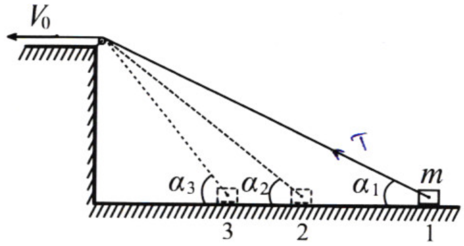
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-07

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 $\sin\alpha_1 = \frac{1}{4}, \sin\alpha_2 = \frac{1}{2}, \sin\alpha_3 = \frac{4}{5}$. От точки 1 до точки 2 груз перемещается за время t_{12}.

1) Найти скорость V_3 груза при прохождении точки 3.

2) Найти работу лебедки A_{13} при перемещении груза из точки 1 в точку 3.

3) Найти время t_{23} перемещения груза из точки 2 в точку 3.

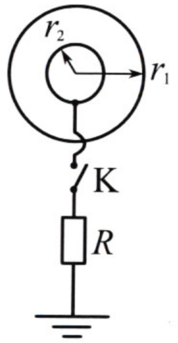
2. Цилиндрический сосуд, стоящий на горизонтальном столике, помещен в термостат, в котором поддерживается постоянная температура T_0 =373 K. Стенки сосуда проводят тепло. Сосуд разделен на две части подвижным (нет трения при перемещении) поршнем. В нижней части находится воздух объемом V_1, в верхней - водяной пар и немного воды. Содержимое сосуда в равновесии. Поршень своим весом создает добавочное давление $P_0/7$, 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.



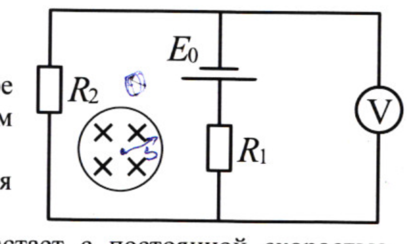
3. Два тонкостенных полых проводящих шара (тонкостенные сферы) с общим центром и радиусами r_1 и r_2 образуют сферический конденсатор (см. рис.). На внешнем шаре находится отрицательный заряд -Q_0, где Q_0 >0. внутренний шар не заряжен и соединен с Землей через ключ К и резистор R. Ключ замыкают.

1) Найти заряд q внутреннего шара после замыкания ключа.

2) Найти энергию W_0 электрического поля вне шаров до замыкания ключа.

3) Какое количество теплоты W выделится в резисторе R после замыкания ключа?

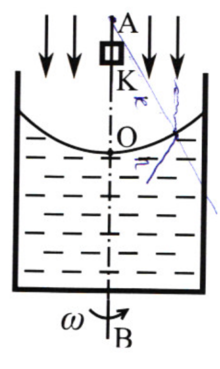
Сопротивление проводов, шаров и Земли не учитывать. Радиусы шаров значительно меньше расстояния между Землей и шарами.



4. В проволочную конструкцию впаяны резисторы с сопротивлениями $R_1 = R$, $R_2 = 2R$, идеальный источник с ЭДС E_0, вольтметр с сопротивлением $R_V = 4R$ (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 = 5 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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4

Дано: $R_1 = R$

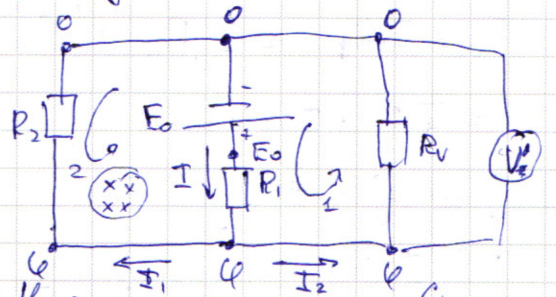
$R_2 = 2R$;

$R_V = 4R$; S, E_0

Найти: U_{V_1} - ?

U_2 - ?

