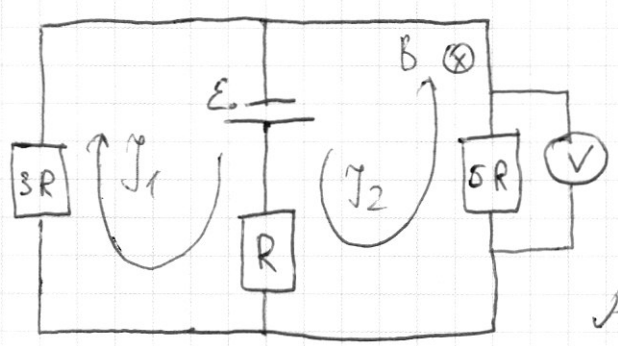
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 1) При $B = const$ $\mathcal{E}_i = 0$, т.к. только перемен. магнит. поле порождает ток.:



$$\begin{cases} E_0 = I_1 R + 3 I_1 R + I_2 R \\ E_0 = I_1 R + I_2 R + 5 I_2 R \end{cases}$$

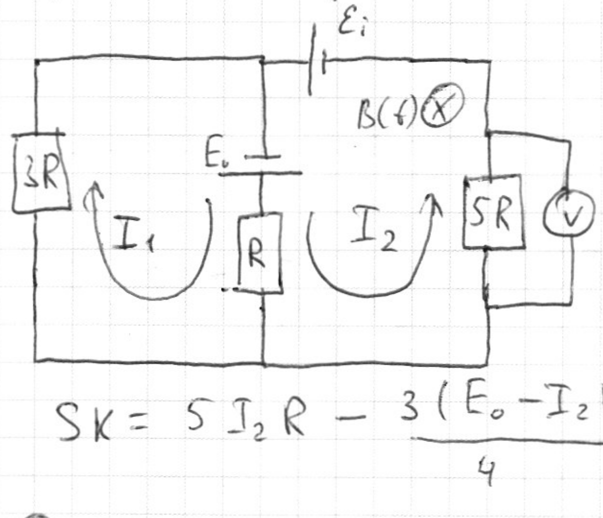
$$V_1 = 5 I_2 R$$

Решая сист. получим

$$I_1 = \frac{5 I_2}{3} \qquad E_0 = \frac{5 I_2 R}{3} + 6 I_2 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{15 E_0}{23}$$

2) При $dB/dt = k$ $\mathcal{E}_i = \frac{S\,dB}{dt} = Sk$, направл. против измен. B $\Rightarrow$



$$\begin{cases} E_0 + \mathcal{E}_i = I_1 R + I_2 R + 5 I_2 R \\ \mathcal{E}_i = 5 I_2 R - 3 I_1 R \\ V_2 = 5 I_2 R \end{cases}$$

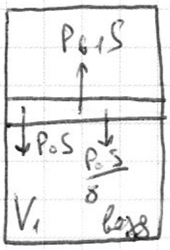
$$I_1 = \frac{E_0 - I_2 R}{4R}$$

$$Sk = 5 I_2 R - \frac{3(E_0 - I_2 R)}{4} \Rightarrow V_2 = \frac{20Sk + 15E_0}{23}$$

Ответ: $V_1 = \frac{15E_0}{23}$; $V_2 = \frac{20Sk + 15E_0}{23}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

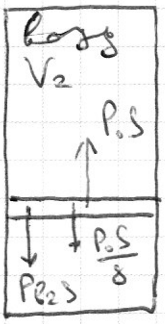
№2

1) 

T_0 при $T=373$ K $P_{насыщ.\ пара}=P_0$

усл. равновес.

$$8P_{в1}S = P_0S8 + P_0S \Rightarrow P_{в1} = \frac{9}{8}P_0$$

2) 

усл. равновес.

$$8P_0S = P_0S + 8P_{в2}S \Rightarrow P_{в2} = \frac{7}{8}P_0$$

т.к. $\nu_{возд}RT = const$

$$P_{в1}V_1 = P_{в2}V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_{в1}V_1}{P_{в2}} = \frac{9V_1}{7}$$

