Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

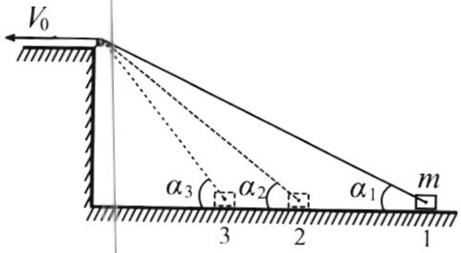
Класс 11

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 $\sin\alpha_1 = \frac{1}{4}, \sin\alpha_2 = \frac{2}{3}, \sin\alpha_3 = \frac{3}{4}$. От точки 1 до точки 2 груз перемещается за время t_{12}.



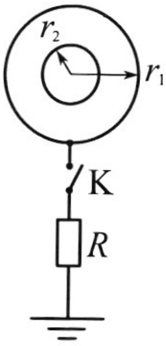
1) Найти скорость V_2 груза при прохождении точки 2.
2) Найти работу лебедки A_{12} при перемещении груза из точки 1 в точку 2.
3) Найти время t_{13} перемещения груза из точки 1 в точку 3.

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.

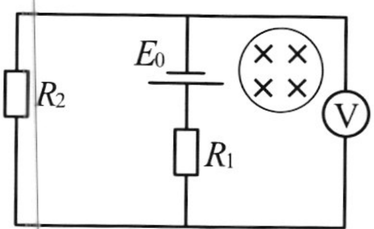
3. Два тонкостенных полых проводящих шара (тонкостенные сферы) с общим центром и радиусами r_1 и r_2 образуют сферический конденсатор (см. рис.). На внешнем шаре находится положительный заряд q, а на внутреннем шаре – положительный заряд Q. Внешний шар соединен с Землей через ключ К и резистор R. Ключ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

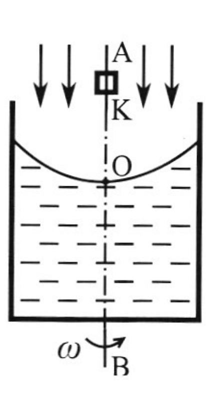
Сопротивление проводов, шаров и Земли не учитывать. Радиусы шаров значительно меньше расстояния между Землей и шарами.

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 Дано:

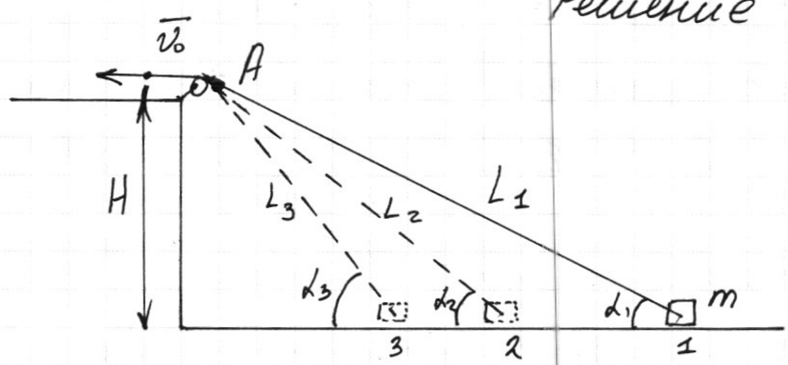
m, v_0, t_{12}

$\sin\alpha_1 = \frac{1}{4}$

$\sin\alpha_2 = \frac{2}{3}$

$\sin\alpha_3 = \frac{3}{4}$

Решение



Найти:

1) v_2 - ?

2) A_{12} - ?

3) t_{13} - ?

Пусть высота, на которой находится блок H

Пусть длина троса от блока до груза в каждый мом. времени L_1, L_2 и L_3.

Скорость груза направлена по ходу движения (исходя из кинематических связей).

Лебёдка подтягивает груз с v_0, то есть точка A нити движется с v_0 и ∥ тросу в каждый момент времени.

1) Исходя из кинемат. связей для положения 2:

$$v_0 = v_2 \cos\alpha_2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_0}{\sqrt{1-\sin^2\alpha_2}} = \frac{v_0}{\sqrt{1-\frac{4}{9}}} = \frac{3v_0}{\sqrt{5}}$$

2) В положении 1 скорость груза v_1 =>

$$v_0 = v_1\cos\alpha_1 \Rightarrow v_1 = \frac{v_0}{\sqrt{1-\sin^2\alpha_1}} = \frac{v_0}{\sqrt{1-\frac{1}{16}}} = \frac{4v_0}{\sqrt{15}}$$

По ЗСЭ: $\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = A_{12} \Rightarrow$ ~~$A_{12} = \frac{m}{2}\frac{16}{15}v_0^2 - \frac{m}{2}$~~

$$A_{12} = \frac{m}{2}\frac{9}{5}v_0^2 - \frac{m}{2}\cdot\frac{16}{15}v_0^2 = mv_0^2\left(\frac{9}{10} - \frac{16}{30}\right) = mv_0^2\frac{11}{30}$$

3) $H = L_1 \sin\alpha_1 = L_2 \sin\alpha_2 = L_3 \sin\alpha_3 \Rightarrow$

$$L_2 = L_1 \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = L_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{8} L_1$$

$$L_3 = L_1 \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_3} = L_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{3} = \frac{L_1}{3}$$

