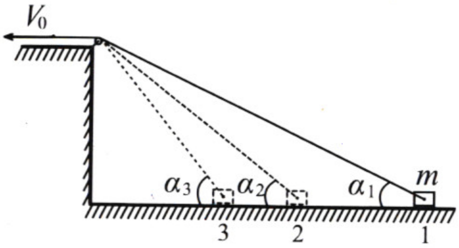
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-07

Шифр

(заполняется секретарём)



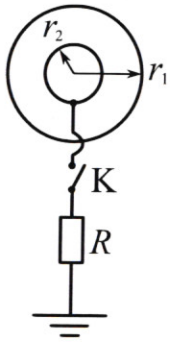
1. Груз массой m подтягивается по гладкой горизонтальной поверхности к стене с помощью лебедки, неподвижного небольшого легкого блока и легкого троса (см. рис.). Трос вытягивается лебедкой с постоянной скоростью V_0. Груз последовательно проходит точки 1, 2 и 3, для которых $\sin\alpha_1 = \dfrac{1}{4}, \sin\alpha_2 = \dfrac{1}{2}, \sin\alpha_3 = \dfrac{4}{5}$. 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.

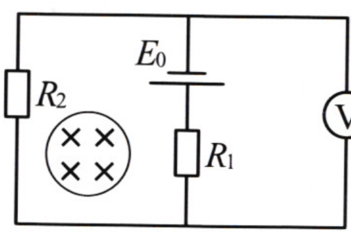
Удельная теплота испарения воды L, молярная масса воды μ. Массой воды, пара и воздуха по сравнению с массой поршня пренебречь. Объемом воды при конденсации пара можно пренебречь по сравнению с объемом пара, из которого образовалась вода. Воздух считать идеальным газом.



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.

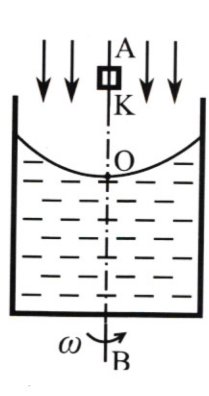
1) Найти заряд q внутреннего шара после замыкания ключа.
2) Найти энергию W_0 электрического поля вне шаров до замыкания ключа.
3) Какое количество теплоты W выделится в резисторе R после замыкания ключа?

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 AB, 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)»

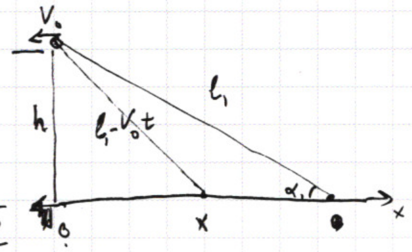
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. l_1 – длина троса в момент времени t_1, когда угол составлял α_1

h – высота стены



$$\begin{cases} \sin\alpha_1 = \dfrac{h}{l_1}; \\ \sin\alpha_2 = \dfrac{h}{l_1 - V_0 t_{12}}; \end{cases} \Rightarrow \frac{l_1 - V_0 t_{12}}{l_1} = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \frac{1}{2}$$

$$1 - \frac{V_0 t_{12}}{l_1} = \frac{1}{2}; \Rightarrow \frac{V_0 t_{12}}{l_1} = \frac{1}{2}; \quad l_1 = 2V_0 t_{12}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{h}{2V_0 t_{12}} \Rightarrow h = \frac{1}{2} V_0 t_{12}$$

$$\sin\alpha_3 = \frac{h}{l_1 - V_0 t_{12} - V_0 t_{23}} = \frac{4}{5}; \Rightarrow \frac{\frac{1}{2} V_0 t_{12}}{V_0 t_{12} - V_0 t_{23}} = \frac{4}{5}; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5V_0 t_{12} = 8V_0 t_{12} - 8V_0 t_{23}; \Rightarrow 8V_0 t_{23} = 3V_0 t_{12} \Rightarrow t_{23} = \frac{3}{8} t_{12}$$