Для пара 1) $P_0 = \frac{mRT_0}{\mu V}$ 2) $P_0 = \frac{(m-\Delta m)RT_0}{\mu(V-\Delta V)} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta m = \frac{m\Delta V}{V}$ $\frac{m}{V} = \frac{P_0\mu}{RT_0}$ Δm - для пара отриц. $\Rightarrow$ для воды положит.

$$\Delta m = \frac{P_0\mu 2V_1}{RT_0 7} = \frac{2\mu P_0V_1}{7RT_0}$$

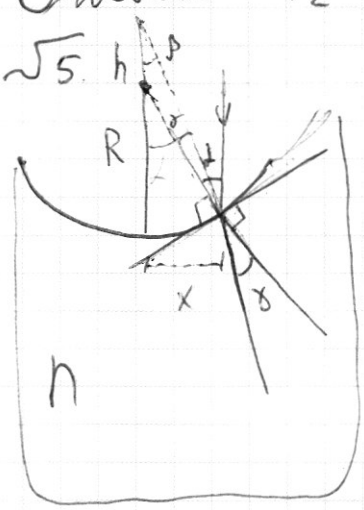
$Q_в = L\Delta m$ процессы изотермические, а изменение V мало $\Rightarrow$ можем считать, что зависимость $P(V)$ - линейная, тогда

$A_n = \frac{-P_0 2V_1}{7}$ $\quad A_в = (P_{в1} + P_{в2})\frac{\Delta V}{2} = \frac{2P_0V_1}{7}$

Тогда $Q_в = \Delta U = \frac{2L\mu P_0 V_1}{7RT_0}$

Ответ: $V_2 = \frac{9V_1}{7}$; $\Delta m = \frac{2\mu P_0 V_1}{7RT_0}$; $\Delta U = \frac{2L\mu P_0 V_1}{7RT_0}$

√5.



$H = R + h \qquad 180 - \alpha + \gamma + \beta = 180$

$\frac{\alpha}{\gamma} = n \Rightarrow \gamma = \frac{\alpha}{n}$

$\alpha = \frac{x}{R} \quad \beta = \frac{x}{H}$

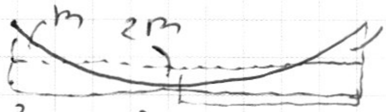
$x = \alpha R = \beta H \Rightarrow \beta = \frac{\alpha R}{H}$

$\gamma + \beta - \alpha = \frac{\alpha}{n} + \frac{\alpha R}{H} - \alpha = 0$

$\alpha H + \alpha R n - \alpha n H = 0$

$H + Rn - nH = 0 \Rightarrow H = \frac{Rn}{n-1}$, где

n – показатель преломлен. жид., R – радиус кривизны свобод. поверх. жид. вблизи т. O.



По ЗСЭ

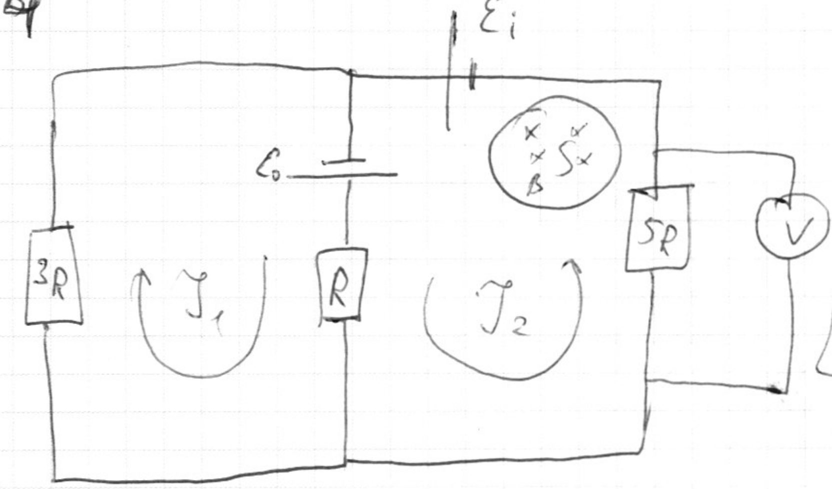
$\omega^2 r^2 = g\cdot\Delta h\cdot 2$, $r^2 = \Delta h^2 + \Delta x^2$ $\qquad \frac{2m\omega^2 r^2}{2} = 2mg\Delta h$