За время t_{12} трос изменит длину (~~сверх~~ в после лебедки) на $L_1 - L_2$, двигаясь с $v_0 \Rightarrow$

$$L_1 - L_2 = v_0 \cdot t_{12} \Rightarrow \left(1 - \frac{3}{8}\right) L_1 = v_0 t_{12} \Rightarrow L_1 = \frac{8 v_0 t_{12}}{5}$$

Аналогично для времени t_{13} и $(L_1 - L_3) \Rightarrow$

$$L_1 - L_3 = v_0 \cdot t_{13} \Rightarrow t_{13} = \frac{L_1 - L_3}{v_0} = \frac{L_1 - \frac{1}{3} L_1}{v_0} = \frac{2 L_1}{3 v_0} \Rightarrow$$

$$t_{13} = \frac{2 \cdot 8 v_0 t_{12}}{3 \cdot 5 v_0} = \frac{16 t_{12}}{15}$$

Ответ: 1) $v_2 = \frac{3 v_0}{\sqrt{5}}$; 2) $A_{12} = \frac{11}{30} m v_0^2$; 3) $t_{13} = \frac{16 t_{12}}{15}$

№2. Дано:

$T_0 = 373K$

V_1, P_0, $\frac{P_0}{8}$

μ, L

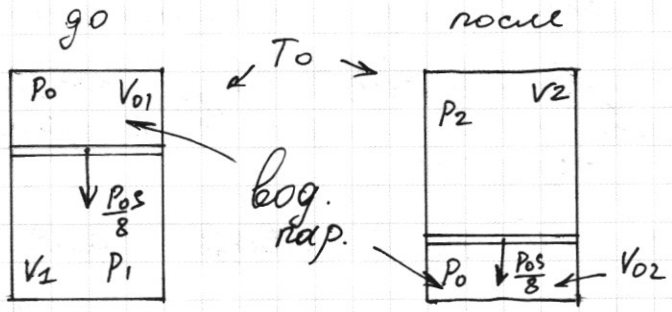
Найти:

1) V_2 - ?

2) Δm - ?

3) ΔW - ?

Решение



S - площадь сеч. поршня, $\frac{P_0 S}{8}$ - сила тяж. поршня.

V_{01} и V_{02} - объемы вод. пара до и после.

Т.к $T_0 = 373K$, то $P_{нас. паров} = P_0$

~~Т.к $P_{н.п_1} = P_{н.п_2} = P_0$, а поршень создаёт доп. давление,~~

~~то~~ 1) Вод. пар после установления равновесия также будет иметь давление P_0 ~~$\Rightarrow$~~ ~~поз. А~~

~~по закону Менделеева-Клапейрона:~~

~~$P_1 V_1$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$P_0S + \frac{P_0S}{8} = P_1S \Rightarrow P_1 = \frac{9}{8}P_0$$
$$P_2S + \frac{P_0S}{8} = P_0S \Rightarrow P_2 = \frac{7}{8}P_0$$
} по 2 з. Ньютона.

$P_1V_1 = \nu RT_0$ и $P_2V_2 = \nu RT_0 \Rightarrow$ (ν – кол-во воздуха). $\Rightarrow$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} = V_1 \cdot \frac{9}{8}P_0 \cdot \frac{8}{7P_0} = \frac{9}{7}V_1$$

2) Т.к $V_2 > V_1$, то $V_{02} < V_{01} \Rightarrow$ масса воды увеличилось (часть пара сконденсировалось).

$$V_{01} + V_1 = V_{02} + V_2 \Rightarrow V_{01} - V_{02} = \frac{2}{7}V_1$$

$$\underbrace{V_{01} = \frac{m_1RT_0}{\mu P_0} \text{ и } V_{02} = \frac{m_2RT_0}{\mu P_0}}_{\text{по з. Менделеева-Клапейрона}} \Rightarrow \frac{2}{7}V_1 = \frac{m_1RT_0}{\mu P_0} - \frac{m_2RT_0}{\mu P_0} \Rightarrow$$

$$\frac{2}{7}V_1 = \frac{(m_1 - m_2)RT_0}{\mu P_0} \Rightarrow (m_1 - m_2) = \frac{2\mu V_1P_0}{7RT_0}$$

$$m_1 > m_2 \Rightarrow \Delta m = m_1 - m_2 = \frac{2\mu V_1P_0}{7RT_0}$$

3) Т.к $T = const$, то ~~энергия~~ внутренняя энергия воздуха не изменится $\Rightarrow$

$$\Delta W = -\Delta mL \Rightarrow \Delta W = -\frac{2\mu V_1P_0L}{7RT_0}$$

Т.к ~~вода~~ пар сконденсируется, то энергия вода+пар уменьшится на $|\Delta W|$.

Ответ: 1) $V_2 = \frac{9V_1}{7}$; 2) $\Delta m = \frac{2\mu V_1P_0}{7RT_0}$; 3) $\Delta W = -\frac{2\mu V_1P_0L}{7RT_0}$

№3 Дано:

r_1, r_2

q, Q (q и $Q>0$).

R, K.