$x(t) = \sqrt{(l_1 - V_0 t)^2 - h^2}$ – зависимость расстояния от ~~палки~~ стены от времени с момента, когда угол составлял α_1

$$x(t) = \sqrt{(2V_0 t_{12} - V_0 t)^2 - (\tfrac{1}{2} V_0 t_{12})^2} = V_0 \sqrt{(2t_{12} - t)^2 - \tfrac{1}{4} t_{12}^2}$$

$$\frac{dx}{dt} = V_0 \frac{-2(2t_{12} - t)}{2\sqrt{(2t_{12} - t)^2 - \frac{1}{4} t_{12}^2}} = -V_0 \frac{2t_{12} - t}{\sqrt{(2t_{12} - t)^2 - \frac{1}{4} t_{12}^2}} = V(t)$$

$t_{13} = t_{12} + t_{23} = \frac{11}{8} t_{12}$

$$V(t_{13}) = -V_0 \frac{\frac{5}{8} t_{12}}{\sqrt{\frac{25}{64} t_{12}^2 - \frac{1}{4} t_{12}^2}} = -V_0 \frac{\frac{5}{8} t_{12}}{\sqrt{\frac{9}{64} t_{12}^2}} = -V_0 \cdot \frac{\frac{5}{8} t_{12}}{\frac{3}{8} t_{12}} = -\frac{5}{3} V_0;$$

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

$$V(0) = -V_0 \frac{2t_{12}}{\sqrt{4t_{12}^2 - \frac{1}{4} t_{12}^2}} = -V_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{15}}; \quad V_1 = \frac{\sqrt{15}}{15} V_0$$

V_1 и V_3 – скорости в точках 1 и 3 соответственно.

Продолжение на стр. 2

продолжение задачи 1.

$$A_{13} = E_{к3} - E_{к1} = \frac{mV_3^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}\left(\frac{25}{9} - \frac{1}{15}\right) = \frac{mV_0^2}{2}\cdot\frac{122}{45} = \frac{61}{45} mV_0^2$$

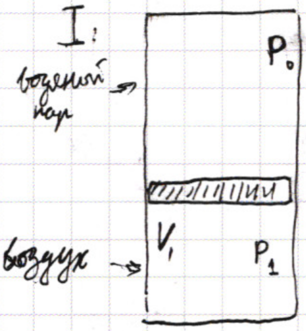
Ответ: 1) $V_3 = \frac{5}{3} V_0$

2) $A_{13} = \frac{61}{45} mV_0^2$

3) $t_{23} = \frac{3}{8} t_{12}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. $P_{н.п.} = P_0$ (при температуре $T_0 = 373K = 100°C$ давление насыщеного ~~водяного~~ водяного пара равно нормальному атмосферному давлению)

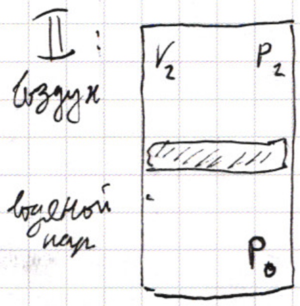


P_1 – давление воздуха до переворота.

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

$P_1V_1 = \nu RT_0$; ν – кол-во вещества (воздуха)

уравнение состояния идеального газа.



$$P_0 = P_2 + \frac{P_0}{7} \Rightarrow P_2 = \frac{6}{7}P_0$$

P_2 – давление воздуха после переворота.

Так как на водяной пар теперь давит еще поршень, но вода конденсируется. А значит давление будет поддерживаться постоянным.

$P_2V_2 = \nu RT_0$ (уравнение состояния идеального газа)

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow \frac{8}{7}P_0V_1 = \frac{6}{7}P_0V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{4}{3}V_1$$

так как $V_2 > V_1$ => часть воды сконденсировалась

V – объем всего сосуда.

(I) $P_0(V - V_1) = \nu_{пара\,1}RT_0$ – уравнение состояние идеального газа для водяного пара до переворота.

(II) $P_0(V - V_2) = \nu_{пара\,2}RT_0$ – ... после переворота.