при $\Delta x = 0$ $\quad \Delta h = R = \frac{2g}{\omega^2}$ $\qquad H = \frac{2g\omega^2 n}{n-1}$

Ответ: $R = \frac{2g}{\omega^2}$; $H = \frac{2gn}{(n-1)\omega^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



2) $\mathcal{E}_i = \frac{S\,dB}{dt}$

$\mathcal{E}_i + \mathcal{E} = 6R I_2 + R I_1$

$\mathcal{E}_i = 5 I_2 R - 3 I_1 R$

$U = 5 I_2 R$

$\mathcal{E}_i = 5 I_2 R - 3 I_1 R = 6 I_2 R + I_1 R - \mathcal{E}$

$0 = I_2 R + 4 I_1 R - \mathcal{E}$

1) $\mathcal{E} = I_1 R + I_2 R + 3 I_1 R$

$\mathcal{E} = I_1 R + I_2 R + I_2 5R$

$3 I_1 = 5 I_2$

$I_1 = \frac{5 I_2}{3}$

$U = 5 I_2 R$

$\mathcal{E} = \frac{5 I_2 R}{3} + \frac{18 I_2 R}{3} = \frac{23 I_2 R}{3} \Rightarrow I_2 R = \frac{3\mathcal{E}}{23}$

$I_1 = \frac{\mathcal{E} - I_2 R}{4R}$

$\frac{S\,dB}{dt} = 5 I_2 R - \frac{3R(\mathcal{E} - I_2 R)}{4R}$

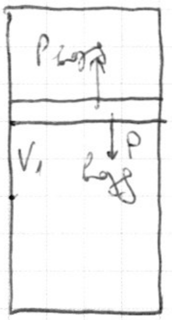
$4Sk = 20 I_2 R - 3\mathcal{E} + 3 I_2 R$

$U = \frac{15\mathcal{E}}{23}$ ①

$5 I_2 R = \frac{20 Sk + 15\mathcal{E}}{23}$ ②

№2

1)

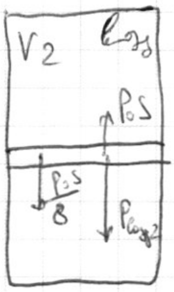


T

$$8P_{возд}S = 8P_0S + P_0S$$

$$8P_{возд} = 9P_0 \Rightarrow P_{возд\,1} = \frac{9}{8}P_0$$

2)



T

$$2)\ 8P_0S = P_{возд\,2}S8 + P_0S$$

$$P_{возд\,2} = \frac{7P_0}{8}$$

$$PV = \nu RT$$

$$P_{в1} = \frac{\nu RT}{V_1} \Rightarrow \nu RT = P_{в1}V_1$$

$$P_{в2} = \frac{\nu RT}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{\nu RT}{P_{в2}} = \frac{P_{в1}V_1}{P_{в2}} = \frac{V_1 \cdot 9 \cancel{P_0}\, 8}{8 \cdot 7 \cancel{P_0}}$$

$$V_2 = 9V_1$$

$$P_0 = \frac{m_1RT}{\mu \cdot V} = \frac{(m_1 - \Delta m)RT}{\mu(V - \Delta V)} \Rightarrow \frac{m_1}{V} = \frac{P_0\mu}{RT}$$

$$\cancel{m_1V} - m_1\Delta V = \cancel{m_1V} - \Delta m V \qquad \Delta V = 8V_1$$

$$\Delta m = \frac{m_1\Delta V}{V} = \frac{-P_0\mu 8V_1}{RT}$$ – измен m пара

$$\Delta m = \frac{8P_0\mu V_1}{RT}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