1) Перерисуем эл. схему на альтернативную с учётом сопротивления вольтметра, где V' - идеальный вольтметр



Найдем ~~индукцию~~ $\mathcal{E}_{in}$, создаваемую магнитом, где $\mathcal{E}_{in}$ - ЭДС индукции:

$$\mathcal{E}_{in} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{-d(BS)}{dt}, \text{ т.к } B = const \text{ и } S = const$$

$\boxed{\mathcal{E}_{in} = 0}$

Напряжения на вольтметре найдём методом потенциалов. За ноль обозначим потенциал на минусе батарейки.

$$\begin{cases} \varphi = I_2 R_V = I_1 R_2 \\ E_0 - \varphi = I R_1 \\ I = I_1 + I_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{I_2 R_V}{R_2} \\ I = \frac{E_0 - I_2 R_V}{R_1} \\ \frac{E_0 - I_2 R_V}{R_1} = I_2 + \frac{I_2 R_V}{R_2} \end{cases}$$

$$\frac{E_0}{R_1} = I_2\left(\frac{R_V}{R_1} + 1 + \frac{R_V}{R_2}\right)$$

$$I_2 = \frac{E_0}{\left(R_V + R_1 + \frac{R_V R_1}{R_2}\right)}$$

$$U_{V_1} = I_2 R_V = \frac{E_0 R_V}{\left(R_V + R_1 + \frac{R_V R_1}{R_2}\right)} =$$

$$= \frac{4 E_0 R}{\left(4R + R + \frac{4R \cdot R}{2R}\right)} = \frac{4 E_0 R}{7R} = \frac{4}{7} E_0$$

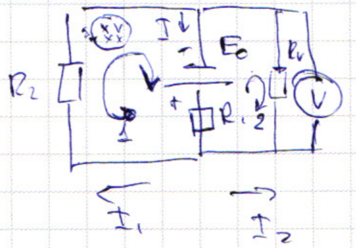
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

2) Когда ~~Вн~~ индукция магнитного поля начинает меняться, возникает ЭДС индукции (ε_{in})

$$\varepsilon_{in} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS)}{dt} = -S\frac{dB}{dt} = -Sk$$

$$|\varepsilon_{in}| = Sk$$



Напишем 2-е правило Кирхгофа для контура 1:

$$E_0 = I R_1 + I_1 R_2 + |\varepsilon_{in}| =$$

$$= I R_1 + I_1 R_2 + Sk$$

Для контура 2:

$$-E_0 = -I R_1 - I_2 R_v$$

$$E_0 = I R_1 + I_2 R_v \Rightarrow I = \frac{E_0 - I_2 R_v}{R_1}$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$\cancel{E_0} - Sk = \cancel{E_0} - I_2 R_v + I_1 R_2$$

$$I_1 = \frac{I_2 R_v - Sk}{R_2}$$

$$\frac{E_0}{R_1} - \frac{I_2 R_v}{R_1} = \frac{I_2 R_v}{R_2} - \frac{Sk}{R_2} + I_2$$

$$\frac{E_0}{R_1} + \frac{Sk}{R_2} = I_2\left(\frac{R_v}{R_1} + \frac{R_v}{R_2} + 1\right)$$

$$I_2 = \frac{\frac{E_0}{R_1} + \frac{Sk}{R_2}}{\left(\frac{R_v}{R_1} + \frac{R_v}{R_2} + 1\right)}$$

$$U_v = R_v I_2 = \frac{R_v\left(\frac{E_0}{R_1} + \frac{Sk}{R_2}\right)}{\frac{R_v}{R_1} + \frac{R_v}{R_2} + 1} = \frac{4R\left(\frac{E_0}{R} + \frac{Sk}{2R}\right)}{\frac{4R}{R} + \frac{4R}{2R} + 1} =$$

$$= \frac{4E_0 + 2Sk}{4 + 2 + 1} = \frac{2(2E_0 + Sk)}{7} =$$

$$= \frac{2}{7}(2E_0 + Sk)$$

Ответ:

1) $V_1 = \frac{4}{7}E_0$

2) $V_2 = \frac{2}{7}(2E_0 + Sk)$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дано:
$r_1; r_2;$
$-Q_0; R$

1) q_0 - ?
2) W_0 - ?
3) W - ?