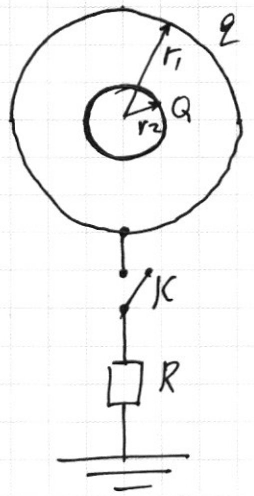
Найти:

1) q_1 – ?

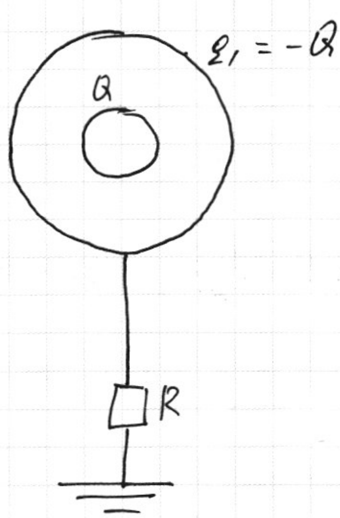
2) W_1 – ?

3) W – ?

Решение



$\Rightarrow$



1) Т.к внешний шар будет заземлён, то его потенциал после замыкания ключа равен нулю (φ_{q_2}).

$$\varphi_{q_2} = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kQ}{r_1} \Rightarrow q_1 = -Q < 0$$, где $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9$ ед СИ.

2) $W_1 = \frac{W_{Q_1} + W_{q_1}}{2}$ ~~W_Q и W_q~~

$$W_{Q_1} = \left(\frac{kq}{r_1} + \frac{kQ}{r_2}\right)Q \quad \text{и} \quad W_{q_1} = \left(\frac{kq}{r_1} + \frac{kQ}{r_1}\right)\cdot q \Rightarrow$$

$$W_1 = \frac{\frac{kQq}{r_1} + \frac{kQ^2}{r_2} + \frac{kq^2}{r_1} + \frac{kQq}{r_1}}{2} = \frac{kQqr_2 + kQ^2r_1 + kq^2r_2 + kQqr_2}{2r_1r_2} =$$

$$= \frac{k(2Qqr_2 + Q^2r_1 + q^2r_2)}{2r_1r_2}$$

3) W_2 – энергия эл. поля после замыкания ключа

$$W_2 = \frac{W_{Q_2} + W_{q_2}}{2}$$

$$W_{Q_2} = \left(\frac{k(-Q)}{r_1} + \frac{kQ}{r_2}\right)Q = Q\left(\frac{kQ}{r_2} - \frac{kQ}{r_1}\right) = \frac{kQ^2(r_1 - r_2)}{r_1\cdot r_2}, \quad W_{q_2} = 0, \text{ т.к } \varphi_{q_2} = 0$$

$$W_2 = \frac{kQ^2(r_1 - r_2)}{2r_1r_2}$$

$$W = W_1 - W_2 \Rightarrow W = \frac{k(2Qqr_2 + Q^2r_1 + q^2r_2 - Q^2r_1 + Q^2r_2)}{2r_1r_2} = \frac{kr_2(2Qq + q^2 + Q^2)}{2r_1r_2}$$

$$W = \frac{k(q+Q)^2}{2r_1}$$

Ответ: 1) $q_1 = -Q$; 2) $W_1 = \frac{k(2Qqr_2 + Q^2r_1 + q^2r_2)}{2r_1r_2}$; $W = \frac{k(q+Q)^2}{2r_1}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5 Дано:

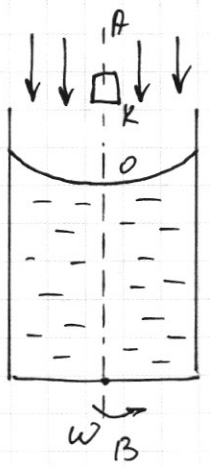
$\omega = 4 c^{-1}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

Найти:

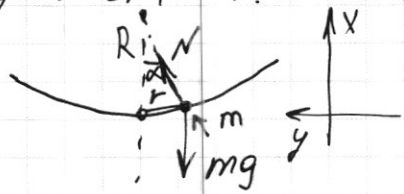
1) R - ?

2) ΔX - ?



Решение:

1) Пусть ~~тело~~ малая часть m воды движется по окружности r.



под некоторым <u>малым</u> углом α.

Тогда: oy: $0 = N\cos\alpha - mg \Rightarrow N\cos\alpha = mg \Rightarrow N = \frac{mg}{\cos\alpha}$

ox: $ma_y = N\sin\alpha \Rightarrow ma_y = mg\,tg\,\alpha \Rightarrow a_y = g\,tg\,\alpha$

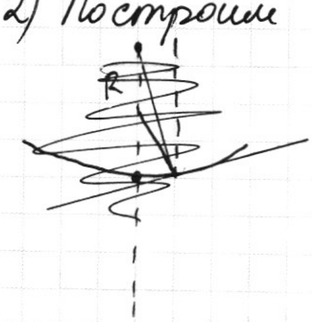
по 2 зак. Ньютона:

$a_y = \omega^2 r \Rightarrow \omega^2 r = g\,tg\,\alpha$

Т.к угол α мал, то $tg\,\alpha \approx \frac{r}{R} \Rightarrow \omega^2 r = g\frac{r}{R} \Rightarrow$

$$R = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{4^2} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8} = 0,625\ м.$$