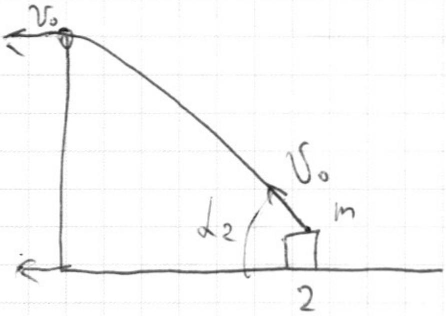
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.



$$V_{2x} = V_0 \cos\alpha_2 = V_0 \cdot$$

$$\cos\alpha_2 = \sqrt{\frac{9-4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$V_{2x} = \frac{V_0\sqrt{5}}{3} \qquad \cos\alpha_1 = \sqrt{\frac{16-1}{16}} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

$$W_1 = \frac{mV_1^2}{2} = \frac{m}{2}(V_0 \cdot \cos\alpha_1)^2$$

$$W_2 = \frac{mV_2^2}{2} = \frac{m}{2}(V_0 \cos\alpha_2)^2$$

$$A = W_2 - W_1 = \frac{m}{2}V_0^2(\cos\alpha_2^2 - \cos\alpha_1^2)$$

$$A = \frac{mV_0^2}{2}\left(\frac{5\cdot 4}{9\cdot 4} - \frac{9\cdot 15}{9\cdot 4}\right) = \frac{mV_0^2}{2}\left(\frac{20-135}{4\cdot 9}\right)$$

$$A = \frac{mV_0^2}{2}\left(\frac{115}{4\cdot 9}\right) = \frac{115 mV_0^2}{9\cdot 8}$$

$$\Delta V = V_0 \cdot (\cos(\alpha + d\alpha) - \cos\alpha)$$

$$\Delta V = V_0 (\cos\alpha \cos d\alpha + \sin\alpha \sin d\alpha - \cos\alpha)$$

$$\Delta V = V_0 \sin\alpha \cdot d\alpha \qquad V_0 \sin\alpha\, d\alpha = V_0 - da\, t$$

$$\Delta V = V_0 - at \qquad da = \frac{V_0 - V_0 \sin\alpha\, d\alpha}{dt}$$

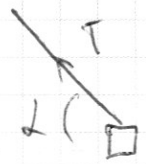
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{\Delta x}{dt} = \frac{V_0 \sin\alpha_1 \cdot d\alpha}{\cos^2\alpha_1 - \sin\alpha_1 \cos\alpha_1 \cdot d\alpha}$$



$$\Delta x = V_0 (\cos\alpha_1)^{-1} \cdot dt$$

$$T \cos\alpha \cdot dt = m\,dV$$

$$\cancel{dt} \qquad \frac{\Delta x}{dt} = \cancel{V_0 \cos}$$

$$a = T \cos\alpha$$

$$\frac{\Delta x}{dt} = V_0 \cdot \sin\alpha_1 \cdot \cos\alpha_1^{-2}\, d\alpha =$$

$$= V_0 \cdot (\cos\alpha_1)^{-1}$$

$$+1 \cdot (\cos\alpha_1)^{-2} \cdot + \sin\alpha_1$$

$$\Delta x = Vt + \frac{T \cos\alpha\, t^2}{2}$$

$$\Delta V = T \cos\alpha\, t$$

$$V = \frac{V_0}{\cos\alpha} \qquad V_1 = \frac{V_0}{\cos\alpha_1} \qquad V_2 = \frac{V_1}{\cos(\alpha_1 + d\alpha)}$$

$$\Delta x: \quad tg\alpha_1 = \frac{h}{x_0}$$

$$\Delta x = \frac{2V_0 t}{2\cos\alpha} + \frac{T \cos^2 2\, t^2}{2\cos\alpha}$$

$$tg\alpha_i = \frac{h}{x_0 - \Delta x}$$

$$h = x_0\, tg\alpha_1 = x_0\, tg\alpha_i - tg\alpha_i\, \Delta x$$

$$\cos\alpha = \frac{x_0 - \Delta x}{\sqrt{(x_0 - \Delta x)^2 + h^2}}$$

$$\Delta V = \frac{V_0 \cos\alpha_1}{\cos(\alpha_1 + d\alpha)} - \frac{V_0 (\cos(\alpha_1 + d\alpha))}{\cos\alpha_1}$$