1) Сразу после того, как ключ замкнули потенциал внутренней сферы (φ_{in}) станет равным 0

$$\varphi_{in} = 0 = \frac{-kQ}{r_1} + \frac{kq}{r_2}$$, где q - новый заряд на внут. сфере

$$\frac{kQ}{r_1} = \frac{kq}{r_2}$$

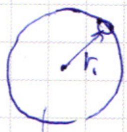
$$q = \frac{r_2}{r_1} Q$$

Энергию поля найдем через плотность энергии

$$w = \frac{E^2}{\varepsilon_0}$$, где E - напряженность эл. поля

$$E_{in} = \frac{kQ}{r_1^2} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r_1^2}$$

$$W_0 = wV = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0^2 r_1^4}\cdot\frac{4}{3}\pi r_1^3 = \frac{Q^2}{3r_1\varepsilon_0^2}$$



Рассмотрим кусочек сферы dq. Он создаёт поле $E = \frac{k\,dq}{r_1^2}$, тогда его энергия:

$$\int_0^W dW = \int_0^q \frac{k\,dq}{r_1}$$

$$W_0 = \frac{kQ}{r_1}$$

З.С.Э: $W_0 = W_k + Q$

$$Q = -W_k + W_0$$

Продолжение стр 7.

№ 2

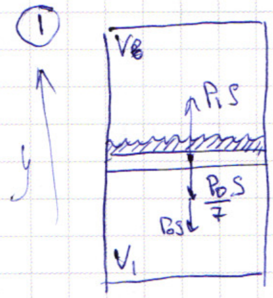
до переворачивания

$T_0 = 373 K$; M

V_1; $P_c = P_0/7$

1) V_2 - ?

2) Δm - ?



т.к в верхней части сосуда находится пар и жидкость, то пар достиг насыщенного давления $P_{н.п}(T_0) = P_0$

Распишем силы, действующие на поршень:

$$oy: \ P_1 S - P_0 S - P_0 S/7 = 0$$

$$P_1 = \frac{8P_0}{7}$$

$$P_1 V_1 = \nu_г R T_0$$

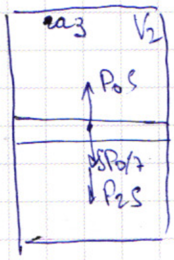
$$\nu_г = \frac{P_1 V_1}{R T_0} = \frac{8P_0}{7RT_0}$$

Найдём кол-во пара:
Пусть $V_в$ - объём пара вначале:

$$P_0 V_в = \nu_п R T_0$$

$$\nu_п = \frac{P_0 V_в}{R T_0}$$

после переворачивания. Предположим, что газ не полностью превратился в воду.



Давление внизу осталось давлением насыщенного пара.

$$P_0 S = \frac{P_0 S}{7} + P_2 S$$

$$P_2 = \frac{6P_0}{7}$$, где P_2 - новое давление газа

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{\frac{8P_0}{7} V_1 \cdot 7}{6P_0} = \frac{4}{3} V_1$$

Пусть $V_в'$ - объём воздуха в конце:

$$P_0 V_в' = \nu_{п2} R T_0$$

т.к объём сосуда постоянен:

$$V_в + V_1 = V_в' + V_2$$

$$V_в' - V_в = V_1 - V_2$$

$$\frac{RT_0}{P_0}(\nu_{п2} - \nu_п) = -\frac{V_1}{3}$$

$$\nu_{п2} - \nu_п = -\frac{V_1 P_0}{3RT_0} \Rightarrow M\nu_{п2} - M\nu_п = -\frac{V_1 P_0 M}{3RT_0}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m_{п2} - m_{п1} = -\frac{\mu V_1 P_0}{3RT_0}$, где $m_{п2}$ – масса пара в конце, $m_{п1}$ – масса пара в начале.

Масса воды и пара в сосуде постоянно:

$m_{П2} + m_2 = m_{п1} + m_1$

$m_2 - m_1 = m_{п1} - m_{п2} = \frac{\mu V_1 P_0}{3RT_0} = \Delta m$

3) $Q = L\Delta m$ – тепло ушедшее для испарения воды

1) Для воздуха:

$U \sim \nu$ и $U \sim T$, сосуд помещён в термостат, значит его температура постоянна, кол-во газа тоже постоянно, значит его вн. энергия не меняется.