(I) – (II):

$P_0(V_2 - V_1) = \Delta\nu RT_0$ ($\Delta\nu$ изменение количества вещества водяного пара)

$$\frac{P_0V_1}{3} = \Delta\nu RT_0 \Rightarrow \Delta\nu = \frac{P_0V_1}{3RT_0}$$

$$\Delta m = \mu\Delta\nu = \mu\frac{P_0V_1}{3RT_0}$$ ($\Delta\nu$ водяного пара сконденсировалось и перешло в жидкую воду)

Продолжение на стр. 4.

Продолжение задачи 2.

Содержимое сосуда изменило свою внутреннюю энергию только за счет конденсации водяного пара:

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

Ответ: 1) $V_2 = \frac{4}{3} V_1$

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

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

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. После замыкания ключа K через некоторое время потенциалы внутреннего шара и Земли сравнялись

Найдём потенциал на поверхности внутреннего шара после замыкания ключа K. q — заряд внутреннего шара.

$$\varphi = \frac{kQ_0}{r_1} + \frac{kq}{r_2}$$ — по принципу суперпозиции.

$\varphi = 0$ так как шар заземлён.

$$\frac{q}{r_2} = -\frac{Q_0}{r_1} \Rightarrow q = -\frac{r_2}{r_1} Q_0 > 0$$

φ_1 — потенциал на поверхности внешнего шара до замыкания ключа.

$$\varphi_1 = \frac{kQ_0}{r_1}; \quad W_0 = Q_0\varphi_1 = \frac{kQ_0^2}{r_1}$$

эн. поля вне шаров равна полной энергии поля, так как внутри нет зарядов и как следствие нет поля.

$$W_1 = Q_0 \frac{k(Q_0+q)}{r_1} + q\left(\frac{kQ_0}{r_1} + \frac{kq}{r_2}\right)$$ — энергия поля после замыкания ключа.

потенциал на внешней сфере

потенциал на внутренней сфере.

$$W_1 = \frac{kQ_0^2}{r_1} + \frac{kQ_0 q}{r_1}; \quad (W_1 < W_0)$$

$$W = W_0 - W_1 = -\frac{kQ_0 q}{r_1} = \frac{kQ_0^2}{r_1^2} r_2$$

Продолжение на стр. 6

Продолжение задачи 3.

Так как единственное место где могла бы выделиться энергия это резистор, то вся энергия равная изменению энергии электрического поля выделилась на резисторе.

Ответ: 1) $-\frac{r_2}{r_1} Q_0 = q$

2) $W_0 = \frac{kQ_0^2}{r_1}$

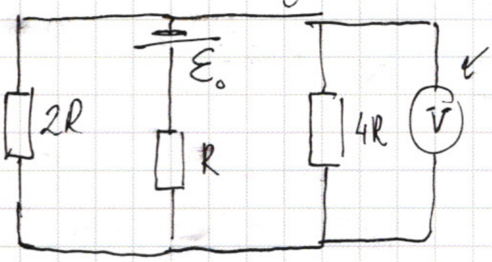
3) $W = \frac{kQ_0^2}{r_1^2} r_2$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.1) Когда магнитное поле не изменяется, то оно не создает вокруг себя вихревое ~~магнитн~~ электрическое поле. Таким образом не оказывая никакого влияния на эл. цепь.

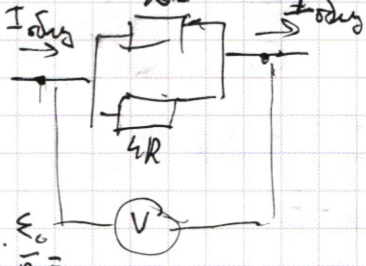


идеальный вольтметр.