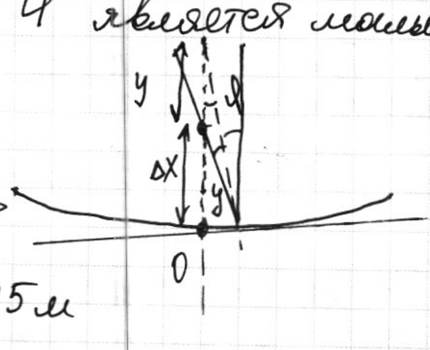
2) Построим ход лучей, где угол φ является малым



Т.к угол φ малый,

то: $R \approx 2y$, где $y = \Delta X \Rightarrow$

$\Delta X = \frac{R}{2} = \frac{0,625}{2} = 0,3125\ м$



Ответ: $R = 0,625\ м$, $\Delta X = 0,3125\ м$.

№4 Дано:

$R_1 = R$

$R_2 = 3R$

$R_V = 5R$

E_0, S, $\frac{\Delta B}{\Delta t} = k > 0$

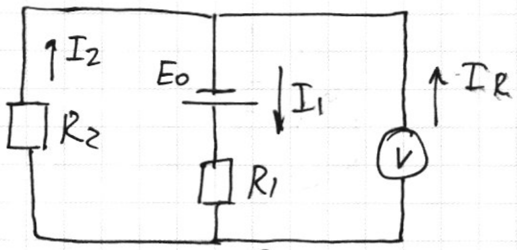
Найти:

1) $V_1 - ?$

2) $V_2 - ?$

Решение.

1) Расставим токи. (т.к $\Delta B = 0$, то $\mathcal{E}_i = 0$) – при постоянной индукции магнитного поля



По 1 и 2 правилу Кирхгофа:

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_R \\ E_0 = I_1 R_1 + I_2 R_2 \\ E_0 = I_1 R_1 + I_R R_V \end{cases} \Rightarrow$$

а) $E_0 = (I_2 + I_R) R + I_2 \cdot 3R \Rightarrow E_0 = 4 I_2 R + I_R R \Rightarrow$

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

б) $E_0 = I_1 R_1 + I_R R_V \Rightarrow E_0 = (I_2 + I_R) R + I_R \cdot 5R \Rightarrow$

$$E_0 = I_2 R + 6 I_R R \Rightarrow E_0 = \frac{E_0 - I_R R}{4} + 6 I_R R \Rightarrow$$

$$4E_0 - E_0 = 23 I_R R \Rightarrow I_R = \frac{3E_0}{23R}$$

$$V_1 = I_R \cdot R_V = I_R \cdot 5R \Rightarrow V_1 = \frac{3E_0}{23R} \cdot 5R = \frac{15E_0}{23}$$

2) Т.к индукция будет возрастать с постоянной скоростью, то $\mathcal{E}_i = const$

$$|\mathcal{E}_i| = \left| -\frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \right| \Rightarrow |\mathcal{E}_i| = kS.$$

Исходя из правила Ленца и правила правой руки, магнитное поле, созданное контуром будет противостоять изменению магн. поля от сердечника, т.к $\Delta B > 0$, то ~~магнитные~~ магнитные линии будут обращены к плоскости рисунка сзади, то есть в нашу сторону ⊙

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда индукционный ток будет проходить через источник в сторону действия источника, можно сказать, что эквивалентное ЭДС ~~в таком случае ($\mathcal{E}^*$)~~ ($\mathcal{E}^*$) в таком случае:

$$\mathcal{E}^* = E_0 + \mathcal{E}_i \Rightarrow \mathcal{E}^* = E_0 + KS.$$

Аналогично первому пункту:

$$V_2 = \frac{15\mathcal{E}^*}{23} \Rightarrow V_2 = \frac{15(E_0 + KS)}{23}$$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{15E_0}{23}$; 2) $V_2 = \frac{15(E_0+KS)}{23}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

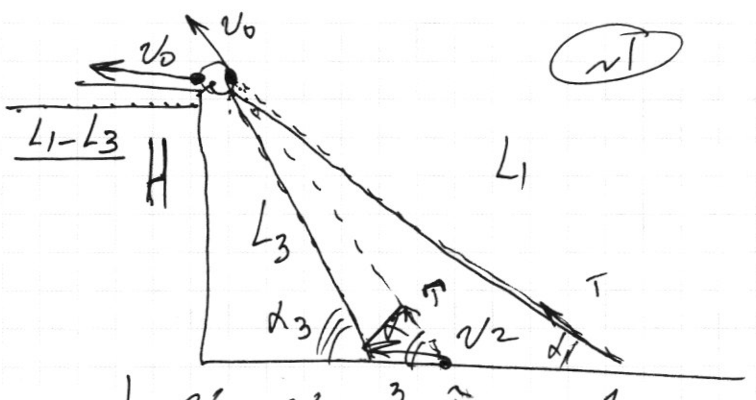
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$\frac{3}{\sqrt5} \vee \frac{4}{\sqrt{15}}$

$\frac{9}{5} \vee \frac{16}{15}$

$9\cdot15 \vee 16\cdot5$

$135 \vee 80$

$\frac{3}{\sqrt{15}} > \frac{4}{\sqrt{15}}$

1). $v_0 = v_2\cos\alpha_2$

$\cos\alpha_2=\sqrt{1-\sin^2\alpha_2}>0$ (α_2 - острый).