З. С. Э: $U_0 = Q + U_2$

$\Delta U = Q = L\Delta m = \frac{\mu V_1 P_0 L}{3RT_0}$

Ответ: 1) $\frac{4}{3}V_1 = V_2$

2) $\frac{\mu V_1 P_0}{3RT_0} = \Delta m$

3) $\frac{\mu V_1 P_0 L}{3RT_0} = \Delta U$.

№ 1

Дано:

m; $F_{тр} = 0$;

V_0 = const; $\sin\alpha_1 = \frac{1}{4}$

$\sin\alpha_2 = \frac{1}{2}$

$\sin\alpha_3 = \frac{4}{5}$

t_{12}

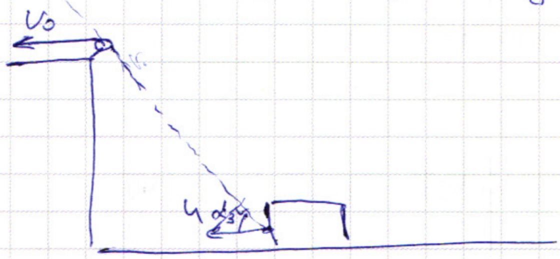
---

1) V_3 - ?

A_{13} - ?

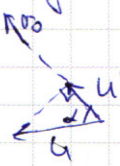
t_{23} - ?

Рассмотрим, что происходит с грузом в положении 3.



u - скорость груза в т. 3.

Напишем кин. связь. (парал. сост. скоростей постоянны)



$V_0 = u' \cancel{\cos\alpha}$

$V_0 = u\cos\alpha_3$

$\cos\alpha_3 = \sqrt{1 - \sin^2\alpha_3} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$

$$\boxed{u = \frac{5V_0}{3}} = V_3$$

2) З.С.Э: $A_{13} = \Delta K$

$A_{13} = \frac{mV_3^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$

Найдем скорость груза в точке V_1:

$V_0 = \cancel{V_0} V_1 \cos\alpha_1$

$\cos\alpha_1 = \sqrt{1 - \frac{1}{16}} = \frac{\sqrt{15}}{4} \Rightarrow V_1 = \frac{4V_0}{\sqrt{15}}$

$A_{13} = \frac{m}{2}\left(\frac{25}{9}V_0^2 - \frac{16V_0^2}{15}\right) = \frac{m}{2}\left(\frac{125V_0^2 - 48V_0^2}{45}\right) =$

$= \frac{77mV_0^2}{2\cdot 45} = \boxed{\frac{77}{90}mV_0^2 = A_{13}}$

~~$u(t) = V_0 + a(t)t_{12}$~~ ~~$A_{13} = \int_0^l F(t)\,dl$~~

~~$\int_0^u du = V_0 + \int_0^t a\,dt$~~ ~~$\frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{L_1}{L_2}$~~

Ответ:

$V_3 = \frac{5}{3}V_0$

$A_{13} = \frac{77}{90}mV_0^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Энергия поля это плотность энергии от сферы:~~

$w_0 = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$, где E – напряжённость сферы

плотность энергии

$E = \frac{kQ}{r_1^2}$

$w = \frac{\varepsilon_0 k^2 Q^2}{2 r_1^4}$

$W_н = \frac{\varepsilon_0 k^2 Q^2}{2 r_1^4} V = \frac{\varepsilon_0 k^2 Q^2 \frac{4}{3}\pi r_1^3}{2 r_1^4} = \frac{\varepsilon_0}{4^2 \pi^2 \varepsilon_0^2} \frac{Q^2 4\pi}{3 \cdot 2 r_1} = \frac{Q^2}{24\pi r_1 \varepsilon_0}$

энергия сферы в начале

~~Энергия сфер в конце:~~

З. С. Э: $W_0 = W_1 + W_2 + Q_p$, где W_0 – энергия в большой сфере до зам. ключа, W_1 – после зам. в 1-ой сфере; W_2 – конечн. эн. 2-ой сферы, Q_p – тепло на рез.