Резисторы 2R и 4R - параллельны, и подключены последовательно с резистором R.

$$R_{экв.} = \frac{2R\cdot 4R}{2R+4R} + R = \frac{4}{3}R + R = \frac{7}{3}R$$

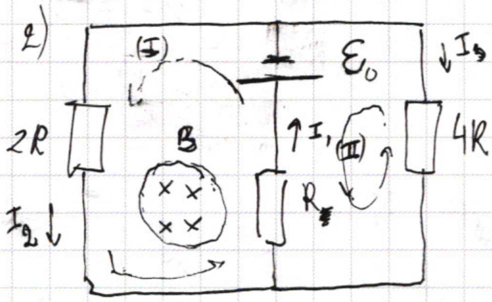
$$I_{общ} = \frac{\mathcal{E}_0}{\frac{7}{3}R} = \frac{3}{7}\cdot\frac{\mathcal{E}_0}{R}$$



$$V_1 = \frac{2R\cdot 4R}{2R\cdot 4R}\cdot I_{общ} = \frac{4}{3}R\cdot\frac{3}{7}\cdot\frac{\mathcal{E}_0}{R} =$$

$$= \frac{4}{7}\mathcal{E}_0; \quad \boxed{V_1 = \frac{4}{7}\mathcal{E}_0}$$

2)



Так как магнитное поле возрастает, то по правилу Ленца, в контуре будет создаваться вихревое электрическое поле, препятствующее его возрастанию, то есть направленное: ⊙

Такое поле создается вихревым эл. полем направленным против часовой стрелки.

Продолжение на стр. 8.

продолжение задачи 4.

Запишем циркуляцию эл. поля по внутреннему контуру, в котором находится магнитный сердечник (I)

$$\mathcal{E}_0 + I_2 \cdot 2R + I_1 R = \mathcal{E}_{вихр.}$$

$$|\mathcal{E}_{вихр}| = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = \left|-\frac{S\,dB}{dt}\right| = \left|-\frac{S\,\Delta B}{\Delta t}\right| = |-Sk| = Sk$$

Берем по модулю, так как мы уже определили ~~его~~ направление вихревого эл. поля.

Запишем закон Кирхгофа для контура (II)

$$-I_3 \cdot 4R + \mathcal{E}_0 - I_1 R = 0$$

Закон Кирхгофа для токов: $I_1 = I_2 + I_3$

$I_1 < 0;\ I_2 < 0;\ I_3 < 0$ – так как ток направлен в проти

$$\begin{cases} \mathcal{E}_0 + I_2 \cdot 2R + I_1 R = Sk & (1) \\ I_3 \cdot 4R + \mathcal{E}_0 + I_1 R = 0 & (2) \\ I_1 = I_2 + I_3 & (3) \end{cases}$$

(1) $2R \cdot I_2 + R(I_2 + I_3) = Sk - \mathcal{E}_0$

$3R I_2 + R I_3 = Sk - \mathcal{E}_0$

(2) $4R \cdot I_3 + R(I_2 + I_3) = -\mathcal{E}_0$

$R I_2 + 5 R I_3 = -\mathcal{E}_0$

$$\begin{cases} (1)\ 3RI_2 + RI_3 = Sk - \mathcal{E}_0 \\ (2)\ 3RI_2 + 15RI_3 = -3\mathcal{E}_0 \end{cases} \Rightarrow 14RI_3 = -2\mathcal{E}_0 - Sk;\quad RI_3 = -\frac{2\mathcal{E}_0 + Sk}{14}$$

$$V_2 = |I_3 \cdot 4R| = \frac{4}{7} \cdot \frac{2\mathcal{E}_0 + Sk}{2} \quad (\text{при } k=0 \quad V_1 = V_2)$$

Ответ: 1) $V_1 = \frac{4}{7}\mathcal{E}_0$

2) $V_2 = \frac{4}{7} \cdot \frac{2\mathcal{E}_0 + Sk}{2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