$\cos\alpha_2=\sqrt{1-\frac{4}{9}}=\sqrt{\frac{5}{9}} \Rightarrow$

$\boxed{v_2=\frac{v_0}{\sqrt5}\sqrt9=\frac{3v_0}{\sqrt5}}$

2) $v_0=v_1\cos\alpha_1 \Rightarrow v_1=\frac{v_0}{\cos\alpha_1}$

$\cos\alpha_1=\sqrt{1-\sin^2\alpha_1}=\sqrt{1-\frac{1}{16}}=\sqrt{\frac{15}{16}} \Rightarrow$

$v_1=\frac{v_0\cdot4}{\sqrt{15}}=\frac{4v_0}{\sqrt{15}}$

По ЗСЭ, $\frac{mv_2^2}{2}-\frac{mv_1^2}{2}=A \Rightarrow$

$A=\frac{m}{2}\frac{9v_0^2}{5}-\frac{m}{2}\cdot\frac{16}{15}v_0^2=mv_0^2\frac{9}{10}-mv_0^2\cdot\frac{16}{30}=$

$=mv_0^2\cdot\frac{27}{30}-mv_0^2\cdot\frac{16}{30}=\boxed{mv_0^2\cdot\frac{11}{30}=A}$

3) $H=L_1\sin\alpha_1=L_2\sin\alpha_2$ $t_{12}=\frac{L_1-L_2}{v_0} \Rightarrow L_1-L_2=t_{12}v_0$

$\cancel{t_{13}=\frac{L_1-L_3}{v_0}}$ $L_2=L_1\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2}=$

$=L_1\frac{1\cdot3}{4\cdot2}=\frac{3}{8}L_1$

$L_1\sin\alpha_1=L_3\sin\alpha_3$

$L_3=L_1\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_3}=L_1\frac{1}{4}\frac{4}{3}=\frac{L_1}{3}$

$\cancel{\frac{3}{8}L_1-L_1=t_{12}v_0}$

$L_1-\frac{3}{8}L_1=t_{12}v_0$

$L_1\cdot\frac{5}{8}=t_{12}v_0 \Rightarrow$

$L_1=\frac{8t_{12}v_0}{5}$

$t_{13}=\frac{L_1-L_3}{v_0}=\frac{L_1-\frac{L_1}{3}}{v_0}=\frac{2L_1}{3v_0}=\frac{2\cdot8t_{12}v_0}{5\cdot3v_0}=\frac{16t_{12}}{15}=\frac{16}{15}t_{12}$

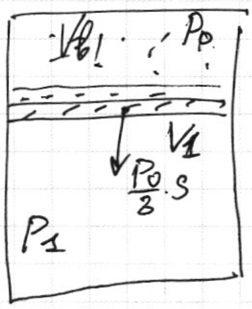
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

№2

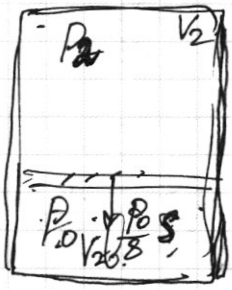


$T_0 = 373K = const \Rightarrow P_{н.п} = P_0$ L, μ

$P_0 S + \frac{P_0 S}{8} = P_1 S$

$P_1 = 1P_0 + \frac{1}{8} P_0 = \frac{9}{8} P_0$

1) $P_1 V_1 = \nu R T_0$



$P_2 S + \frac{P_0}{8} S = P_0$

$P_2 = \frac{7}{8} P_0 < P_0$ (~~воз~~ пар есть)

$P_2 V_2 = \nu R T_0 \Rightarrow$

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$\frac{9}{8} P_0 V_1 = \frac{7}{8} P_0 V_2 \Rightarrow \boxed{V_2 = \frac{9}{7} V_1}$

2) $V_{в1} + V_1 = V_{в2} + V_2$

$V_в \cdot P_{н.п} = \frac{\mu}{m_i} R T \Rightarrow$

$V_в = \frac{\mu R T}{m_i P_{н.п.}}$

$V_{в1} - V_{в2} = V_2 - V_1 = \frac{2}{7} V_1$

$\frac{\mu R T}{m_1 P_0} - \frac{\mu R T}{m_2 P_0} = \frac{2}{7} V_1$

$P_0 = \frac{\cancel{\mu}}{m_1} \frac{RT}{V_{01}} = \frac{\mu R T}{m_2 V_{02}} \Rightarrow$

$m_2 V_{02} = m_1 V_{01}$

$\frac{\mu R T}{P_0 (m_1 - m_2)} = \frac{2}{7} V_1 \Rightarrow$

$m_1 - m_2 = \frac{7 \mu R T}{2 P_0 V_1} \Rightarrow$ $\boxed{|\Delta m| = +\frac{7 \mu R T}{2 P_0 V_1}}$

(увеличилась).