$$\Delta V = \frac{V_0 (\cos\alpha_1 - \cos d\alpha \cos\alpha_1 + \sin\alpha_1 \sin d\alpha)}{\cos\alpha_1 (\cos(\alpha_1 + d\alpha))}$$

$$\Delta V = \frac{V_0 (\cancel{\cos\alpha_1} - \cancel{\cos\alpha_1} + \sin\alpha_1\, d\alpha)}{\cos\alpha_1 (\cos\alpha_1\ \cancel{-\sin\alpha_1 d\alpha})} = \frac{V_0 \cdot \sin\alpha_1\, d\alpha}{\cos\alpha_1^2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$W = W_2 - W_1$

$W_2 = \frac{C\varphi_2^2}{2}$ $\qquad \varphi_2 = (r_1 - r_2)\frac{Q\cdot 4}{\varepsilon_0 \cdot 4\pi (r_1+r_2)^2}$

$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot 4\pi (r_1+r_2)^2}{(r_1 \cdot r_2)\cancel{4}}$

$W_2 = \frac{\pi\varepsilon_0 \cancel{(r_1+r_2)^2}\cdot Q}{(r_1 - r_2)\cdot 2\cdot \pi\varepsilon_0 \cancel{(r_1+r_2)^2}} = \frac{Q}{2(r_1 - r_2)}$

$3E_0 = 5 J_2 R + 18 J_2 R$

$J_2 R = \frac{15E_0}{23}$

$\cancel{8g}$

$6{,}2\sqrt{7}$ $\Big(2\ 7\sqrt{5} - 12\sqrt{5\cdot 3} + 4\sqrt{7} - 3\sqrt{2\cdot 5}$

$$\frac{(Q r_1^2 - q r_2^2)^2 \cdot \varepsilon_0 \pi (r_1+r_2)^2}{(8\pi\varepsilon_0 r_1^2 r_2^2)^2 (r_1 - r_2)\cdot 2} = (r_1+r_2)^2 (r_1 - r_2)$$

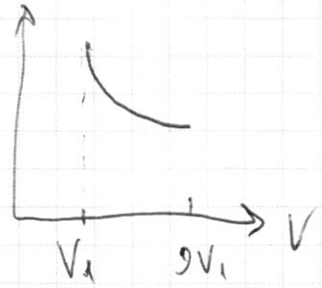
$$\frac{\cancel{r^4}(Q-q)\cdot \pi\varepsilon_0 \cdot 2r^2}{\cancel{2}\cdot 8^2 \cdot \pi^2 \varepsilon_0^2 \cancel{r_1^4} r_2^2 (r_1 - r_2)} =$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики) масса воды увелич. => Δm воды конденсировалось

$Q_в = L\Delta m$

$A_{возд}$:



$P = \frac{\nu RT}{V}$

$PdV = \frac{\nu RT dV}{V}$

$A_{возд} = \nu RT \ln 9$ $\nu RT = \frac{9P_0V_1}{8}$

~~$A_{пара}$ $\nu_п RT \ln$~~

$Q_в = \Delta U + A_{возд}$

$\Delta U = L\Delta m - A_{возд} = L\Delta m - \frac{9P_0V_1 \ln 9}{8}$

$\Delta U = \frac{8L\,8P_0\mu V_1}{8RT} - \frac{9P_0V_1\ln 9 RT}{8RT}$

$\Delta U = \frac{P_0V_1(64\mu L - 9RT\ln 9)}{8RT}$

$\frac{(Q-q)^2 \cancel{V^4}\, 2k\cdot(V_1^2 - V_2^2)\cdot 2k}{\cancel{128}\,\pi\varepsilon_0 V^2\, 32} = \frac{(Q-q)^2(V_1-V_2)}{32\pi\varepsilon_0 V^2}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