$W_0 = W_1$ (т.к заряд не изменился)

$W_2 = wV = \frac{\varepsilon_0 k^2 q^2}{2 r_2^4} \frac{4}{3}\pi r_2^3 = \frac{\varepsilon_0 \, q^2 4 \cdot \pi \cdot r_2^3}{2 \cdot 4^2 \pi^2 \varepsilon_0^2 \cdot 3 \cdot r_2^4} = \frac{q}{24\pi r_2 \varepsilon_0} = \frac{Q r_2}{24 r_1 \pi r_2 \varepsilon_0} = \frac{Q}{24 r_1 \pi \varepsilon_0}$

$Q_p = \frac{Q}{24 r_1 \pi \varepsilon_0}$

Ответ: 1) $q = \frac{r_2}{r_1} Q$

2) $W_0 = \frac{Q^2}{24 r_1 \pi \varepsilon_0}$

3) $Q_p = \frac{Q^2}{24 r_1 \pi \varepsilon_0}$

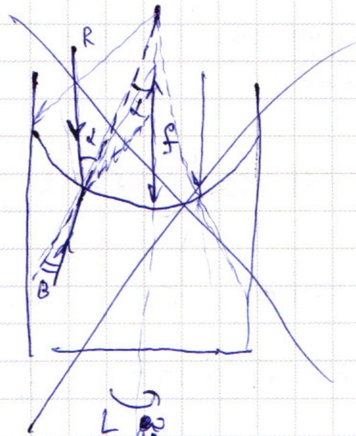
№ 5

Дано: ω; g

Найти:

R — ?

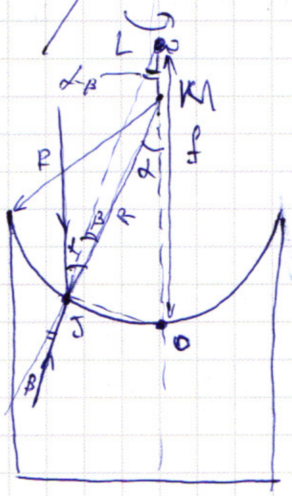
f — ?



~~sin~~

$\alpha = n\beta$

(при малых углах)



Пусть M — центр окружности

LO — искомое расст. f

Рассмотрим преломление луча в произвольной точке J.

$\angle JMO = \alpha$

$\angle LJM = \beta$

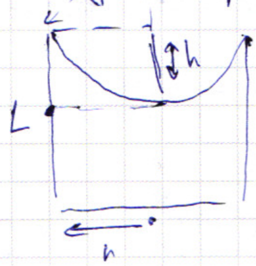
$\angle JLO = 180° - \beta - 180° + \alpha =$

$= \alpha - \beta = \alpha - \frac{\alpha}{n} = \alpha(1 - \frac{1}{n})$

(при малых углах)

~~При малых углах~~

Найдем радиус



Давление в точке L можно записать 2-мя способами:

$\rho r a = \rho g h$

$h = \frac{ra}{g} = \frac{\omega^2 r^2}{g}$

$R^2 = r^2 + (R-h)^2$

$\cancel{R^2} = r^2 + \cancel{R^2} - 2hR + h^2$

~~$R^2 = 2h(R+h)$~~ $r^2 = h(2R+h)$

$2R + h = \frac{r^2}{h} = \frac{r^2 g}{\omega^2 r^2}$

Мы можем пренебречь величиной h по сравнению с $2R$

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

☐ 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

Запишем т. синусов для Δ JLM:

$$\frac{LM}{\sin\beta} = \frac{MJ}{\sin(\alpha-\beta)}$$

$$ML = \frac{MJ\sin\beta}{\sin(\alpha-\beta)}$$

$$f = LO = \underset{R}{\underset{\shortparallel}{OM}} + ML = R + \frac{R\sin\beta}{\sin(\alpha-\beta)} = R\left(\frac{\sin(\alpha-\beta)+\sin\beta)}{\sin(\alpha-\beta}\right) =$$

$$= R\,\frac{\sin\alpha\cos\beta - \sin\beta\cos\alpha + \sin\beta}{\sin(\alpha-\beta)}$$