3) $\Delta W_1 = \frac{i}{2} P_2 V_2 - \frac{i}{2} P_1 V_1 = \frac{i}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) =$

$= \frac{i}{2}\left(\frac{7}{8} P_0 \cdot \frac{9}{7} V_1 - \frac{9}{8} P_0 \cdot V_1\right) = \boxed{0.}$

$\boxed{\Delta W_в = \Delta m \cdot L = \frac{7 \mu R T}{2 P_0 V_1} \cdot L}$

☑ черновик ☐ чистовик   Страница №__

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

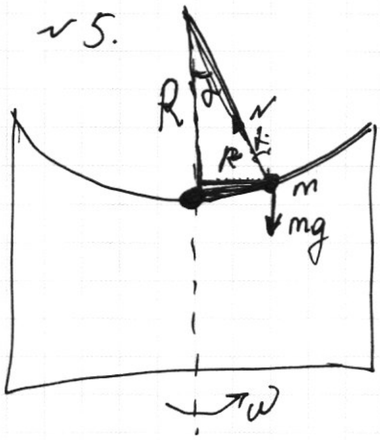
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.



$$125 \times 5 = 625$$

$N\cos\alpha = mg.$

$\omega^2 r = g\,tg\,\alpha$

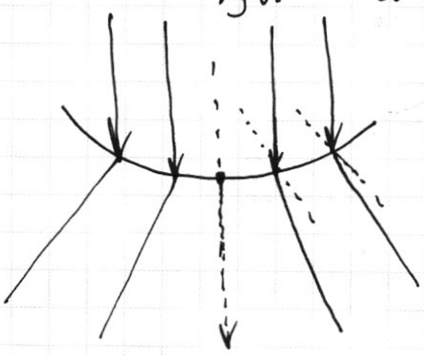
$\cancel{\omega^2 Rm = N\sin\alpha}$

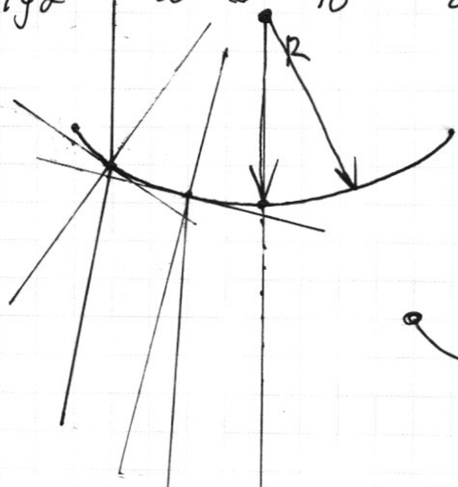
$\cancel{\omega^2 Rm = mg\,tg\,\alpha.}$

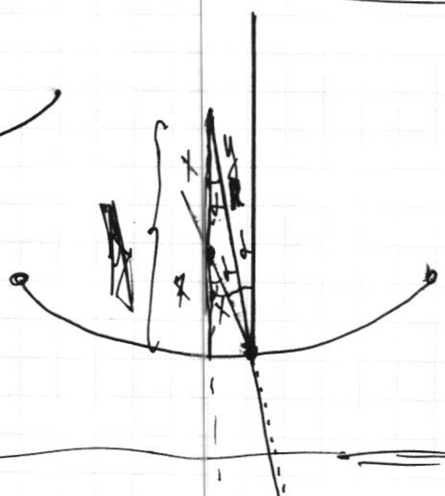
$\cancel{\omega^2 R = g\,tg\,\alpha}$

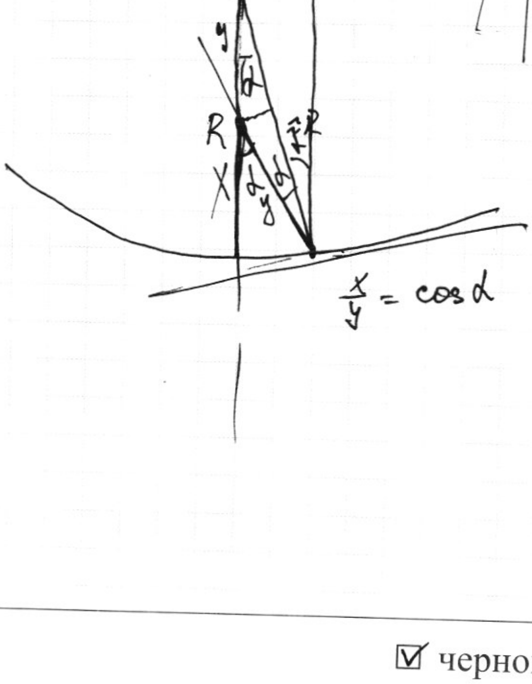
$\frac{r}{R} = tg\,\alpha \Rightarrow$

$$R = \frac{r}{tg\,\alpha} = \frac{g\,tg\,\alpha}{\omega^2\,tg\,\alpha} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}\text{ м.} = \boxed{0{,}625\text{ м.} = R}$$