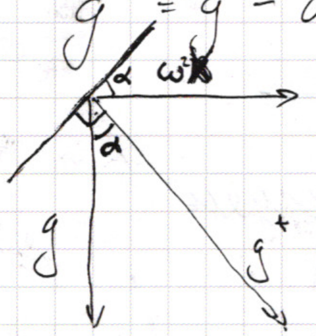
ШИФР

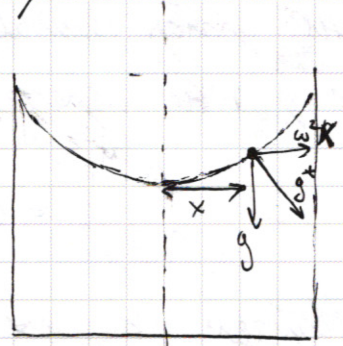
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. Найдем эквивалентные ускорение свободного падения g^*, на поверхности жидкости, на расстоянии x от оси вращения.

$\bar{g}^* = \bar{g} - \bar{a}$ (центростремительное)





$a = \omega^2 x = \frac{v^2}{x}$ – центростремительное ускорение по окружности радиуса x.

~~Тогда~~ Вектор эквивалентного ускорения g^* направлен перпендикулярно поверхности жидкости.

Так как поверхность такой жидкости образует параболу, то её можно задать уравнением: $y = kx^2$ k - коэффициент при x^2

$y' = 2kx$

$tg\,\alpha = 2kx$; $tg\,\alpha = \frac{\omega^2 x}{g}$ $\Rightarrow$ $k = \frac{\omega^2}{2g}$

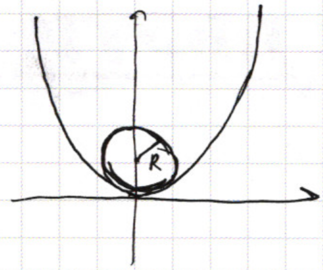
Уравнение, задающее поверхность жидкости: $y = \frac{\omega^2}{2g}x^2$

Рассмотрим окружность радиуса R касающуюся параболы „сверху" в точке O:

$$\begin{cases} x^2 + (y-R)^2 = R^2 & \text{– уравнение окружности} \\ y = \frac{\omega^2}{2g}x^2 & \text{уравнение параболы.} \end{cases}$$

Продолжение на стр. 10

продолжение задачи 5



$$\frac{2gy}{\omega^2} + (y-R)^2 = R^2$$

$$y^2 + \frac{2gy}{\omega^2} - 2Ry = 0 \; ; \; y = 0$$

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

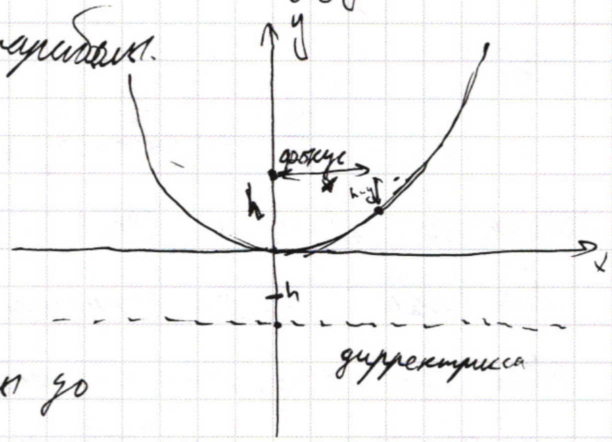
Радиус кривизны равен наибольшему радиусу касающейся окружности, которая не пересекает параболу.

$$\boxed{R = \frac{g}{\omega^2}} \qquad R = \frac{10\,\frac{м}{с^2}}{\left(5\,\frac{1}{с}\right)^2} = 0{,}4\,м$$

~~Рассмотрим~~ Найдем фокусное расстояние, пользуясь главным оптическим свойством параболы.

h - фокусное расстояние,

Тогда парабола задаётся уравнением:



$$\sqrt{x^2 + (h-y)^2} = h + y$$

расстояние от любой точки параболы до фокуса, равно расстоянию до директрисы.

$$x^2 + h^2 - 2hy + y^2 = h^2 + 2hy + y^2$$

$$x^2 = 4hy; \quad y = \frac{x^2}{4h} \Rightarrow k = \frac{1}{4h} \Rightarrow \frac{\omega^2}{2g} = \frac{1}{4h}$$

$$h = \frac{g}{2\omega^2} \; ; \; h = \frac{10\,\frac{м}{с^2}}{2\cdot(5\,с^{-1})^2} = 0{,}2\,м$$

Главное оптическое свойство параболы — все лучи падающие на нее вертикально собираются в её фокусе.