Посчитаем в приближении малых углов:

$$f = R\,\frac{\alpha-\beta+\beta}{\cancel{\sin\alpha}\,\alpha-\beta} = \frac{R\alpha}{\alpha-\beta} = \frac{R\alpha}{\alpha(1-\frac{1}{n})} = \frac{Rn}{n-1}$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\frac{R}{\alpha-\beta} = \frac{x}{\beta}$$

$$\therefore\ x = \frac{\beta R}{\alpha-\beta}$$

t_{12}

$ma = T\cos\alpha$

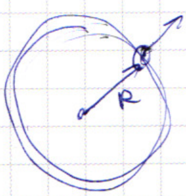
$$t_{12} = \cancel{u_0 t}\ u_0 t + \int_0^t u(t)\,dt = \int_0^t v_0\cos\alpha\,dt$$

$t_{12} = \cancel{u_1 t \ \ldots}$

$\cancel{t_{12}}\ \cancel{t_2}\ \ \cancel{v = v_0 + \int}$

$\cancel{t_2}$

$$\frac{CU_{\Sigma}^2}{2} = \frac{CE^2 d^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 S}{d}\frac{E^2 d^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 E^2 dS}{2}V$$



$$E = \frac{k\,dq}{R^2}$$

E_Σ

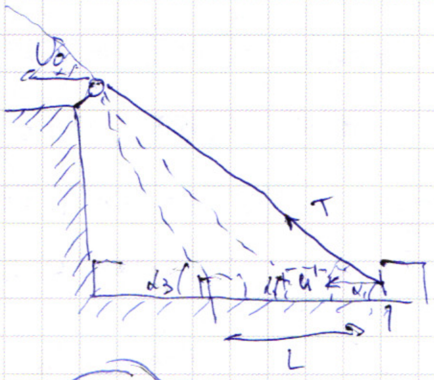
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

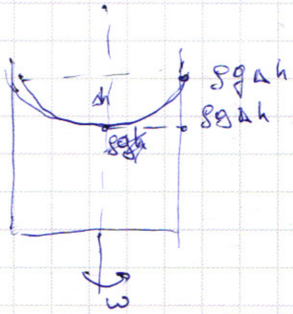
(заполняется секретарём)

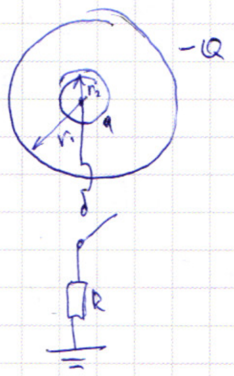
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



кин. связь $v_0 \cos\alpha =$

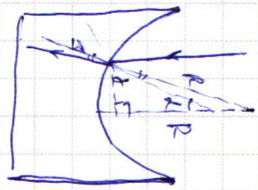
$$A = T'L = T\cos\alpha\, L$$

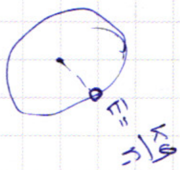




$$\varphi_{in} = 0 = \frac{kq}{r_2} - \frac{kQ}{r_1}$$

$$q = Q\frac{r_2}{r_1}$$

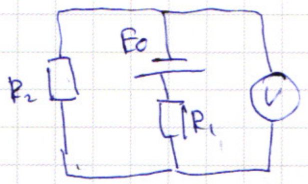




$W_0 =$

$$E = \frac{kQ}{r_1^2}$$

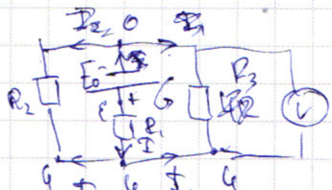
$$W_0 = Qe = kQ$$



$R_1 = R$

$R_2 = 2R$

$R_V = 4R$



$$I = I_1 + I_2 \qquad U_0$$

$$E_0 = \cancel{I_2} R_1 + I_1 4R$$

$$E_0 = IR_1 + I_2 R$$

$U_0 \qquad I_2 = \dfrac{E_0 - IR_1}{R}$

$$I_1 = I - I_2 = I - \frac{E_0 - IR_1}{R}$$

$E_0 =$

$$\mathcal{E} = IR_1 + \frac{I}{R_3 + R_1}$$

$$\mathcal{E} - \varphi = IR_1$$

$$I_2 R_2 = I_1 R_1$$

$$I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_3}$$

$$\varphi = I_2 R_2$$

$$I = I_1 + I_2 = I_1\left(1 + \frac{R_1}{R_3}\right)$$

$$\varphi = I_1 R_3 = \frac{I \cancel{R_3}}{\frac{R_3 + R_1}{\cancel{R_3}}}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$T_0 = 373\,K$