$\frac{x}{y} = \cos\alpha$

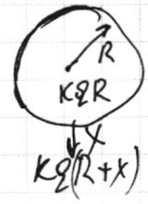
$$\boxed{x \approx \frac{R}{2} = \frac{0{,}625}{2} = 0{,}3125\text{ м}}$$

$$3125 + 3125 = 6250$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\varphi_Q = \frac{KQ}{r_2} + \frac{Kq}{r_1} \qquad \Pi_q = \frac{KQ^2}{r_2} + \frac{KqQ}{r_1}$$



$$\varphi_q = \frac{KQ}{r_2} + K\frac{q}{r_1} \qquad \Pi_q = \frac{KQq}{r_2} + \frac{Kq^2}{r_1}$$

$$W_1 = \frac{\Pi_Q + \Pi_q}{2} = \frac{\frac{KQ^2}{r_2} + \frac{KQq}{r_1} + \frac{KQq}{r_2} + \frac{Kq^2}{r_1}}{2} =$$

$$= \frac{KQ^2 r_1 + KQq r_2 + KQq r_1 + Kq^2 r_2}{2r_1 r_2} = \boxed{\frac{KQq(r_1+r_2) + K(Q^2 r_1 + q^2 r_2)}{2r_1 r_2} = W_1}$$

$$W = \frac{\varphi_1(-q) + \varphi_2 \cdot q}{2} =$$

$$= \frac{q(\varphi_2 - \varphi_1)}{2} = \frac{qU}{2} =$$

$$\cancel{\varphi_{Q_2} = \frac{KQ}{r_2} + \frac{KQr_1}{r_2 \cdot r_1} = 0}$$

$$\frac{KQ^2(r_1 - r_2)}{2r_2^2}$$

$$\varphi_{Q_2} = \frac{KQ}{r_2} + \frac{Kq'}{r_1} = 0$$

$$\varphi_{q_2} = \frac{KQ}{r_1} + \frac{Kq'}{r_1} = \frac{KQ}{r_1} - \frac{K \cdot Qr_1}{r_2 \cdot r_1} = \frac{KQ}{r_1} - \frac{KQ}{r_2} =$$

$$= \frac{KQ(r_2 - r_1)}{2r_1 r_2} = -\frac{Qr_1}{r_2} =$$

$$W_1 - W_2 = W = \frac{KQq(r_1+r_2) + K(Q^2 r_1 + q^2 r_2)}{2r_1 r_2} - \frac{KQ(r_2 - r_1)}{2r_1 r_2} =$$

$$= \frac{K}{2r_1 r_2}$$

$$W_2 - W_1 = -W \Rightarrow W = W_1 - W_2$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

$\varphi_q = \frac{Kq}{r_1} + \frac{KQ}{r_1} = \frac{K(q+Q)}{r_1}$

$\Delta\varphi$ известно

$\boxed{W_1 = \frac{K}{r_1}(q+Q)\cdot Q}$

1) $\varphi = 0$

$\varphi = \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{KQ}{r_2} = 0 \Rightarrow$

$A = \Delta\varphi\cdot(r_1 - r_2)$

$\frac{q_1}{r_1} = -\frac{Q}{r_2} \Rightarrow \boxed{q_1 = \frac{-Qr_1}{r_2} < 0}$

$\varphi_Q = \frac{KQ}{r_2}$

$\varphi_q = \frac{Kq}{r_1}$

$\frac{Kq_2}{r}$ ... r ... $\frac{Kq_1}{r}$

$W = \frac{Kq_1q_2}{r}$ $\quad K\frac{(q_2-q_1)}{r}\cdot r$

$\Pi_F = \frac{2Kq_1q_2}{2r}$

$\Pi_2 = \frac{Kq_1q_2}{r}$

φ_1 $\xrightarrow{E}$ φ_2

$A_2\ \varphi_1 - \varphi_2$

$F_A = mg$

$W_Q = \frac{KqQ}{r_2}$ $\quad W_q = \frac{KQq}{r_1}$

$W_1 = W_Q - W_q = \frac{KQq(r_1-r_2)}{r_1r_2}$

3) $W_0 = \frac{KQq}{r_2} + \frac{KQq}{r_1} = \frac{KQq(r_1+r_2)}{r_1r_2}$ $\quad q_1 = -\frac{Qr_1}{r_2}$

$W_2 = \frac{KQq_1}{r_2} + \frac{KQq_1}{r_1} = \frac{KQq_1(r_1+r_2)}{r_1r_2} = \frac{KQ(r_1+r_2)}{r_1r_2}\cdot\frac{(-Qr_1)}{r_2} =$

$w = \frac{q^2}{2C} = \frac{qU}{2}$

$W = \frac{\varphi_1 q + (-q)\varphi_2}{2} = \frac{q(\varphi_1+\varphi_2)}{2} = \frac{qU}{2}$ $\quad -\frac{KQ^2(r_1+r_2)}{r_2^2}$

$Q = P_\Delta t = I^2R\Delta t = \frac{\Delta q^2}{\Delta t^2}R\Delta t = \frac{\Delta q^2 R}{\Delta t}$