Ответ: 1) $R = \frac{g}{\omega^2} = 0{,}4\,м$

2) $h = \frac{g}{2\omega^2} = 0{,}2\,м$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

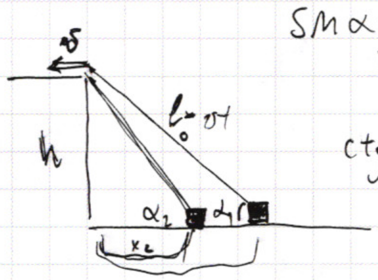
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



$\sin\alpha = \frac{h}{l_0 - vt}$; $\cos\alpha =$

$ctg^2\alpha = \frac{\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha} - 1$

$ctg\,\alpha = \frac{x}{h}$

$x = \sqrt{\frac{1}{\sin^2\alpha} - 1}\; h$

$E \cdot S \cdot d$

$I(t) = \frac{\Delta\varphi}{R}$

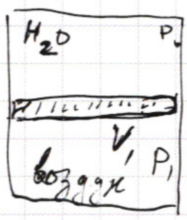
$\Delta\varphi = \frac{kQ_0}{r_1} + \frac{kq(t)}{r_2}$

$x(t) = \sqrt{h^2 - (l_0 - vt_1)^2}$; $\frac{dx}{dt} = \frac{2(l_0 - vt_1)^2}{2\sqrt{h^2 - (l_0 - vt_1)^2}}$

$x = \sqrt{(l_0 - vt)^2 - h^2}$; $v_x = \frac{(l_0 - vt)\cdot(-v)}{\sqrt{(l_0 - vt)^2 - h^2}}$

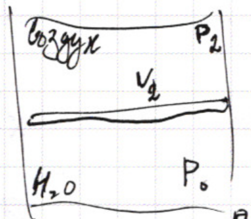
$\frac{h}{l_0 - vt_1} = \frac{1}{4}$; $4h = l_0 - vt_1$

2.



$T_0 = 100^\circ C$ $\quad P_{н.п} = P_0$

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



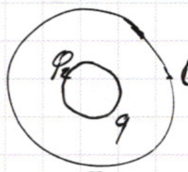
$P_1 V_1 = \nu R T_0$;

$P_0 V_{H_2O} = \nu_1 RT$

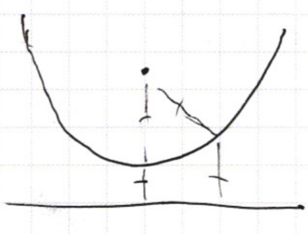
$P_0 = P_2 + \frac{P_0}{7}$; $P_2 = \frac{6}{7}P_0$

3. φ_1

$\varphi_1 = \frac{k(Q_0+q)}{r_1}$ $\quad q^2$



$\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{kq}{}$



$\varphi_1 = \int_{+\infty}^{r_1} \frac{k(Q_0+q)}{r^2}dr = \frac{k(Q_0+q)}{r_1}$; $\varphi_2 = \varphi_1 + \int_{r_1}^{r_2} \frac{kq}{r^2}dr = \varphi_1 - \frac{kq}{r_1} + \frac{kq}{r_2} =$

$= \varphi_1 + \frac{kq}{r_2} - \frac{kq}{r_1} = \frac{kQ_0}{r_1} + \frac{kq}{r_2} = 0$

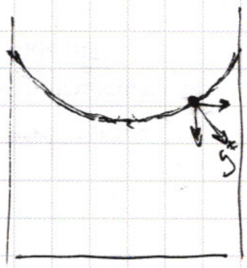
$-\frac{Q_0}{r_1} = \frac{q}{r_2}$; $q = -\frac{r_2}{r_1}Q_0$