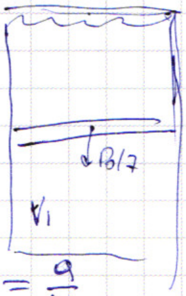
$\rho \, ra = \rho g \frac{r}{a} a$

$\rho \, a^2 = g$

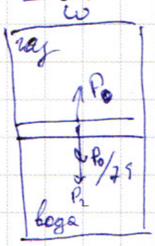
$\omega^4 r = g$

$r = \frac{g}{\omega^4}$

$\frac{1}{16}$ $\frac{3}{48}$ $\frac{1}{15}$ $\frac{3}{5}$

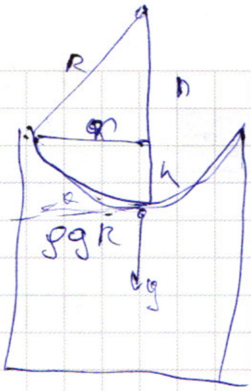


$h = \frac{gr}{\omega r} = \frac{g}{\omega}$



$P_0 = \frac{P_0}{7} + P_2$

$P_2 = P_0 - \frac{P_0}{7} = \frac{6P_0}{7}$



$r^2 = R^2 + (R-h)^2$

$\rho ra = \rho r \omega^2 r = \rho \omega^2 r^2$

$\rho \omega^2 (R^2 + (R^2 - h)^2) = \rho g h$

$\omega^2 (R^2 + R^2 - 2hR) = \rho g h$

$2\omega^2 R (R-h) = gh$

$\nu_{пара} = \frac{V_в P_0}{RT_0} \Rightarrow V_в = \frac{\nu_{пара} R T_0}{P_0}$

$\nu_{пара} = \frac{V_в' P_0}{RT_0}$

$\frac{h}{r} = \frac{g}{\omega a}$

$h = \frac{gr}{a}$

$R^2 + (R-h)^2 = r^2$

$R^2 + R^2 - \frac{2g}{\omega} R + \frac{g^2}{\omega^2} = r^2$

воздух

$m_0 + m_{возд} = m_2 + m'_{возд}$

$m_2 - m_0 = m'_{возд} - m_{возд} =$

$= \nu_M$

$V_в + V_1 = V_2 + V_в'$

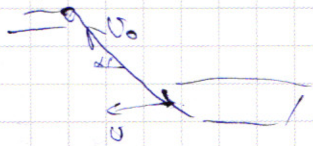
$V_в' - V_в = V_1 - V_2 = \frac{V_1}{3}$

$\frac{RT_0}{P_0} (\nu_n' - \nu_в^0) = \frac{V_1}{3}$

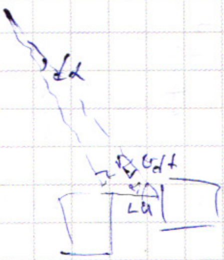
$\frac{u'}{u} = \cos\alpha$

$u' = u\cos\alpha$

$v_0 \cos\alpha = u$



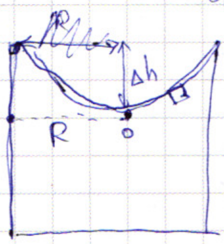
$\begin{array}{r} 125 \\ -\ 48 \\ \hline 77 \end{array}$



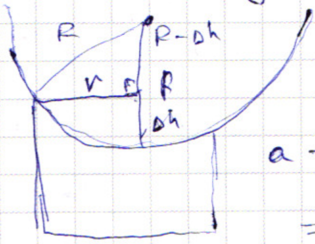
$u\,dt = \frac{v_0 dt}{\cos\alpha}$

$v_0 = u\cos\alpha$

$\frac{h}{r} = \frac{g}{a}$



$\rho R a = \rho \Delta h g$



$a = \sqrt{R^2 + (R^2 - \Delta h)^2} =$

$= \sqrt{R^2 + R^2 - 2R\Delta h + \Delta h^2}$

$\rho r a = \rho \Delta h g$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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