$W_0 - W_2 = W = \frac{KQq(r_1+r_2)}{r_1r_2} + \frac{KQ^2(r_1+r_2)}{r_2^2} =$

$\Delta\varphi = U$

$\varphi_1 > \varphi_2$

$\frac{KQq(r_1+r_2)r_2 + KQ^2r_1(r_1+r_2)}{r_1r_2^2} =$

$= \frac{KQ(r_1+r_2)(qr_2+Qr_1)}{r_1r_2^2}$

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

$W_1 = A =$

$= \frac{KQ}{r_2} + \frac{Kq}{r_1} - \frac{KQ}{r_1} - \frac{Kq}{r_1}(r_1 - r_2)$

$KQ\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)(r_1 - r_2) =$

$= \frac{KQ(r_1-r_2)^2}{r_2r_1}$

$-q$, q, φ_2, φ_1, U

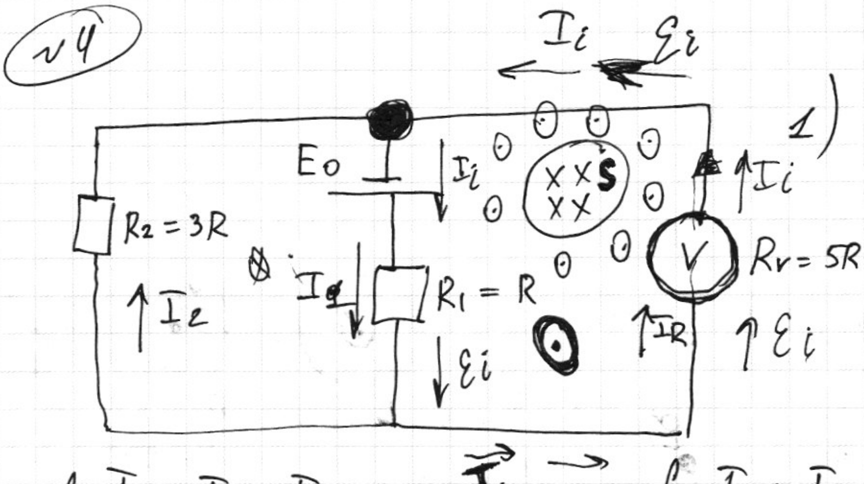
$\Delta Q = U\cdot I\Delta t = \Delta\varphi\cdot\frac{\Delta q}{\Delta t}\cdot\Delta t = \Delta\varphi\cdot\Delta q \Rightarrow$

$Q = \varphi_1 q = q\cdot\left(\frac{KQ}{r_1} + \frac{Kq}{r_1}\right) = \boxed{\frac{K}{r_1}(Q+q)\cdot q = W_1}$

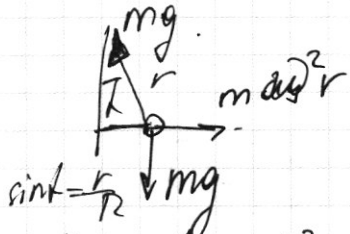
☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

№4



1) $E_i = 0.$ $F_A = S^*$



$\sin\alpha = \frac{r}{R}$

$mg\sin\alpha = m\omega^2 r$

$g\sin\alpha = \omega^2 r$

$\frac{gr}{R} = \omega^2 r$

$R = \frac{g}{\omega^2}$

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_R \\ E_0 = I_1 R + I_2 \cdot 3R \\ E_0 = I_1 R + \underset{I_R \cdot 5R}{\overset{\parallel}{U_V}} \end{cases} \qquad \begin{cases} I_1 = I_2 + I_R \\ E_0 = I_1 R + 3 I_2 R \\ E_0 = I_1 R + 5 I_R R \end{cases}$$

$I_1 = I_2 + I_R \Rightarrow E_0 = I_2 R + I_R R + 3 I_2 R = 4 I_2 R + I_R R \Rightarrow$

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

$E_0 = I_2 R + I_R R + 5 I_R R = I_2 R + 6 I_R R \Rightarrow$

$E_0 = \left(\frac{E_0 - I_R R}{4R}\right) \cdot R + 6 I_R R$

$4E_0 = E_0 - I_R R + 24 I_R R$

$3E_0 = 23 I_R R \Rightarrow$

$I_R = \frac{3E_0}{23R} \Rightarrow U_V = I_R \cdot 5R = \frac{3E_0}{23R} \cdot 5R = \boxed{\frac{15}{23} E_0 = U_{V_1}}$

2) $|\mathcal{E}_i| = \cancel{u}\ \cancel{\Delta\Phi}\ \Phi' = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S = KS = \mathcal{E}_i$

$\cancel{I_1 = I_2 + I_R}$

$\cancel{E_0}$

$E_2 = E_0 + E_i = E_0 + KS \Rightarrow$

$\boxed{U_{V_2} = \frac{15}{23} E_2 = \frac{15}{23}(E_0 + KS) \quad ?}$

$6E_0 - KS = 24 I_2 R + 6 I_R R$

$I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{6R} = \frac{KS}{6R}.$

$$\begin{cases} E_0 = I_1 R + \frac{KS}{6} + I_2 3R \Rightarrow E_0 - \frac{KS}{6} = 4 I_2 R + I_R R \Rightarrow \\ E_0 = I_1 R + \frac{KS}{6} + I_R 5R + \frac{KS\,5}{6} \Rightarrow E_0 - KS = \cancel{6 I_2 R + 6 I_R} R\ I_2 R + I_R R + 5 I_R R \\ I_1 + I_i = I_2 + I_i + I_R \Rightarrow I_1 = I_2 + I_R \end{cases}$$

$I_2 = \frac{E_0 - KS - 6 I_R R}{R}$

$6E_0 - KS = 24(E_0 - KS - 6 I_R R) + 6 I_R R$

$6E_0 - KS = 24E_0 - 24KS - 23 \cdot 6 I_R R \Rightarrow$

$18E_0 - 23KS = 23 \cdot 6 I_R R$ $\quad V_2$

$V_2 = \frac{5(18E_0 - 23KS)}{23 \cdot 6}$ (/ $\frac{V_2}{5}$