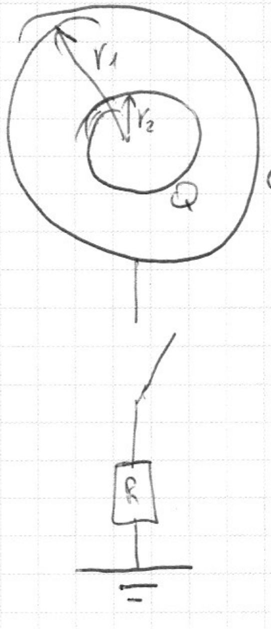
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

$43k = 20 I_2 R - 3E_0 + 3 I_2 R$

$\frac{q_c}{C} + IR = 0$

$I_2 R = \frac{20 \cdot 3k + 15 E_0}{23}$



$\varphi_{r_1} = 0$

$\varphi_{r_1} = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kQ}{r_1} = \frac{(q_1 + Q)}{4\pi\varepsilon_0 r_1} = 0$

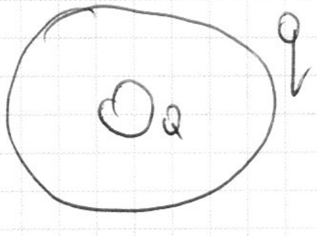
$q_1 + Q = 0 \Rightarrow q_1 = -Q$ (1)

$\varepsilon_1 = 5 I_2 R - 3 I_1 R = I_1 R + 6 I_2 R - E_0$

$I_1 = \frac{E_0 - I_2 R}{4R}$

до замык.

$W_1 = \frac{C\varphi^2}{2}$



$C = \frac{\varepsilon_0 S}{r_1 - r_2} = \frac{\varepsilon_0 4\pi (r_1 + r_2)^2}{(r_1 - r_2)4}$

$\varphi = E(r_1 - r_2)$

$\frac{r_1 - r_2}{2} + 2r_2 = \frac{r_1 + r_2}{2}$

$E = \frac{Q}{2\varepsilon_0 \cdot 4\pi r_2^2} - \frac{q}{2\varepsilon_0 4\pi r_1^2}$

$E = \frac{Q r_1^2 - q r_2^2}{8\pi\varepsilon_0 r_2^2 r_1^2}$

(2) $W_1 = \frac{\cancel{\pi \varepsilon_0} (r_1 + r_2)^2 (r_1 - r_2)^8 \cdot (Q r_1^2 - q r_2^2)^2}{\cancel{(r_1 - r_2)} \cdot 2 \cdot 8^2 \pi^8 \varepsilon_0^8 r_2^4 r_1^4}$

$Q = \Delta I \cdot U t$

$\Delta I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ $Q = \Delta q U$. $U = \varphi - \varphi_0$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$dW = \frac{(Q + q - dq)}{4\pi\varepsilon_0 r_1} dq$$

$$dW = \frac{(Q + q)\,dq}{4\pi\varepsilon_0 r_1} - \frac{dq^2}{4\pi\varepsilon_0 r_1}$$

$$\Delta W = \frac{2(Q+q)(q_1 - q)}{8\pi\varepsilon r_1} - \frac{(q_1^2 - q^2)}{8\pi\varepsilon_0 r_1}$$

$$\Delta W = \frac{(q_1 - q)(2Q + 2q - q_1 - q)}{8\pi\varepsilon r_1} = \frac{(q_1 - q)(2Q + q - q_1)}{8\pi\varepsilon r_1}$$

$$\Delta W = \frac{(-Q - q)(3Q + q)}{8\pi\varepsilon r_1} = \frac{3Q^2 + Qq + 3Qq + q^2}{8\pi\varepsilon_0 r_1}$$

$$\Delta W = \frac{3Q^2 + 4qQ + q^2}{8\pi\varepsilon r_1}$$

$w^2 \Delta h^2 = g^2 \Delta h^2$

$\Delta h = \frac{2g}{w}$

$$\frac{v_0 \cdot 3}{\sqrt{5}} = \frac{3\sqrt{5}\, v_0}{5}$$

$$\frac{2\cancel{7} \cdot 5 \cdot v_0^2}{8\, 5 \cdot 3} - \frac{16 \cdot \cancel{15}\, v_0^2}{15\ 8}$$