☑ черновик ☐ чистовик

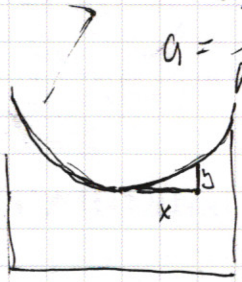
(Поставьте галочку в нужном поле)

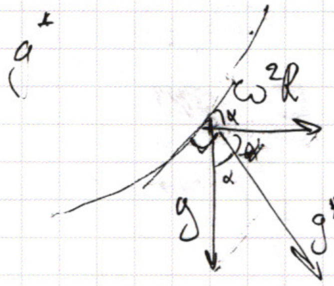
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$a = \frac{\upsilon^2}{R} = \omega^2 R$





$\cancel{p =} \cancel{\rho g h} = \rho g y = \rho \omega^2 R$

$c^{-2}\cancel{\frac{c^2}{м}}$

$\frac{1}{c^2}\cdot\frac{c^2}{м}\cdot м^2 = м$

$y = kx^2$

$y' = 2kx$

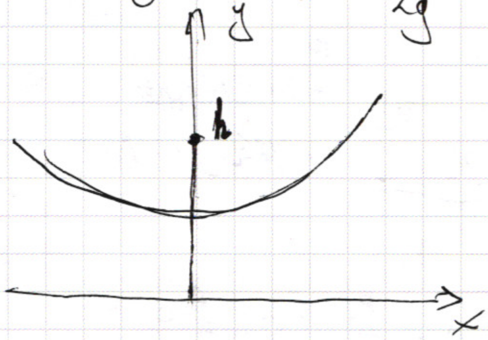
$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\omega^2 R}{g}$

$2kx = \frac{\omega^2 \cancel{R}}{g};$

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

$y = \frac{\omega^2}{2g}\cdot x^2$

$\cancel{g = \omega^2}$ $k = \frac{\omega^2}{2g}$



$x^2 + (h-y)^2 = y^2$

$x^2 + h^2 - 2hy = 0$

$y = \frac{x^2+h^2}{2h}$

$$\begin{cases} x^2 + (y-R)^2 = R^2 \\ y = kx^2 \end{cases}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$I(t) = \frac{\Delta\varphi}{R}$; $\frac{dq}{dt}R = \frac{kQ_0}{r_1} + \frac{kq}{r_2}$; $q = -\frac{r_2}{r_1}Q_0$.

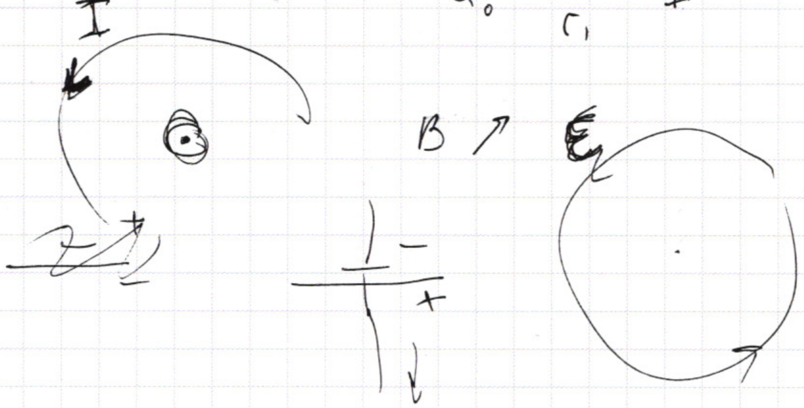
$q(t) = q_0 e^{\lambda t}$

$\cancel{q_0 \lambda e^{\lambda t}}$

$Q_0 \frac{k(Q_0+q)}{r_1} + q\left(\frac{kQ_0}{r_1} + \frac{kq}{r_2}\right) =$

$= Q_0 \frac{k(Q+q)}{r_1} +$

4.



$E = -\frac{dB}{dt}$