$$\frac{11 v_0^2}{15}$$

$$\sqrt{\frac{16-1}{16}} = \frac{\sqrt{15}}{4} \qquad v_1 = \frac{v_0\, 4\sqrt{15}}{15}$$

$$\Delta V = \frac{(9-7)V_1}{7} = \frac{2V_1}{7.}$$

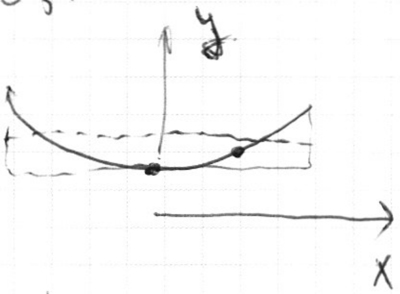
$$\cancel{mV} - m_\Delta V = \cancel{mV} - \Delta m V$$

$$\frac{16}{8} P_0 = \frac{2P_0 \cdot 8 V_1}{2 \cdot 7}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

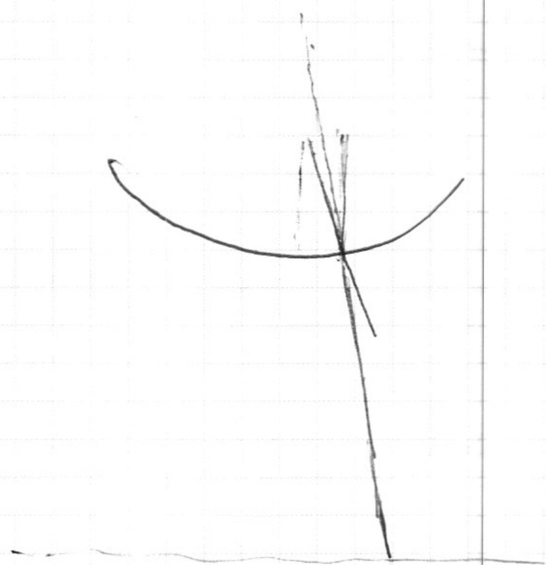
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

№5.

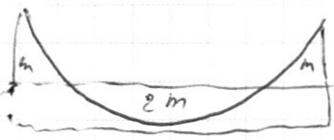


$r = \sqrt{x^2 + y^2}$

$v = \omega r = \omega x^2 + \omega y^2$



Δm



было 0

~~стало~~

$2mg\Delta h = \frac{2m v^2}{2}$

$g\Delta h = \frac{v^2}{2}$

$v^2 = \omega^2 (\Delta h^2 + \Delta x^2)$

$2g\Delta h = \omega^2 \Delta h^2 + \omega^2 \Delta x^2$

$2g\cancel{\Delta h} = \omega^2 \Delta h$

$\Delta h = \frac{2g}{\omega^2}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cos\alpha_1 = \frac{\sqrt{15}}{4} \quad \sin\alpha_1 = \frac{1}{4} \quad tg\,\alpha_1 = \frac{1\cdot 4}{4\cdot\sqrt{15}} = \frac{1}{\sqrt{15}}$$

$$\cos\alpha_2 = \frac{\sqrt{5}}{3} \quad \sin\alpha_2 = \frac{2}{3} \quad tg\,\alpha_2 = \frac{2\cdot 3}{3\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\cos\alpha_3 = \frac{\sqrt{7}}{4} \quad \sin\alpha_3 = \frac{3}{4} \quad tg\,\alpha_3 = \frac{3\cdot 4}{4\cdot\sqrt{7}} = \frac{3}{\sqrt{7}}$$

$$x_0 = \frac{v_0 \cdot tg\,\alpha_2\, t_{12}\,(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)}{\cos\alpha_1 \cdot \cos\alpha_2\,(tg\,\alpha_2 - tg\,\alpha_1)} =$$

$$= \frac{v_0 \cdot 2\, t_{12}\,(3\sqrt{15} - 4\sqrt{5})\cancel{4\cdot 3\sqrt{15}}}{\sqrt{5}\cdot\cancel{12}\cdot\cancel{\sqrt{15}}\cdot\sqrt{5}\cdot\left(\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{15}}\right)} =$$

$$= \frac{2v_0\, t_{12}\cdot\cancel{\sqrt{5}}\,(3\sqrt{3}-4)}{\sqrt{5}\cdot\cancel{\sqrt{5}}\cdot(2\sqrt{3}-1)}$$

$$t_{13}^{-1} = \frac{\cancel{v_0}\cdot 3\cdot(4\sqrt{15} - 3\sqrt{7})\cdot 4\cdot 4\,\cancel{\sqrt{15}}\cdot\cancel{\sqrt{7}}\,\sqrt{5}\,(2\sqrt{3}-1)}{\sqrt{7}\cdot\cancel{12}\cdot\cancel{\sqrt{15}}\cdot\cancel{\sqrt{7}}\cdot(3\sqrt{15} - \sqrt{7})\, 2\,\cancel{v_0}\, t_{12}\,(3\sqrt{3}-4)}$$

$$t_{13} = \frac{2\, t_{12}\,(3\sqrt{3}-4)(3\sqrt{15} - \sqrt{7})\sqrt{7}}{2\sqrt{5}\,(2\sqrt{3}-1)(4\sqrt{15} - 3\sqrt{7})}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$t_{13} = \frac{t_{12}\sqrt{7}\left(9\sqrt{45} - 3\sqrt{21} - 12\sqrt{15} + 4\sqrt{7}\right)}{2\sqrt{5}\left(8\sqrt{45} - 6\sqrt{21} - 4\sqrt{15} + 3\sqrt{7}\right)}$$

$$\cancel{t_{13} = \frac{t_{12}\sqrt{7}}{2\sqrt{5}}\Big(}$$

$$t_{13} = \frac{X_0\left(tg\,\alpha_3 - tg\,\alpha_1\right)\cos\alpha_1\cdot\cos\alpha_3}{V_0\cdot tg\,\alpha_3\left(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_3\right)} =$$

$$= \frac{\cancel{2}\,\cancel{V_0}\,t_{12}\,(3\sqrt{3}-4)\sqrt{7}\cdot\cancel{4}\cdot\cancel{\sqrt{15}\sqrt{7}}\cdot(3\sqrt{15}-\sqrt{7})}{\sqrt{5}\,(2\sqrt{3}-1)\,\cancel{V_0}\cdot 3\,(\sqrt{15}-\sqrt{7})\,\cancel{2}\cdot\cancel{4}\cdot\cancel{\sqrt{15}\sqrt{7}}}$$

$$= \frac{t_{12}\sqrt{7}\,(3\sqrt{3}-4)\,(3\sqrt{15}-\sqrt{7})}{6\sqrt{5}\,(2\sqrt{3}-1)\,(\sqrt{15}-\sqrt{7})} =$$

$\cancel{18}$ 6   4   36

$$= \frac{\left(9\sqrt{3\cdot3\cdot5} - 3\sqrt{7\cdot3} - 12\sqrt{5\cdot3} + 4\sqrt{7}\right)t_{12}\sqrt{7}}{6\sqrt{5}\left(2\sqrt{3\cdot15} - 2\sqrt{3\cdot7} - \sqrt{15} + \sqrt{7}\right)}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$t_{13} = \frac{t_{12} \cdot 2{,}5 \cdot \left(2{,}5 \cdot (1-4{,}5) + 2{,}1(27 - 12 \cdot 1{,}6)\right)}{6 \cdot 2{,}1\left(2{,}5(1-3) + 2{,}1(6-1{,}6)\right)}$$

$$\frac{(-5 \cdot}{4 \cdot 2}\ \cancel{+\ 16 \cdot 4)\ 5}$$

$$\begin{array}{r} \times\ 12 \\ 1{,}6 \\ \hline 72 \\ +\ 12 \\ \hline 19{,}2 \end{array}$$

$$\frac{\cancel{300}}{4 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 12} = \frac{\cancel{100}}{12 \cdot 2\cancel{4}} = \frac{25}{24}$$

$$12\left(-5 + 8\right)$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)